



LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

un manuale per prendere buone decisioni

a cura di Gaetano Borrelli

a Willi Bocola, Nicola Pacilio, Giancarlo Pinchera, Sergio Sartori

2015 ENEA
Agenzia per le nuove tecnologie, l'energia e
lo sviluppo economico sostenibile

Lungotevere Thaon di Revel, 76
00196 Roma

ISBN 978-88-8286-313-5

Immagine di copertina e delle intestazioni interne: Marco Migliozi
<http://colorazioni.altervista.org/>

Indice generale

<i>Presentazione</i>	5
<i>Introduzione alla lettura</i>	7
<i>Gli Autori, i Coordinatori e il Comitato di redazione</i>	9
Parte I - Sostenibilità, Scienza e Sistemi	
Capitolo 1. <i>Ambiente, metodo scientifico e società</i>	15
Capitolo 2. <i>L'ecologia umana: le relazioni con l'ambiente</i>	27
Capitolo 3. <i>Ambiente e sostenibilità</i>	45
Capitolo 4. <i>Morale ambientale</i>	65
<i>Conclusioni</i>	74
<i>Bibliografia</i>	77
Parte II - Le risorse naturali	
Capitolo 5. <i>L'acqua</i>	83
Capitolo 6. <i>L'aria e il clima</i>	97
Capitolo 7. <i>Il suolo, sottosuolo e risorse minerarie</i>	115
Capitolo 8. <i>La biodiversità</i>	131
Capitolo 9. <i>Il mare</i>	145
<i>Conclusioni</i>	158
<i>Bibliografia</i>	160
Parte III - Trasformazione e utilizzo delle risorse	
Capitolo 10. <i>Le risorse energetiche</i>	167
Capitolo 11. <i>La terra e l'alimentazione</i>	187
Capitolo 12. <i>La gestione delle foreste</i>	203
<i>Conclusioni</i>	227
<i>Bibliografia</i>	229

Parte IV - Gli spazi umani

Capitolo 13. <i>Le aree urbane</i>	235
Capitolo 14. <i>Le aree agricole</i>	253
Capitolo 15. <i>Le aree costiere</i>	265
Capitolo 16. <i>Le aree montane</i>	281
Capitolo 17. <i>Le aree industriali</i>	305
<i>Conclusioni</i>	324
<i>Bibliografia</i>	328

Parte V - Conseguenze della presenza umana

Capitolo 18. <i>Inquinamento dell'acqua</i>	335
Capitolo 19. <i>Inquinamento dell'aria e problemi del clima</i>	359
Capitolo 20. <i>Inquinamento elettromagnetico, da radiazioni ionizzanti e da rumore</i>	389
Capitolo 21. <i>Rifiuti</i>	417
Capitolo 22. <i>Rischio sismico e vulcanico</i>	433
Capitolo 23. <i>Rischio da frane, da alluvione e rischio costiero</i>	451
Capitolo 24. <i>Impatto sulla diversità biologica</i>	475
<i>Conclusioni</i>	495
<i>Bibliografia</i>	499

Parte VI - La sostenibilità come sfida del futuro

Capitolo 25. <i>Il ruolo dell'economia</i>	519
Capitolo 26. <i>Il turismo</i>	543
Capitolo 27. <i>Prendere buone decisioni politiche</i>	557
<i>Conclusioni</i>	593
<i>Bibliografia</i>	595

Presentazione

In Italia nessun Ente di ricerca ha mai avuto un carattere così multidisciplinare e transdisciplinare come l'Enea. Possiamo dire che aver raggruppato in un solo sito, la Casaccia, tanti laboratori, tante attività differenti e tanti ricercatori di scuola e istruzione diverse, è stato certamente un fattore positivo come positive sono state le sinergie che si sono create tra la Casaccia e le altre realtà dell'Ente. Questo libro è la prova che la *mescolanza* ha dato buoni frutti, che li sta dando e che li continuerà a dare. Non è quindi un caso che i nostri ricercatori si siano impegnati numerosi in questa impresa e non è un caso che molti di loro siano abituati a lavorare in ambienti interdisciplinari. Questa capacità di interagire con gli altri è stata trasferita in questo testo all' *esterno*, in quanto, anche ad una rapida scorsa ai nomi degli Autori, si capisce immediatamente quante Istituzioni, pubbliche e private, hanno fornito ricercatori, tecnici, docenti, utili alla buona causa del libro. Il fatto poi che costoro vi abbiano partecipato a titolo personale non inficia il valore della collaborazione.

L'Enea, da parte sua, è consapevole della complessità dei temi trattati ed è consapevole della difficoltà di far divenire questi temi *popolari* che non significa *banali*. In questo caso gli Autori, senza pretese di sostituire la politica, come si dice nella Introduzione, hanno voluto fornire ai decisori pubblici e privati, uno strumento di supporto.

Quando si affrontano certi temi bisogna partire da domande giuste come cosa intendiamo oggi per ambiente e sostenibilità, quale è lo stato delle risorse naturali, come l'uomo le ha trasformate per il suo vantaggio, come ha occupato gli spazi, quali sono e saranno gli impatti sull'ambiente e per finire stabilire una buona agenda per il futuro.

Questo libro non esaurisce tutte queste questioni ma possiamo dire che è certamente un buon punto di partenza. Non ci poniamo il punto di arrivo, ma l'Ente è sicuro di aver fornito, con questo lavoro, un servizio al Paese, come d'altra parte è nella sua tradizione culturale.

Federico Testa



Introduzione alla lettura

Questo libro è il frutto del lavoro molto intenso di 75 persone, suddivise equamente fra i due generi. Alcune appartengono a Istituzioni che fanno capo al mondo accademico, diversi docenti e ricercatori di diverse Università italiane, al mondo dell'impresa, al mondo della ricerca, al mondo delle associazioni di categoria, a ricercatori presenti nei Ministeri e per finire a persone che hanno fatto parte di queste Istituzioni e che adesso sono in pensione.

Come mai persone diverse, che lavorano in posti diversi, appartenenti a culture e formazione diverse, si sono trovate insieme in una impresa simile? All'inizio di questo lavoro molti di loro non si conoscevano in quanto l'idea del libro è nata leggendo un libro di Daniel Chiras, *Environmental Science. A framework for decision making*, giunto alla IX edizione, che mi fu indicato da un collega dell'Enea, Nicola Pacilio, oggi scomparso, pochi mesi dopo il mio arrivo in Enea. Questo libro è un eccellente esempio di *science for people writers*, categoria non molto presente in Italia, ovvero scrittori che scrivono scienza per il pubblico laico. Perché, allora, non far fare questo lavoro ai professionisti dell'ambiente e dell'energia? Molti, per primi amici carissimi, hanno risposto d'accordo. Restava un piccolo problema, però: cosa vogliamo scrivere e a chi specificatamente vogliamo rivolgerci. Su questo punto si è aperto il dibattito. Una cosa simile, infatti, può essere scritta per le scuole, per l'università, per i commercianti, per gli impiegati o per chiunque altro. Siamo allora tornati al testo ispiratore che conteneva una frase magica: *a framework for decision making*, alla quale ci siamo agganciati, con la consapevolezza che per l'Italia il problema principale in campo energetico e ambientale, oltre all'inquinamento ovviamente, è il prendere decisioni. Qualcuno di noi ha fatto notare a questo punto che il non prendere decisioni equivale a prendere decisioni perché la vita comunque continua: allora il problema non è prendere una decisione ma prendere buone decisioni. Il mondo della scienza e della ricerca è molto litigioso ma su questo punto, stranamente, ci siamo trovati subito d'accordo, vecchi e giovani, perché abbiamo riconosciuto che effettivamente nel nostro Paese esiste un problema di decisione in tutti i settori della politica e quindi anche per quelli che tratta questo libro. Stabilito questo punto, che ci permetteva di iniziare il lavoro con un minimo di condivisione, abbiamo riflettuto su tutto il resto.

Ritengo utile, anche per il lettore, spendere alcune righe per parlare degli Autori e della organizzazione del libro. Per semplificare il mio lavoro, quello di curatore generale, alcuni colleghi hanno avuto l'incarico di coordinare una parte dei 27 Capitoli. Altri colleghi, giovani perlopiù, hanno avuto l'incarico di supportarmi dal punto di vista editoriale, formando un vero e proprio Comitato di Redazione. Altri ancora sono stati nominati Responsabili dei 27 Capitoli e io, alla fine, ho acquisito il compito di coordinare tutto ciò e spingere ossessivamente gli Autori a rispettare le scadenze di consegna, assumendo quindi un ruolo scomodo, a volte sgradevole, ma necessario.

Ad ogni modo dopo un anno e tre mesi abbiamo avuto il risultato che avete davanti agli occhi. Non

spetta a noi dire se si tratti di un buon lavoro ma siamo sicuri che, lettori attenti, troveranno in questo libro, se non le decisioni giuste, almeno un aiuto ad una buona decisione.

I lettori più smaliziati certamente noteranno differenze di stile narrativo tra un capitolo e un altro, forse addirittura tra differenti paragrafi dello stesso capitolo, ed è vero. L'obiettivo però non era quello di unificare il linguaggio ma di fare incontrare diverse esperienze raccolte su un tema unico e quindi questa diversità di esposizione rappresenta per noi un valore aggiunto, anzi una ricchezza.

La maggior parte degli Autori, io per primo, opera nel mondo della ricerca o dell'insegnamento e quindi alla fine non tocca a noi prendere decisioni: in democrazia le decisioni le prendono i politici, il Governo e il Parlamento. Questo libro non si propone allora di sostituire il decisore, né di sostituire il protagonista della decisione. Sono convinto che il compito di tutti gli Autori sia quello di supportare con analisi corrette, senza ideologismi e senza partigianerie, la decisione politica in campo ambientale e energetico. Non siamo certi a priori che questo libro vada in questa direzione ma non possiamo fare a meno, dopo tanto lavoro, di sperarlo.

Gaetano Borrelli

Gli Autori, i Coordinatori e il Comitato di redazione

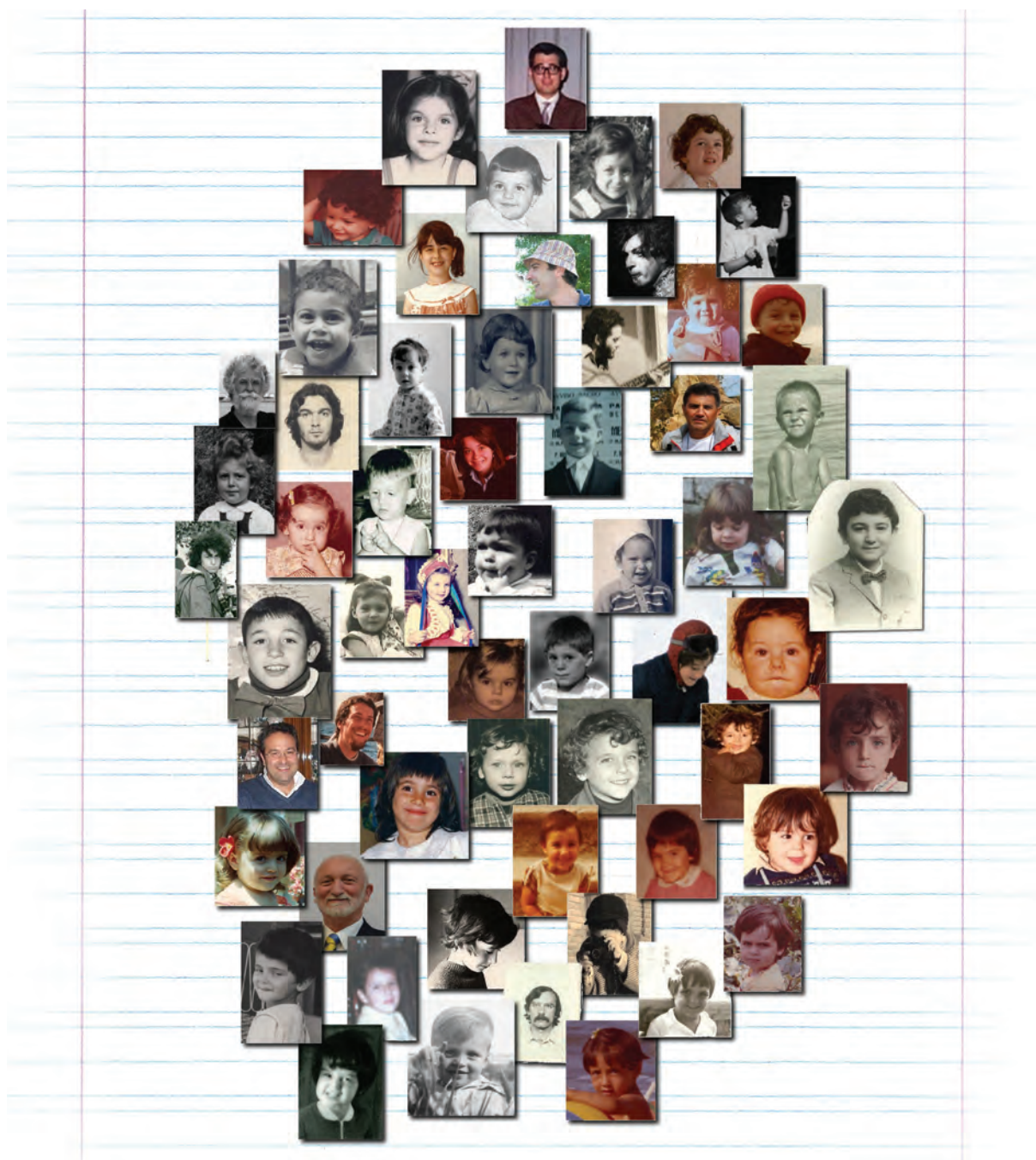
1. Ciro Accanito, laurea in Ingegneria chimica e master in statistica ed economia aziendale, Consulente ADR e Environment professional, Eni S.p.A.
2. Valentina Alberti, Laurea in Architettura, PhD student in Pianificazione Territoriale e Urbana, Dipartimento Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura "Sapienza", Università di Roma
3. Oscar Amerighi, PhD in Economics, I Ricercatore in Enea, Responsabile del Servizio Prospettive Tecnologiche per la Sostenibilità
4. Massimo Angelone, laurea in Geochimica e Vulcanologia, I Ricercatore Enea
5. Bruno Baldissara, laurea in Ingegneria, Ricercatore in Enea
6. Massimo Bastiani, laurea in Architettura, Coordinatore Tavolo Nazionale Contratti di Fiume
7. Mariantonia Bencardino, laurea in Ingegneria ambientale, Ricercatore di III livello presso l'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR
8. Andrea Bianco, laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Dottore di ricerca in Sociologia dell'Ambiente e del Territorio, Tecnologo III livello presso Ispra, Dipartimento Acque Interne e Marine
9. Emanuele Blasi, laurea magistrale in Scienze e Tecnologie Agrarie, Phd in Economia e Territorio. Assegnista di ricerca presso Università degli Studi della Toscana
10. Patrizia Bonanni, laurea in Chimica, Primo Tecnologo Ispra
11. Giovanni Bongiovanni, laurea in Ingegneria Nucleare, I Ricercatore, Enea
12. Antonio Boggia, laurea in Scienze Agrarie, Professore associato di Economia ed Estimo ambientale Università degli Studi di Perugia
13. Gaetano Borrelli, laurea in Sociologia e Filosofia, I Ricercatore in Enea, Professore a contratto "Sapienza" Università di Roma
14. Carlo Brini, laurea in Veterinaria, già Dirigente Veterinario ASL di Biella, Consulente veterinario
15. Silvia Brini, laurea in Chimica. I Tecnologo Ispra, Responsabile settore valutazione ambiente urbano
16. Leonardo Cannavò, laurea in Filosofia, Ordinario di Metodologia e tecnica della ricerca sociale, "Sapienza" Università di Roma **(Coordinatore)**
17. Alessandro Caramis, laurea in Sociologia, dottore di ricerca, Ricercatore Istat, Membro del Comitato Scientifico F.I.M.A.
18. Paola Carrabba, laurea in Scienze Naturali, Ricercatrice in ENEA
19. Adriano Ciani, laurea in scienze agrarie, Professore ordinario di Scienze zootecniche Università di Perugia
20. Mario C. Cirillo, laurea in Ingegneria, Responsabile Servizio Valutazioni Ambientali in Ispra **(Coordinatore)**
21. Paolo Clemente, Ingegnere Civile, Dottore di ricerca in Ingegneria delle Strutture, Dirigente di ricerca, Responsabile Prevenzione rischi naturali e mitigazione effetti, Enea **(Coordinatore)**
22. Cinzia Coduti, laurea in Giurisprudenza, dottorato in Diritto commerciale, Consulenza legale Area Ambiente e Territorio, Coldiretti
23. Andrea Sante Colosimo, laurea in Economia e Commercio, Ricercatore Enea
24. Carla Creo, laurea in Scienze Biologiche, specializzazione in microbiologia, I Ricercatore Enea
25. Antonella Crisari, laurea in Scienze Biologiche, Environmental professional Eni - Direzione HSEQ
26. Mauro Cristaldi, naturalista, Professore associato di Anatomia Comparata per Scienze Naturali, Dip. di Biologia e Biotecnologie "C. Darwin", Centro di Ricerca per le Scienze Applicate alla Protezione dell'Ambiente e dei Beni Culturali "Sapienza" Università di Roma

27. Francesca Cubeddu, laurea in Sociologia, “Sapienza” Università di Roma, Dottoranda in Teoria e Ricerca Educativa e Sociale, Università Roma Tre
28. Laura Cutaia, laurea in Ingegneria per l’Ambiente ed il Territorio, Dottorato di ricerca in Ingegneria dei materiali materie prime e metallurgia, Ricercatrice Enea
29. Roberta Delfanti, laurea in Chimica, Dirigente di ricerca in Enea, Responsabile Unità Tecnica Ambiente Marino
30. Lando Desiati, laurea in Scienze forestali e ambientali, Master di I livello in Progettazione e conservazione del giardino e del paesaggio, Master di II livello in Scienze della sicurezza ambientale, Commissario Capo del Corpo Forestale dello Stato
31. Barbara Di Giovanni, laurea in Giurisprudenza, Ricercatrice Enea
32. Iliara D’Elia, laurea in Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio, Dottorato in Ingegneria Civile presso l’Università degli Studi di Perugia, Ricercatrice in Enea
33. Cristina Di Leo, laurea in Scienze Biologiche e in Scienze Naturali, Environmental professional, Eni - Direzione HSEQ
34. Vincenza Di Malta, laurea in Sociologia e Urbanistica e Sistemi Informativi Territoriali. Ricercatrice. Dipendente di Capitale Lavoro SPA, Società in House della Provincia di Roma. Cultore della materia presso “Sapienza” Università di Roma
35. Luca Maria Falconi, laurea in Geologia, Ricercatore in Enea
36. Emanuela Fanelli, laurea in Scienze Biologiche, Dottorato in Ecologia e Gestione delle Risorse Biologiche, I Ricercatore Enea
37. Bruna Felici, laurea in Sociologia, Ricercatrice Enea
38. Andrea Fidanza, laurea in economia e commercio, Tecnologo Enea
39. Alfredo Fontanella, laurea in Ingegneria Chimica, I Ricercatore Enea
40. Cristiano Foschi, laurea in Scienze Biologiche, Dottore di ricerca in Igiene Industriale e Ambientale, Ospite presso il Dip. di Biologia e Biotecnologie Charles Darwin, “Sapienza” Università di Roma
41. Rosa Franzese, laurea in Scienze statistiche ed economiche, Funzionario statistico, Ministero delle infrastrutture e dei trasporti
42. Maria Gaeta, laurea in Ingegneria per l’Ambiente ed il Territorio, Ricercatrice Enea
43. Domenico Gaudioso, laurea in Ingegneria chimica, I Ricercatore Ispra, Responsabile Servizio Monitoraggio e Prevenzione degli Impatti sulla Atmosfera
44. Roberto Iacono, laurea in Fisica, I Ricercatore in Enea
45. Arianna Lepore, laurea in Chimica, Tecnologa presso Ispra
46. Carlo Manna, laurea in Ingegneria edile, ex Dirigente di ricerca Enea, consulente Ministero Ambiente **(Coordinatore)**
47. Fiorenzo Marinelli, laurea in Biologia, Istituto di Genetica Molecolare del CNR, Bologna
48. Marco La Monica, laurea in Economia e Gestione del Territorio, Dottorando in Economia e Territorio presso l’Università degli Studi della Tuscia di Viterbo in partnership con l’Enea
49. Sergio La Motta, laurea in fisica, I Ricercatore in ENEA, Rappresentante italiano nella Low Carbon Societies Research Network, Focal Point ENEA per il trasferimento delle tecnologie in ambito Convenzione sul Clima
50. Marco Migliozzi, laurea in Sociologia, Area Knowledge HSE in Eni, Comunicazione grafica, fotografia e art visual
51. Domenica Mirauda, laurea in Ingegneria Civile Geotecnica, presso Università della Basilicata, Ricercatrice di Ruolo presso la stessa Università, Amministratore Unico della società di spin-off accademico Enviromental Engineering Services srl (EES) **(Coordinatrice)**

52. Anna Rosa Montani, laurea in scienze politiche, Professore Associato settore disciplinare Sociologia del territorio, dell'ambiente e del turismo, "Sapienza" Università di Roma
53. Ernesto Napolitano, laurea in Scienze Nautiche, Ricercatore in Enea
54. Biagio Naviglio, laurea in Chimica industriale, I Ricercatore Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle Materie Concianti
55. Mariella Nocenzi, laurea in scienze Politiche, Ricercatrice di Sociologia e docente di Politiche sociali per il Governo locale, "Sapienza" Università di Roma
56. Laura Maria Padovani, laurea in Scienze biologiche, Dirigente di ricerca, Enea **(Coordinatrice)**
57. Barbara Pancino, laurea in Scienze e Tecnologie Agrarie, PhD in Politica Agraria. Ricercatore presso Università degli Studi della Toscana
58. Eleonora Pieralice, laurea in Operatore Statistico-Giuridico nella Pubblica Amministrazione. Ricercatrice, Responsabile Ufficio di Statistica Isfort (Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti)
59. Giorgio Pineschi, laurea in Ingegneria per l'ambiente e il territorio, Dirigente presso la Sogesid (Società in house del Ministero dell'ambiente)
60. Tanja Poli, laurea in Scienze politiche e delle relazioni internazionali presso la LUISS, consulente legale in materia ambientale
61. Ombretta Presenti, laurea in Scienze Politiche, Ricercatrice Enea
62. Claudio Puglisi laurea in Scienze geologiche, I Ricercatore, Enea
63. Marco Rao, laurea in Economia, Ricercatore Enea
64. Michele Reginaldi, architetto, dottorando in Pianificazione Territoriale e Urbana, "Sapienza" Università di Roma
65. Rita Salvatore, laurea in Lingue e letterature straniere, Dottorato di ricerca in Politiche sociali e sviluppo locale. Assegnista post-doc presso Università di Teramo
66. Mauro Sanciolo, laurea in Ingegneria chimica e master in management ed economia dell'energia e dell'ambiente, Environment professional Eni S.p.A
67. Lucia Scarpitti, laurea in Scienze statistiche e demografiche, I Ricercatore Enea, Dirigente presso il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali per 10 anni
68. Agata Scuderi, laurea in Chimica, Responsabile HSE Knowledge Management, Eni Spa
69. Nicola Stolfi, laurea in Ingegneria idraulica, Direttore "Gruppo 183" Associazione Onlus per la difesa del suolo e delle risorse idriche, ex Responsabile nazionale Ambiente Confederazione Italiana Agricoltori
70. Germana Szpunar, laurea in Scienze Naturali, Dottore di ricerca in Biologia Animale, Ospite presso Dipartimento di Biologia e Biotecnologie "Charles Darwin". Docente di Matematica e Scienze Istituto Salesiano PIO XI
71. Lucio Triolo, laurea in Chimica, consulente chimico Dip. di Biologia e Biotecnologie Charles Darwin, "Sapienza" Università di Roma
72. Teresa Dina Valentini, laurea in Sociologia, Responsabile HSE Planning, Control & Knowledge Eni corporate **(Coordinatrice)**
73. Virna Venerucci, laurea in Architettura, esperta in urbanistica ambientale, Ricercatrice in Ecoazioni
74. Vladimiro Verrubbi, laurea in Geologia, Dirigente di Ricerca in Enea
75. Marco Zavatarelli, Dottorato di Ricerca in Scienze Ambientali Marine, Ricercatore Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Fisica e Astronomia

Comitato di redazione

Gaetano Borrelli
Alessandro Caramis
Paola Carrabba
Teresa Dina Valentini
Rosa Franzese
Francesca Cubeddu
Vincenza Di Malta
Tanja Poli



Parte I

Sostenibilità, Scienza e Sistemi





Capitolo 1

Ambiente, metodo scientifico e società

Teresa Dina Valentini, Leonardo Cannavò, Paola Carrabba, Mario Cirillo

Introduzione

Cercare di descrivere il filo conduttore di un'opera così complessa non può che essere complesso a sua volta. Nel nostro Paese e nel nostro sistema educativo non sono molti gli esempi di attività di tipo transdisciplinare sia a livello di ricerca che di insegnamento. Di fronte a un mondo che continuiamo a definire globale rimane, sebbene appaia una vera contraddizione, una filosofia scientifica che è estremamente parziale, per non dire frammentaria.

Le conseguenze si manifestano principalmente su due livelli. Il primo attiene alla formazione tecnico-scientifica di una classe dirigente e coinvolge il sistema stesso dell'educazione; il secondo invece riguarda il processo di decisione politica. Possiamo comunque affermare che questi due livelli sono solo *artificialmente* separati. Difatti l'incapacità di prendere decisioni deriva proprio dalla *ignoranza* in senso latino che è un fenomeno ben presente nella nostra classe politica. Questo tipo di ignoranza, il non sapere, si manifesta con forza quando il tema è complesso e coinvolge differenti aspetti tra loro collegati. Potremmo dire che l'ignoranza è l'incapacità di riconoscere i collegamenti. L'effetto sinergico, definito come l'effetto in cui la mera somma delle parti non è uguale alla mera somma matematica, può essere considerato come un metodo esemplificativo: se noi abbiamo tre linee rette su un foglio, la somma è quattro perché, in considerazione dell'effetto sinergico, si avrà, oltre le tre linee, la possibile formazione di un triangolo. Spesso quello che avviene in natura o nelle società organizzate è simile all'esempio riportato. Tutto ciò porta a creare dualismi che sembrano irrisolvibili sia all'interno di categorie che nel confronto tra aspetti differenti. In termini economici, ad esempio, si parla oggi di dicotomia tra crescita e sviluppo, in termini ambientali di dicotomia tra protezione e conservazione, in termini sociali di dicotomia tra consenso e conflitto. Man mano poi che i problemi diventano più complessi le dicotomie tendono a divenire tricotomie o quadricotomie e così all'infinito. E' altrettanto chiaro che

a questo punto la decisione, di fronte a una preparazione alla complessità, diventa a sua volta complessa, fino a sfociare in una precisa decisione: non decidere. Sulla capacità di non decidere potremmo portare numerosi esempi: a livello globale è sufficiente ricordare i risultati delle varie Conferenze delle Parti sul clima, il cui ultimo insuccesso si è registrato a Varsavia; a livello locale, si potrebbe fare riferimento ai problemi del traffico urbano, alla cui base vi è l'incapacità di decidere a cosa devono essere funzionali le nostre città. Cionondimeno, come ci insegna Simon nel suo dilemma del prigioniero¹, alla fine una decisione bisogna prenderla e questa decisione può essere quella di non decidere. Può sembrare un paradosso, ma di fatto non è così. Se, ad esempio, un sindaco non chiude la città al traffico urbano di fronte a un forte inquinamento da polveri sottili, contravvenendo peraltro a una norma dell'Unione Europea, ha preso una decisione: ha deciso cioè che le polveri sottili non sono una priorità o non sono la sua priorità. Certo la democrazia non semplifica il problema della decisione. Eugenio Cossu, sindaco di una città media di circa 22.000 abitanti, quale Porto Torres in Sardegna, nel 1998 affermava testualmente che *eliminando gli ultraottantenni e anche gli abitanti fino a 12 anni, tutti i rimanenti esprimevano ognuno una esigenza differente che lui spesso non conosceva e questo rendeva difficilissimo la scelta su cosa fare*.

Il problema per quel sindaco era quindi cercare di decidere attraverso un processo di valutazione che gli consentisse almeno di conoscere, il contrario dell'ignoranza, quali fossero i desiderata della maggior parte dei suoi amministrati, in modo da poter prendere *buone decisioni*. Ecco, siamo arrivati al punto: le buone decisioni. Come già affermato, decisioni vengono comunque prese, non fosse altro che per inerzia del sistema. Il passaggio quindi è chiaro: dalle decisioni alle buone decisioni. Questo è il nostro obiettivo. Una sessantina di persone

¹ Simon H., (1984), *La ragione nelle vicende umane*, Il Mulino, Bologna

² Borrelli G. et al., (1999), *Impatto sociale e economico di un impianto sperimentale a fusione: l'esperienza di Porto Torres*, Rapporto Enea, Roma

lo hanno condiviso: ricercatori, docenti, tecnologi, che concordano sulla necessità di disporre di strumenti per la decisione. E' stato attivato un processo, all'inizio molto complesso e anche faticoso, in cui ognuno ha offerto la propria disponibilità a ragionare insieme ad altri e il proprio bagaglio di conoscenza, entrambi necessari al raggiungimento di un obiettivo empirico. Il problema era principalmente come raggiungere questo obiettivo. Gli Autori sono tutti convinti che un approccio di tipo esclusivamente reattivo non si addice alle scelte politiche. Proviamo a spiegare meglio questo importante passaggio. Il libro non contiene risposte a domande quali, *oggi mi si sono alzati i livelli di gas serra in città, cosa faccio?* Non si possono prendere decisioni durature se si parte dal criterio dell'emergenza. Al contrario si vogliono fornire esempi di buone pratiche riguardo al problema, in questo caso il traffico urbano. A questo il libro vuole arrivare con *pazienza*, basandosi su un modello un tempo definito di *educazione permanente*, senza però eccedere in aspetti teorici, filosofici o etici ma cercando di ricondurre la teoria alla prassi, nel nostro caso, la prassi della sostenibilità. Questo approccio spiega la composizione del testo che si ispira a un famoso libro statunitense *Environmental Science. A framework for decision making* edito da Daniel D. Chiras e giunto alla IX edizione³.

Lo scopo è semplice ed è ispirato a pochi principi.

- I. La decisione non può essere basata sul *modello libretto di istruzioni* dove alla fine si legge: quando tutti i vostri tentativi di far funzionare questo oggetto sono falliti, è il momento di leggerlo. La responsabilità politica non può funzionare in questo modo.
- II. I vari aspetti della decisione che non possono essere solamente ambientali, con buona pace degli ambientalisti, solamente economici, con buona pace degli economisti e solamente politici, con buona pace dei politici.
- III. La sostenibilità deve essere per il decision maker un ragionamento a breve, il tempo di un mandato per non cadere nell'iperuraneo.
- IV. L'energia e l'ambiente sono due aspetti delle politiche di sviluppo, locale, nazionale e ormai sovranazionale e non possono rispondere, rispetto alla decisioni, a logiche separate o addirittura discordanti.
- V. Il territorio è il luogo fisico dove si gioca la partita tra sviluppo e ambiente.
- VI. L'informazione, la comunicazione e la partecipazione del cittadino non possono essere

per gli amministratori puri incidenti di percorso, ma devono essere parte del processo decisionale.

VII. Il processo, deve essere descritto nelle sue fasi.

Da qui nasce l'indice del libro, anche esso frutto di una discussione ampia e di ragionamenti serrati.

Il libro è diviso in sei parti. La prima parte risponde alla domanda sul problema e per rispondere cerca di attualizzare i concetti di *Sostenibilità, Scienza e Sistemi*. La seconda parte risponde alla domanda sulla attualizzazione di questi concetti e per rispondere descrive *Le Risorse naturali*. La terza parte, *Trasformazione e utilizzo delle risorse*, risponde alla domanda su come il più grande predatore di tutti i tempi, l'uomo, abbia reso tali risorse utili ai propri bisogni. La quarta, *Gli Spazi umani*, risponde alla domanda di organizzazione di aree funzionali alla convivenza. La quinta parte risponde alla domanda su come l'uomo abbia modificato l'ambiente e tratta delle *Conseguenze della presenza umana*. La sesta, *La sostenibilità come sfida del futuro*, affronta il futuro e come sia possibile, attraverso l'adozione di nuovi modelli culturali, arrivare a un mondo migliore. Ultima questione non secondaria: questa opera sarà utile? La risposta però non ci spetta.

Per affrontare la *questione ambientale e energetica*, si è altresì convinti che una prospettiva inter e transdisciplinare sia la più adatta, perché solo con questo approccio sarà possibile fornire informazioni e strumenti a chi poi deve decidere, partendo da alcune semplici considerazioni.

A causa di una percepita necessità di anticipare, prevenire o ridurre gli impatti ambientali, si è diffusa una maggiore responsabilità presso le istituzioni pubbliche e private a prendere decisioni di tutela basate su un processo decisionale più partecipativo, trasparente, legittimato e accettato.

Le istituzioni legislative, normative, giudiziarie e i settori privati hanno dovuto misurarsi con problemi straordinariamente complessi di valutazione e bilanciamento di rischi, costi e benefici dello sviluppo, facendo emergere una maggiore necessità di assistenza tecnico-scientifica a carattere multi-disciplinare e multi-prospettico. Ne deriva una maggiore responsabilità sociale e politica per i decisori e gli esperti nel migliorare l'accettabilità della popolazione a convivere con i rischi ambientali. Infine le politiche pubbliche sono sempre più vincolate nel ridefinire obiettivi di sviluppo e di tutela in una dialettica conflittuale tra aspettative e interessi concorrenti presenti nella società.

Una impresa intellettuale deve misurarsi con istanze sociali, politiche, economiche e comportamentali nell'ambito della valutazione e gestione dell'ambiente: per questo richiede l'elevato concor-

³ Chiras D.D., (2012), *Environmental Science. A Framework for Decision Making*, The Benjamin Publishing Company, IX Edition, Inc. Melo Park USA

so e la cooperazione di varie discipline⁴.

Al libro collaborano studiosi appartenenti almeno a 15 ambiti disciplinari, di diverse istituzioni, Enti di ricerca, Università, Enti governativi e società pubbliche e private di differenti dimensioni.

Per rispettare il criterio di inter e trans-disciplinarietà abbiamo voluto che queste diverse esperienze si confrontassero all'interno di ciascun capitolo, cercando di rispondere insieme agli stessi quesiti:

- Quale è il problema, perché ne parliamo e quali impatti provoca.
- Come il tema è affrontato dalle normative attuali.
- E' possibile rintracciare sull'argomento storie di caso su temi ambientali ed energetici su cui si sono confrontati i decision maker nel corso della loro azione e come imparare da esperienze positive e magari anche da quelle negative.

La prassi per le buone pratiche all'interno del rapporto società e ambiente

L'obiettivo esplicito dello sviluppo sostenibile è di integrare le prospettive ecologiche, sociali ed economiche in un modello o schema di lavoro unico e comprensivo, in contrasto con la visione, ancora oggi dominante, secondo cui l'ambiente è una risorsa da trattare e sfruttare per un guadagno economico. A questo ultimo pensiero hanno cercato di porre rimedio le dichiarazioni internazionali che avevano l'intenzione originaria di trasferire la teoria della sostenibilità alla sfera locale. Questa operazione, presente ad esempio nella promozione delle Agende 21 locali, è in parte fallita per mancanza di gradualità. La traduzione di parole nate concettualmente, in un contesto dove ci si esprime in quella sorta di lingua-franca che è l'inglese internazionale, è stata di fatto il primo ostacolo che i decision maker si sono trovati davanti. Non si tratta di padroneggiare o meno una lingua ma di qualcosa di diverso, dovuto alla necessità di creare un concetto ancora non presente nel contesto linguistico locale. Parole come public awareness, citizen participation, information, education, capacity building, governance, stakeholders, sono espressioni che funzionano abbastanza bene quando sono parte del gergo e della retorica dei contesti negoziali globali. Il sociologo Ronald

⁴ Gran parte di queste considerazioni sono tratte da comunicazioni personali e letteratura grigia di Sergio Sartori. Cionondimeno si possono anche trovare in G. Borrelli e T. Guzzo (2011), *Tecnologia, rischio e ambiente. Tra interessi e conflitti sociali*, Bonanno Editore, Acireale. In questo libro i due Autori hanno raccolto molto del pensiero di Sergio Sartori

Robertson⁵ nella sua analisi sulla globalizzazione ha introdotto il concetto di *glocale*, sottolineando in questo modo che il globale e il locale non si escludono. Al contrario, il locale deve essere compreso come un aspetto del globale in una interazione dinamica. In questo senso va vista anche l'importanza crescente attribuita alle scelte locali per far fronte alle sfide ambientali globali⁶.

Le elaborazioni a livello internazionale, anche se non hanno raggiunto gli obiettivi prefissati, hanno favorito organizzazioni e associazioni a carattere locale che hanno cercato di realizzare il passaggio da una economia di frontiera a una sostenibile⁷, come era nell'intenzione degli ideatori della Conferenza di Rio del 1990. A livello di organizzazioni territoriali, anche tenendo conto della crisi di rappresentanza politica dei partiti, sono emersi nuovi criteri che ci consentono di considerare il concetto di sostenibilità in una ottica temporale breve: 5 anni, ovvero il periodo di permanenza di un decisore pubblico politico in un incarico. L'acquisizione di una ottica a breve che guarda alle generazioni presenti senza tralasciare una visione per il futuro, di fatto rompe gli schemi classici di razionalità meccanicistica e guarda invece a soluzioni che portano a maggiore coesione sociale nel breve tempo, consentendo di superare lo stallo che genera spesso l'immobilismo. In questo senso l'azione delle Amministrazioni Locali rispetto alla sostenibilità può essere definita in termini di:

- *Vantaggio relativo*: la misura con cui una politica economica viene percepita come migliore di quella che sostituisce. Il vantaggio relativo si misura non solo in termini economici, ma anche in termini di prestigio sociale, convenienza in senso lato e soddisfazione. A livello di scelta, un motivo per adottare una politica può essere il desiderio di guadagnare o mantenere uno status sociale elevato e con esso il consenso elettorale;
- *Compatibilità*: il grado con cui la politica è percepita come coerente con i valori delle comunità, le esperienze passate e le necessità del potenziale utente;
- *Complessità*: la misura in cui la politica è percepita come difficile da capire;
- *Sperimentabilità*: la misura in cui la politica può essere sperimentata su scala limitata. Un'innovazione sperimentabile in piccolo, senza

⁵ Robertson R., *Glocalization* (1995), *Time-Space and Homogeneity-Heterogeneity*, in Featherstone M., Lash S., Robertson R. (a cura di), *Global Modernities*, Sage, Londra, pp. 25-44. Si veda anche Robertson R., (1999), *Globalizzazione. Teoria sociale e cultura globale*, Asterios, Trieste

⁶ Borrelli G., Casali O., (2005), *Eco-democrazia: oltre l'individualismo*, in *Etica per le Professioni - Fondazione Lanza*, anno VII

⁷ Su questo argomento vedi Chiras D. D., op. cit.



mettere in gioco tutto il sistema precedente, è meno carica di incertezza.

Detto ciò si pone la questione di come può avvenire il passaggio dalla teoria alla prassi nel campo delle decisioni che riguardano la sostenibilità di un sistema territoriale locale. In politica, ad esempio, non vi è alcuna parte che neghi la necessità di una società sostenibile. Il disaccordo nasce quando si deve decidere il modo con cui arrivare alla sostenibilità. A questo punto nasce il conflitto e in generale il conflitto porta all'immobilismo, come è accaduto a livello globale nel campo dei negoziati internazionali sul clima dove non si riesce dopo anni ad uscire dalle *dichiarazioni di intenti*. A livello locale, al contrario, in base a un'interazione più profonda con il contesto, dovrebbe essere più semplice il passaggio ad una politica attiva che favorisca, sebbene in scala ridotta, l'implementazione di una politica ambientalmente sostenibile. Questa non è una fase meramente esecutiva, rigida e preordinata una volta per tutte, ma al contrario è una fase più ricca e più flessibile dove sono ammessi a partecipare cittadini prima esclusi, originando un processo continuo di apprendimento reciproco, di *trade off* tra istanze culturalmente, socialmente ed economicamente diversificate⁸.

A promuovere questo passaggio più che le teorie che fanno capo allo sviluppo sostenibile, aiutano le definizioni di *green economy* di cui si parlerà diffusamente nel capitolo 25. In questa sede riportiamo quella dell'Unep che sembra la più in linea con lo spirito di questo capitolo. L'Unep definisce la *green economy* come un'economia che genera un miglioramento del benessere umano e dell'equità sociale, riducendo in maniera rilevante i rischi ambientali e le scarsità ecologiche. In altre parole, la *green economy* include il punto di vista sociale e considera il *capitale naturale* quale risorsa economica e fonte di benefici per le comunità locali. L'obiettivo finale di *questa green economy* è quello di conciliare la dimensione economica e ambientale.

Questa definizione comprende la riduzione delle disegualianze e l'opportunità di crescita e miglioramento del livello e delle condizioni di vita per tutti. In estrema sintesi, una pianificazione dovrebbe garantire spazi non solo utilizzati nel modo più idoneo, ma anche più umani attraverso la valorizzazione dei fattori naturali disponibili localmente ovvero la verifica della disponibilità e la rinnovabilità di tutti i fattori primari dell'ambiente costruito, quali la materia, l'energia, l'acqua, l'alimentazione, il suolo, i rifiuti e la verifica dei suddetti bilanci eco-

logici, nonché la valorizzazione dell'informazione e della cultura locale, attribuendo a tale processo una funzione chiave per l'elaborazione del modello di sviluppo sostenibile da mettere a punto.

Sul piano più operativo il decision maker dovrebbe stabilire limiti e confini per gli interventi sul territorio, in modo da rispettare la *scala umana* degli insediamenti urbani e produttivi oltre che l'integrità ecologica del tutto.

Magnaghi suggerisce di prendere in considerazione essenzialmente i seguenti strumenti⁹:

1. *Limite di carico antropico*. Si presuppone l'applicazione del concetto di *carrying capacity* dei sistemi territoriali, e quindi la determinazione di soglie ambientali e l'assunzione del concetto di compatibilità ambientale. Entrambi permettono di individuare quanto una trasformazione può essere accettata dall'ecosistema senza che in esso si introduca un abbassamento della soglia.

2. *Limiti al consumo di suolo*. C'è il bisogno di porre un riparo ai processi di «cementificazione del territorio» e al consumo abnorme di suolo agricolo, introducendo elementi di riequilibrio fra gli insediamenti e le singole bioregioni.

3. *Limiti al consumo energetico*. Sostituzione progressiva delle fonti energetiche fossili con rinnovabili e pulite sulla base di strategie basate sui bilanci energetici commisurando il prelievo di energia alle capacità generative e rigenerative delle fonti.

4. *Limiti alla produzione dei rifiuti*. Per ogni tipologia di rifiuto occorre chiudere il ciclo ad una scala appropriata di intervento.

5. *Limiti all'emissione di sostanze inquinanti nell'aria, acqua e suolo*. Non c'è dubbio che le politiche sovranazionali e nazionali di riduzione degli inquinanti abbiano posto delle soglie di emissione secondo una logica preventiva e, ove non fosse possibile, hanno correttamente caldeggiato l'approccio precauzionale.

6. *Limiti nell'artificializzazione del territorio*. Gli ecosistemi urbani vanno inseriti in società locali, intese come somma delle comunità insediate tra loro cooperanti con la delimitazione di confini del territorio dell'abitare e dei suoi tessuti produttivi. Uno sforzo concettuale, metodologico e procedurale, che è anche contemporaneamente trasformazione culturale che si presenta assai lento e complesso nel passaggio dalla teoria alla pratica. Esso è solo agli inizi e va perseguito con convincimento.

Detto tutto ciò, emergono oggi alcuni elementi di novità non trascurabili di cui tener conto nell'implementazione delle politiche relative alla *green economy*, fra i quali il ruolo da assegnare agli *stakeholder*. Parlarne significa, se si vuole dare un senso concre-

⁸ Sartori S., (1986), *Politiche ambientali e innovazione tecnologica. Sinergismi e antagonismi*, RTENEA STUDI, Enea, Roma

⁹ Magnaghi A. [a cura di], (1998), *Il territorio degli abitanti: società locali e sostenibilità*, Dunod, Milano

to alle parole, cogliere le relazioni ecologiche insite all'interno della parola stessa. Il coinvolgimento degli stakeholder non avviene per *grazia ricevuta* ma attraverso politiche possibilmente condivise soprattutto a livello locale che necessitano di metodologie e tecniche. Queste metodologie e tecniche vanno sperimentate prima a livello locale e via via a livelli territoriali più ampi. In tutto ciò lo *stakeholder politico* ha un ruolo determinante in questi processi. Dei metodi di partecipazione del cittadino rispetto alle situazioni locali si parlerà nel Capitolo 27.

Il principale problema nell'affrontare questi temi resta comunque una delle sfide delle società industriali. Queste società hanno sviluppato negli anni un grande numero di figure professionali specializzate nell'affrontare i temi ambientali: esperti di inquinamento, esperti di energia, studiosi della flora, della fauna e in generale di qualsiasi altro settore coinvolto nelle tematiche non solo ambientali ma anche del rischio che una cattiva gestione dell'ambiente trascina con sé. Purtroppo questi specialisti non hanno sviluppato, come i tempi richiedevano, una visione generale delle tante facce dell'ambiente. A differenza di altri Paesi, in Italia le figure in grado di leggere e trattare in maniera generale le problematiche ambientali sono state poco presenti o considerate come esperti di seconda categoria, proprio mentre la società civile si organizzava per poter partecipare in prima persona alla realizzazione della sostenibilità. Questa coscienza diffusa coagula istanze collettive e potenzia richieste di azione che non trovano risposte nelle forme consolidate di rappresentanza politica espressa dai partiti tradizionali, visti in molti casi come una controparte.

La realizzazione di progetti infrastrutturali nei paesi sviluppati, ad esempio, è resa sempre più problematica dall'opposizione delle popolazioni interessate dagli interventi. Anche quando viene riconosciuta la necessità di realizzare tali progetti, non ne viene accettata la localizzazione all'interno delle comunità prescelte. La conflittualità che ne consegue finisce per trascinare i processi decisionali in situazioni di stallo dalle quali è difficile uscire. In altre parole, il decisore politico semplicemente *non sa cosa fare*.

Paradossalmente, la categoria di interventi maggiormente colpita dalla conflittualità è costituita dalle opere finalizzate ad un miglioramento della situazione ambientale attraverso il trattamento delle sostanze inquinanti, come i depuratori delle acque o gli impianti di smaltimento dei rifiuti solidi civili e industriali.

Il problema naturalmente non è solo italiano. Negli Stati Uniti, ad esempio, la capacità di smaltimento dei rifiuti industriali su base annua è diminuita nel

corso dell'ultimo decennio per l'impossibilità di trovare sostituti alle discariche che progressivamente andavano colmandosi. Si assiste pertanto allo strutturarsi da parte dei cittadini di una domanda sempre più vasta di coinvolgimento diretto nei processi decisionali pubblici, in particolare nel campo delle politiche di gestione dell'ambiente.

Il fenomeno è vasto e profondo: investe tutti i settori delle politiche pubbliche e il mondo industriale ed assume una sua specificità ed originalità nel campo della gestione dell'ambiente, in altri termini dello sviluppo. In sostanza, si pone il problema del consenso sulle scelte che incidono direttamente sul territorio e sulla qualità della vita dei cittadini che diventa un requisito per la buona riuscita di piani, programmi e interventi di salvaguardia ambientale.

Esiste nel nostro Paese una domanda consistente su questi temi, sia da parte degli enti pubblici che privati. Nessun *manager*, sia esso un funzionario pubblico o un responsabile di azienda, può fare a meno di confrontarsi con i temi del consenso e della trasparenza in relazione a tutte quelle azioni che incidono direttamente sull'ambiente, il territorio e la qualità della vita dei cittadini. Da ciò scaturisce la necessità di figure, siano essi ingegneri, fisici, naturalisti, sociologi, in grado di leggere e gestire in modo integrato i problemi ambientali e che assumano il compito di trasformare le criticità ambientali in temi di discussione *popolari*, il che non vuol dire, però, banalizzare gli argomenti. Si tratta di creare, invece, una visione generale delle criticità e di suggerire soluzioni, di passare cioè da una politica ambientale *reattiva* ad una politica ambientale *attiva* che tenga conto della necessità di addivenire ad una società ambientalmente più sostenibile.

Nella nostra società la gestione dell'ambiente si salda sempre più con i *disastri naturali*, le *emergenze catastrofiche*, gli *stress* in aree industriali congestionate, l'azione endemica e l'effetto stock di molte sostanze prodotte dall'uomo e immesse nei cicli vitali e le situazioni di inquinamento in traccia diffuso e persistente (Capitoli della parte V). Il tutto all'interno di uno spazio che diventa sempre meno capace di assorbire le azioni dell'uomo. Si pensi anche a offese quali il rumore, i campi elettrici e magnetici, le deturpazioni paesaggistiche che si aggiungono alle crisi ambientali globali come le piogge acide, il buco dell'ozono e l'aumento della CO₂ con il conseguente effetto serra e scioglimento dei ghiacciai. Le criticità ambientali sono altresì ben visibili nella vita di tutti i giorni sotto forma di traffico, rifiuti, inquinamento nei luoghi chiusi e nel settore dell'agricoltura intensiva.

La decisione politica va misurata non solo in termini di benefici ambientali, ma anche in termini di efficienza economica e politico-elettorale.



Vanno resi disponibili strumenti, anche se parziali, che consentano di avanzare nel senso di decisioni che ottimizzano l'insieme di questi obiettivi, attraverso informazioni sugli strumenti per raggiungerli e realizzarli, arrivando alla fine ad una buona decisione nell'ambito di una *politica attiva*.

Il concetto di politica attiva è l'anello di congiunzione tra la società e l'ambiente. Attraverso, infatti, le politiche pubbliche inerenti alla tutela dell'ambiente e della salute si cerca di superare la sostanziale incertezza circa le cause e gli effetti di molte attività produttive di servizi e di beni di consumo. Uno stato di incertezza che si può far risalire ad almeno quattro cause:

- incertezze sulle definizioni e sui confini del campo di fenomeni da considerare, derivanti dal disaccordo sul significato e sull'interpretazione di concetti chiave;
- incertezze sui fatti scientifici, a seguito di disaccordi su dati e modelli interpretativi, sulle probabilità e magnitudo delle conseguenze, sui rapporti causa-effetto, sui modi di esposizione;
- incertezze circa la percezione degli atteggiamenti relativi ai rischi, con disaccordo su ciò che può costituire un livello accettabile di rischio;
- incertezze sui valori, a seguito dei disaccordi su ciò che è desiderabile o valido come processo decisionale di scelta tecnologica.

La cultura politico-amministrativa pubblica, incaricata di trovare soluzioni sapendo che qualunque decisione incide su interessi di parte, è costretta a muoversi in un campo conflittuale. Deve cercare di trovare referenti *oggettivi* in grado di *dimostrare e convincere* le parti della validità del suo intervento di campo e procedurale. La cultura politico-amministrativa guarda naturalmente alla cosiddetta *oggettività scientifica*, che andrebbe semmai tradotta in validità, valutata e dimostrata, e non considerata una qualità acquisita. Il *paradigma* che promana da tutto ciò sembra chiaro: puntare tutto sull'oggettività della conoscenza scientifica circa i fenomeni in gioco, sperando di ritrovare l'unità della scienza stessa e dei suoi sostenitori. Con una migliore conoscenza dei fenomeni, inoltre, l'intervento normativo può anche sperare di ridurre l'iniquità nella distribuzione dei suoi costi e benefici, oltre che la sfiducia e il sospetto verso la tecnologia.

Il dato negativo è la forte polarizzazione e la dialettica scarsamente costruttiva che, tra queste diverse visioni, scaturisce ai fini della capacità politico-sociale di prendere decisioni, permettendo agli individui di adattarsi e di sfruttare le condizioni naturali di vita più di quanto apparentemente possano

i meccanismi biologici. Questa capacità decisionale permette al consorzio di persone di rafforzarne le capacità di azione. Permette di realizzare differenziazioni ed elasticità, quindi adattamento a situazioni nuove. La peculiarità che caratterizza la specie umana è l'abilità a prendere decisioni e a prenderle in modo da ottimizzare i risultati sociali attesi.

Specialisti di varie discipline, in particolare economisti, analisti decisionali, scienziati politici ed esperti di management, vanno da tempo sostenendo l'essenzialità di decisioni prese dai governi centrali e locali in maniera razionale, cioè scientificamente assistita. Solo in tal modo si possono conseguire obiettivi sociali più consoni e a costi minori. Nel contempo scienziati sociali di orientamento filosofico, storico, psico-sociale, antropologico vanno sostenendo con sempre maggior forza la necessità per gli stessi governi di tenere conto nelle loro politiche dei determinanti più profondi e di lungo periodo.

L'uscita da questa zona di incertezza è connessa soprattutto a una nuova capacità politico-istituzionale di governo dei problemi e di definizione dei propri obiettivi circa lo sviluppo auspicabile da parte delle società..

Scienza e metodo scientifico: le chiavi per capire i problemi e produrre soluzioni

La tutela dell'ambiente si caratterizza per la necessità di non poter prescindere dalla conoscenza scientifica dei meccanismi che controllano l'emissione di sostanze contaminanti, la loro dispersione nell'ambiente, l'eventuale accumulo in determinate matrici ambientali o in taluni organismi, gli effetti che determinano e il loro destino finale. Basta pensare al rilascio nell'atmosfera di sostanze inquinanti da parte delle molteplici attività umane, di come queste sostanze si disperdono nell'aria a causa dei venti e dei moti turbolenti dell'atmosfera, di come vanno incontro, nel frattempo, a molteplici trasformazioni chimiche e fisiche per poi depositarsi al suolo o sulle acque, talvolta vicine, altre volte a lunghe o lunghissime distanze fino a migliaia di km dal punto di immissione. Una volta depositate intervengono ulteriori processi di mobilitazione da un comparto all'altro del suolo, dalle acque superficiali a quelle sotterranee, di accumulo in determinati recettori come le piante e, attraverso la catena trofica, negli animali giungendo fino all'uomo.

Ogni passaggio, tra quelli sommariamente accennati, per essere analizzato implica conoscenze scientifiche molteplici a cui si aggiunge la necessi-

tà di conoscenze ingegneristiche per caratterizzare correttamente dal punto di vista qualitativo e quantitativo le emissioni dai processi industriali, dai veicoli e dalle altre attività antropiche, nonché di conoscenze mediche per analizzare gli impatti sulla salute umana. Emerge anche in questo caso la multidisciplinarietà e transdisciplinarietà.

Secondo De Mauro¹⁰ interdisciplinare significa che riguarda discipline diverse tra le quali è possibile individuare elementi comuni, connessioni e affinità e la transdisciplinarietà indica la possibilità di fare emergere dal confronto delle discipline l'esistenza di nuovi dati che fanno da giunzione o snodo tra le discipline stesse¹¹. Ma c'è di più: l'interazione continua di un enorme numero di processi fisici, chimici e biologici, nonché tecnologici, economici e sociali, fa sì che in qualche modo il tutto sia costitutivamente diverso dalla semplice somma delle parti. Questa linea di pensiero di fatto mette in discussione il paradigma riduzionista per il quale la chimica è interamente riducibile alla fisica, la biologia alla chimica e così via. In linea di principio anche il comportamento individuale o sociale potrebbe essere spiegato esclusivamente sulla base delle proprietà delle particelle elementari costituenti la materia. Gli studi di matematica applicata alla meccanica dei corpi celesti di Henri Poincaré¹² alla fine del XIX secolo hanno portato alla sconcertante scoperta che anche solo il moto di tre corpi celesti interagenti può manifestare un comportamento caotico. E' il cosiddetto caos deterministico che successivamente, a partire dagli anni '60 e '70 del secolo scorso, ha definito la teoria del caos.

Sempre a partire dagli stessi anni si cominciò a studiare sistemi molto complessi – tipicamente fluidodinamici e biologici – che manifestano una capacità sorprendente a organizzarsi e ad avere comportamenti *semplici*. Uno dei filoni di ricerca sull'argomento, che ha avuto notevole risonanza anche tra i non addetti ai lavori, è quello avviato da René Thom e noto come *Teoria delle catastrofi*. Dunque, sistemi semplici che possono avere comportamenti caotici e sistemi molto complicati, dai quali sarebbe ragionevole aspettarsi solo una dinamica caotica, che invece manifestano comportamenti semplici: sono queste le problematiche alla base della *teoria della complessità*, un ambito di ricerca della matematica legato ai comportamenti complessi non lineari dei sistemi dinamici le cui applicazioni vanno dalla fisica alla biologia all'economia. Uno degli esiti più sorprendenti, tuttora fonte di rifles-

sioni e discussioni, è che il comportamento collettivo di un sistema può in qualche modo travalicare quello dei suoi componenti: è la transdisciplinarietà che, per venire a capo dei *fenomeni emergenti* relativi al comportamento collettivo di un sistema che *va oltre* quello dei suoi componenti, deve concentrare l'analisi non tanto o non solo sulle proprietà costitutive dei componenti il sistema, quanto sulle relazioni e quindi le interazioni tra le diverse componenti.

L'ambiente è un sistema di questo tipo, con tutte le complicazioni che ne conseguono a causa dell'ancora predominante tendenza alla specializzazione piuttosto che alla ricerca di modelli operativi adeguati, trasferibili sia al vasto pubblico che ai decisori.

Luciano Gallino¹³ afferma che una maggiore razionalità locale e globale è possibile solo se si acquisisce la consapevolezza di trovarsi di fronte a sistemi complessi di dimensione planetaria alcuni dei quali sono naturali, mentre altri, come gli insediamenti urbani, sono artificiali e che le azioni compiute dall'uomo su questi sistemi possono essere talora manipolatorie, talora creatrici, talora deliberatamente ricorsive.

Molti processi ambientali ed economici sono caratterizzati dalla presenza di relazioni che non li rendono lineari al punto da non poter essere analizzati attraverso una persistente attitudine *meccanicista* che porta a previsioni certe che non possono esserlo. Pensare che si possa prevedere l'andamento del clima o quello del mercato alla stessa maniera con cui si prevede la traiettoria di un proiettile è alla base di questo fraintendimento. Eppure questa attitudine meccanicista pare tuttora molto presente anche fra i tecnici, i ricercatori, gli addetti ai lavori, gli specialisti, gli esperti.

L'attuale approccio educativo non aiuta, anzi ostacola, lo sviluppo di una cultura più attenta alla complessità e meno incline alla visione meccanicista della realtà. Se i nostri giovani non si abituano a concezioni più olistiche continueranno a pensare che le previsioni che vengono loro propinate sono oro colato. Analogamente si ritrovano le stesse dinamiche nei processi di decision making che riguardano le scelte decisionali in ambito istituzionale o aziendale. La visione meccanicistica si trasforma nel *pass part eau* per trovare la soluzione in quelle situazioni in cui dominano l'incertezza, la contrapposizione di posizioni e la mancata unicità. Spesso in poco tempo cade l'illusione e il problema rimane tale e quale privo degli alibi tecnico-scientifici che avevano rappresentato l'unica via per superare l'empasse.

¹⁰ De Mauro T., (2000), *Il dizionario della lingua italiana*, Paravia

¹¹ Carta della transdisciplinarietà redatta nel 1994 da Lima de Freitas, Edgar Morin, Basarab Nicolescu

¹² Poincaré H., (1892- 1899), *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, Tre Volumi, Gauthier – Villars, Parigi

¹³ Gallino L., (2007), *Tecnologia e democrazia. Conoscenze tecniche e scientifiche come beni pubblici*, Einaudi, Torino, pag. 168



La gestione sociale del rischio

Gli ultimi decenni del secolo scorso sono stati caratterizzati da una attenzione sempre crescente alla gestione del rischio, come fattore determinante nei processi decisionali. La concomitanza di fenomeni quali l'ambientalismo (vedi Capitolo 4), il progressivo depotenziamento del mito del progresso nonché evidenti fenomeni sociali che evidenziano un degrado oltre ogni ragionevole spiegazione, hanno portato a pensare e a riformulare, il rapporto tecnologia-ambiente-società nel mondo occidentale. Nell'ambito di tale dialettica si colloca la decisione di ciò che si può perdere oggi e di ciò che si intende sottrarre - con diversi gradi di incertezza - alle future generazioni. Alcuni studiosi sono arrivati anche a formulare il concetto della società del rischio, partendo dal presupposto che da sempre l'uomo ha dovuto fare i conti con il pericolo, l'altra faccia del rischio, passando da una visione esogena, il pericolo, ad una endogena, il rischio.

Il tema del rischio presenta mille risvolti, ponendosi a cavallo tra scienza e cultura, tra individualismo e collettività, tra statistica e percezione. A livello lessicale con rischio si intendono differenziate fenomenologie di fenomeni. Il rischio si può analizzare sia come situazione che comporta probabilità più o meno definibili di danni di vario ordine e grado, sia come complesso di atteggiamenti e motivazioni, ovvero a variabili variamente ricollegabili a modelli culturali e rappresentazioni o immagini sociali¹⁴.

A fianco degli approcci scientifici di matrice statistico-ingegneristica, basati su complessi modelli matematici, gli studi sociali del rischio hanno indicato un ampio campo transdisciplinare di ricerca ed intervento, collocabile nell'alveo delle scienze umane e sociali e, pertanto, sensibile alle suggestioni della psicologia della conoscenza e della percezione, della psicologia sociale, dell'antropologia, della sociologia, dell'economia, all'interno del quale possono individuarsi varie e significative asimmetrie, sul piano metodologico come su quello sostantivo, la qual cosa sembra essere in linea con le esigenze avanzate dagli specialisti e più ampiamente dall'Unione europea¹⁵.

Sul piano metodologico, che definisce il tipo di approccio adottato per *trattare* il rischio, potremo distinguere fra precise specializzazioni. Ad esempio, le distinzioni consolidate nella letteratura specializzata: risk assessment, risk management, risk communication.

¹⁴ Cannavò L., (2003), *Conoscenza esperta e studi sociali del rischio*, Roma, Euroma, La Goliardica

¹⁵ De Marchi B., (1995), *Environmental Problems, Policy Decisions and Risk Communication: What is the Role for the Social Sciences?*, Science and Public Policy, 22, 3, June, pp. 157-61

Solo verso gli anni Sessanta il problema del rischio è diventato oggetto di analisi anche nelle scienze sociali in senso più lato, che hanno enfatizzato, fra i vari approcci al problema del rischio, quelli più attenti alle dimensioni dell'incertezza e dell'indecidibilità¹⁶. Nel dibattito politico, ancora, il concetto di rischio serve ad indicare un pericolo di conseguenze negative indesiderate¹⁷.

Le definizioni lessicali comunemente accettate identificano nel rischio la possibilità di conseguenze dannose o negative a seguito di circostanze non sempre prevedibili¹⁸. A livello tecnico prevalgono definizioni di rischio a carattere ingegneristico, più quantitative, come quella che lo definisce come prodotto della frequenza prevista di accadimento per la magnitudo delle sue conseguenze.

Questa nozione di rischio rientra nella cosiddetta *valutazione probabilistica del rischio* che costituisce il campo di ricerca più sviluppato e più istituzionalizzato cui fanno riferimento la gran parte degli atti di decisione pubblica e di elaborazione di politiche di gestione¹⁹.

Si devono però attendere gli anni Ottanta per trovare esplicite formulazioni in merito alla relatività socio-culturale del rischio, ad esempio Douglas e Wildavsky²⁰. Kaprow sostiene che qualunque cosa noi scegliamo di definire dannoso o perfino inquinante (...) è sempre determinato dalla cultura e non dalla natura. Noi utilizziamo elaborati schemi su ciò che è dannoso, perché abbiamo bisogno di tali schemi per sopravvivere²¹. Sicché, in linea con tale impostazione, può affermarsi che la percezione pubblica del rischio e i suoi livelli di accettabilità si prospettano come autentiche costruzioni sociali²².

Le analisi sociali del rischio, pertanto, si sono orientate a tenere in dovuto conto i diversi modi di percepire il rischio, per come inferibili dagli atteggiamenti e comportamenti dei gruppi sociali e professionali interessati, da contestualizzarsi in cornici di riferimento strutturali, culturali e socio-psicologiche. Ciò consente di comprendere perché alcuni rischi sono considerati più familiari di altri, alcuni più rari ed altri più probabili, perché si tende ad ignorare i rischi che derivano da libere scelte, anche se possono causare gravi conseguenze, come il fumo, l'alco-

¹⁶ Valentini C. (1992), *Analisi e comunicazione del rischio tecnologico*, Liguori Editore, Napoli

¹⁷ Marinelli A. (1993), *La costruzione del rischio, modelli e paradigmi interpretativi nelle scienze sociali*, Franco Angeli, Milano

¹⁸ Sartori S. (1991), *La percezione del rischio nella VIA*, in Beato [a cura di], sez. II, cap. 2

¹⁹ Beato F. (1990), *Rischio e comunicazione*, Ecologia antropica, II, 2-3

²⁰ Douglas M., Wildavsky A. (1982), *Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers*, Berkeley (CA): University of California Press.

²¹ Kaprow L. M. (1985), *Manufacturing Danger: Fear and Pollution in Industrial Society*, *American Anthropologist*, 87, pp. 342-56

²² Beato F. (1990), op. cit.

ol, le sostanze psicotrope in alcune società, oppure quei pericoli quotidiani che diventano una caratteristica intrinseca del nostro operare.

Il rischio richiama comunemente una accezione negativa e ignorarlo significa correre un pericolo ed assumere un atteggiamento irresponsabile. Ne consegue quindi che il rischio rimanda ad un concetto di responsabilità che si esprime attraverso la consapevole presa di decisioni. Questo processo è normalmente definito come risk management; esso si pone come sintesi della risk production, approccio che considera le cause del rischio un attributo dei processi che lo producono, della risk analysis, approccio che stima le conseguenze e le probabilità di accadimento di un evento indesiderato; della risk perception, approccio che analizza le rappresentazioni mentali e culturali alla base dei processi di accettazione, nonché del decision making.

Il risk management, che ha una grande importanza all'interno delle decisioni pubbliche, tratta le seguenti tipologie di rischi:

- rischi convenzionali, ovvero i rischi intrinseci ad un processo e ad un prodotto, che si manifestano solo in caso di incidenti e la cui magnitudo risulta circoscritta;
- rischi specifici collegati all'esposizione, spesso inerente all'uso di determinate sostanze che per le loro proprietà possono originare danni a breve e a lungo periodo sulle persone, cose e ambiente (comunemente definiti fenomeni di inquinamenti strisciante);
- rischi potenziali di grande magnitudo, causati da incidenti con effetti di ampie dimensioni e con conseguenze anche per le future generazioni;
- rischi emergenti, fenomeni di cui si intravede il potenziale pericolo anche se non vi sono evidenze scientifiche tali da definirne la frequenza e la magnitudine: rischi che richiedono una gestione basata sull'approccio precauzionale.

Questa schematizzazione consente di diversificare il rischio rispetto alle situazioni che potenzialmente potrebbe generarlo. Esemplicando, si va da incidenti rilevanti a situazioni rischiose dovute ad azioni prolungate di stress sul territorio, a scelte individuali di mettere in pericolo la propria vita, fino ad abitudini apparentemente innocue che col tempo manifestano tutto il loro potenziale di pericolo.

Tenuto conto delle diverse tipologie di rischio, il più ampio problema dell'accettabilità del rischio e della distinzione tra esposizione volontaria e involontaria al rischio stesso, non consente una interpretazione unica del fenomeno che sarebbe particolarmente utile al decisore, ma richiede una valutazione

di caso in caso con l'utilizzo di tecniche diverse che tengono conto anche del grado di conoscenze dei fenomeni così come delle diverse interpretazioni scientifiche. Detto ciò il decisore con responsabilità di gestione del rischio deve tener conto di quattro punti caratterizzanti:

- il rischio non può essere considerato solo come proprietà intrinseca di un processo, ma anche come risultato di un *costrutto sociale*, basato sui modelli culturali, le aspettative, gli interessi di un sistema sociale organizzato;
- la valutazione del contesto sociale ed economico assume un ruolo prioritario sia nella scelta dell'approccio analitico sia nell'approccio decisionale;
- le preferenze, le conoscenze e le valutazioni soggettive trovano uno spazio di rappresentatività alla stregua delle evidenze tecniche e statistiche;
- il processo deve prendere in considerazione tutte le variabili in quanto sistemi complessi richiedono un approccio multi prospettico ed eco sistemico, come meglio si spiegherà nel Capitolo 3.

Quanto descritto non ha ovviamente alcuna pretesa di esaustività, ma può servire a render conto di come gli studi sociali sul rischio si muovano non in un'ottica di semplificazione del rischio, perseguita molto spesso dalle concezioni statistiche del rischio, ma in un sistema di riferimento in cui la complessità della situazione viene mantenuta in quanto portatrice di informazioni che altrimenti si perderebbero. Si viene così a definire un campo transdisciplinare di ricerca che può essere sviluppato solo imperfettamente giustapponendo competenze esperte differenti (la vecchia ottica dell'interdisciplinarietà), le quali, al contrario, necessitano di un'integrazione transdisciplinare.

Necessità di approcciare il territorio a livello ecosistemico

La necessità di approcciare la pianificazione territoriale a livello ecosistemico, nelle dimensioni e nelle accezioni pur allargate a cui la cultura scientifica contemporanea si riferisce, ha bisogno di una netta virata nei canoni di conduzione dei processi di pianificazione e di progetto del territorio. Gli esiti del tavolo tecnico istituito dal Ministero dell'Ambiente, *Ecoregioni, biodiversità e governo del territorio. La pianificazione d'area vasta come strumento di applicazione dell'approccio ecosistemico*²³, hanno evidenziato le ne-

²³ http://www.minambiente.it/export/sites/default/archivio/allegati/biodiversita/Verso_la_strategia/TAVOLO_5_PAESAGGIO_completo.pdf



cessità emerse in questo ambito nella gestione del territorio italiano:

- Produrre conoscenza di base da parte delle pubbliche amministrazioni nei settori delle scienze naturali e delle scienze del territorio per consentire l'elaborazione di progetti ambientali avanzati e di rivalutare le conoscenze diffuse e provenienti da fonti non codificate.
- Promuovere attività di ricerca e attività formativa di tipo interdisciplinare all'interno degli atenei italiani, al fine di creare il substrato scientifico e culturale necessario ad affrontare queste problematiche complesse.
- Definire la terminologia. Acquisire, nella sperimentazione concreta, protocolli e metodologie già in uso nella geobotanica applicata, nelle scienze naturali, nell'ecologia applicata e nella pianificazione ambientale e urbanistica, con una forte capacità di integrazione; indicazione per ogni piano, del contesto territoriale, delle scale e del livello di indagine (es., relativi ai livelli gerarchici in uso nell'ecologia), dei target individuati, degli indicatori e degli eventuali modelli utilizzati.
- Promuovere un flusso di informazioni e conoscenze tra tutti gli attori coinvolti nei processi di pianificazione, gestione e progettazione di reti ecologiche; messa in rete degli enti pubblici, atenei, enti di ricerca, associazioni di categoria, associazioni non governative, enti di gestione delle aree naturali protette.
- Partecipazione disciplinare allargata in tutte le fasi della pianificazione e della programmazione territoriale, soprattutto a livello locale (provinciale e comunale) assicurando apporti di conoscenza e di supporto alla decisione in particolare nei settori della fauna, della flora, della vegetazione, dell'ecologia (in particolare dell'ecologia di ecosistemi, di popolazioni, di comunità e del paesaggio), della biologia della conservazione, della valutazione ambientale.
- Individuare *facilitatori/animatori* fortemente propositivi, per avviare le iniziative di pianificazione in grado di catalizzare l'interesse delle diverse parti.
- Rilanciare e privilegiare nelle assegnazioni delle risorse per la ricerca territoriale, le richieste sostenute da team scientifici pluridisciplinari.
- Introdurre le valenze ecosistemiche, ottenute secondo le conoscenze e le metodologie scientifiche più avanzate, come strato di riferimento sostanziale per le decisioni di governo e di controllo delle trasformazioni urbane

a tutti i livelli di pianificazione.

- Introdurre negli strumenti di pianificazione i principi di reversibilità, attribuendo, ad alcune funzioni insediative, anche una possibilità di rimozione o sostituzione in una logica di più ampia flessibilità.
- Colmare in tempi brevi il vuoto normativo e regolamentativo sull'approccio ecosistemico alla pianificazione territoriale, basata sulle Ecoregioni italiane, sullo studio dinamico della vegetazione e sulle reti ecologiche a diversa scala favorendo esperienze e sperimentazioni per conseguire risultati chiari in sede europea, mediterranea, nazionale, regionale e provinciale.
- Produrre piani di azione per le Ecoregioni italiane, alle diverse scale, sulla base delle conoscenze e dell'utilizzo degli strumenti di pianificazione e della programmazione territoriale, con la partecipazione attiva dei diversi soggetti pubblici e privati, rappresentanti degli interessi ambientali, economici e sociali locali.
- Colmare le lacune culturali e d'informazione diffuse nell'opinione pubblica, sulla conservazione della biodiversità e sui servizi che gli ecosistemi forniscono per il benessere umano, attraverso l'opportuno coinvolgimento dei media e del mondo della scuola e dell'università, promuovendo e sviluppando programmi di comunicazione, informazione, formazione ed educazione ambientale, in sinergia con le reti INFEEA gestite dalle Regioni.
- Promuovere, da parte della Pubblica Amministrazione, processi di innovazione nello svolgimento delle attività di propria competenza (viabilità, agricoltura, ambiente, pianificazione territoriale) orientando la gestione territoriale verso pratiche attente al mantenimento dei servizi degli ecosistemi.
- Promuovere ed adottare la Conservazione Ecoregionale come metodologia, integrata e codificata, eppur versatile ed adattativa, che rappresenta la risposta strategica alla sfida per la conservazione della biodiversità. Essa fornisce un quadro per affiancare alle priorità di conservazione individuate su scala ecoregionale le priorità di conservazione a livello globale, come pure a livello europeo e locale, individuando la realizzazione concreta di reti ecologiche sul territorio, come obiettivo strategico e coinvolgendo, anche nella fase attuativa, i soggetti pubblici e privati interessati.
- Inserire la valutazione e il monitoraggio delle attività e dei risultati all'interno delle proce-

dure ordinarie degli enti istituzionali e di altri produttori di conoscenza o di gestione del territorio. Tale valutazione non può prescindere dalla selezione e uso di idonei indicatori.

Un aspetto cruciale di questa metodologia è rappresentato dal coinvolgimento di tutti i portatori di interesse delle comunità locali, al fine di sviluppare azioni di adattamento più adeguate: costruire e rafforzare la collaborazione tra i settori pubblici e privati costituisce, infatti, una fase fondamentale del processo di sviluppo delle strategie di adattamento, così come lo sviluppo di una più ampia consapevolezza riguardo all'importanza che l'adattamento dei sistemi naturali svolge per gli individui e le comunità. Gli orientamenti del mercato sottolineano l'impor-

tanza delle piccole e medie imprese, del settore dei servizi e del settore dell'ambiente come principali fonti di nuovi posti di lavoro. Il ricorso a tecnologie più efficienti e che consumano meno energia, alle fonti energetiche rinnovabili e la fornitura di servizi in settori come la raccolta dei rifiuti e il riciclo sono soltanto alcuni dei possibili esempi.

L'occupazione legata all'ambiente è spesso caratterizzata da una qualificazione tecnica elevata. Le persone con una solida formazione ambientale hanno quindi buone possibilità di entrare sul mercato del lavoro e di rimanervi. In questo contesto è anche rilevante indirizzare informazione e sensibilizzazione sulle categorie giuste non solo pubblico ma anche amministratori e mondo economico.





Capitolo 2

L'ecologia umana: le relazioni con l'ambiente

Marco Rao, Paola Carrabba, Francesca Cubeddu, Sergio La Motta

Introduzione

Perché l'uomo è un problema per l'ambiente?

Nella cultura occidentale l'uomo ha avuto con l'ambiente un rapporto che possiamo certamente definire conflittuale. La cultura occidentale, infatti, si basa sia sulle grandi religioni monoteiste (ebraismo, cristianesimo, islamismo) che sulla cultura laica di Cartesio. Entrambe queste influenze hanno contribuito a configurare l'uomo come il dominatore della terra o il gestore di una tabula rasa da usare a proprio piacimento.

Se per un lungo periodo ciò non ha creato, almeno in apparenza, problemi all'uomo stesso, con il passare degli anni il carico dell'uomo sull'ambiente ha finito per modificare in maniera non più sostenibile il rapporto Uomo – Terra, rendendo evidente che il pianeta è troppo piccolo per soddisfare i crescenti bisogni di tutti gli esseri viventi. E' da questa consapevolezza che è nata la necessità di ripensare comportamenti e modelli di sviluppo, oltre che di valutare con attenzione l'evoluzione del rapporto Uomo-Ambiente, al fine di aprire una discussione sui possibili rimedi e sulla opportunità di arrivare a un rapporto più equilibrato tra uomo e natura.

Il Capitolo 2 parte, quindi, dalla evoluzione culturale e biologica dell'uomo per analizzare il peso della sua presenza demografica sul territorio, cercando strade nuove, utili alla riduzione dell'impatto espresso come aumento dei livelli di carbonio. I paragrafi che compongono questo capitolo perseguono lo scopo di creare un linguaggio comune, costruire un bagaglio di conoscenze unitario, come base per una migliore comprensione delle problematiche e per l'individuazione di possibili soluzioni.

Evoluzione biologica umana

L'uomo, si dice, è un animale. Come tale, ha subito un'evoluzione biologica che lo ha portato, senza interruzioni lungo la sua linea evolutiva, fino

ad oggi, partendo dalle prime forme di vita sulla terra, risalenti a circa 3,5 miliardi di anni fa. Il genere *Homo* compare nell'Africa orientale circa 2,5 milioni di anni fa, preceduto da una specie più primitiva, l'australopiteco, da cui sembra si sia evoluto. La linea evolutiva e le parentele più o meno strette del genere *Homo* con generi simili sono attualmente in fase di studio. Numerose ipotesi vengono inoltre fatte in relazione al momento evolutivo in cui il genere *Homo* si è separato da altri gruppi, così come non è chiaro quante specie differenti siano appartenute a questo genere. La difficoltà nel disegnare l'albero evolutivo dell'uomo sta, soprattutto, nella difficoltà di reperire resti fossili antichi e nel datarli correttamente. In questi ultimi 50 anni, tuttavia, si sono fatti molti passi avanti nella descrizione del nostro percorso evolutivo. Fatto sta che l'inizio dell'era paleolitica, caratterizzata dalla comparsa di utensili di pietra utilizzati per aumentare le performance e la capacità di sopravvivenza della specie, si fa risalire proprio al momento della comparsa del genere *Homo*.

L'*Homo* è inizialmente un ominide di medie-piccole dimensioni (*H. habilis*, 1 – 1,5 m di altezza per 30-55 Kg di peso) e vive in un habitat prevalentemente di savana. Sarà probabilmente l'*H. erectus* (1,8 m di altezza per 60 Kg di peso), vissuto tra i 2 milioni e i 300.000 anni fa ad allontanarsi dall'Africa e a migrare verso l'Eurasia, dando origine a differenti specie, come, ad es., l'*H. Neanderthalensis*, vissuto fino a 30.000 anni fa tra Europa ed Asia. 100.000 anni fa, infine, compare l'*H. sapiens*, la specie alla quale apparteniamo, caratterizzata da un elevato rapporto tra volume del cervello e massa corporea, rispetto alle altre specie di *Homo*, che piano piano scompaiono, soppiantate dalla nostra specie. Tenendo conto delle differenze morfologiche riscontrate nei resti trovati in diverse parti del mondo, è possibile dividere gli *Homo sapiens* in *H. specie arcaico* (da 100.000 anni fa) e *H. sapiens moderno* (60-40.000 anni fa), ai quali le popolazioni attualmente viventi sul pianeta appartengono. L'evoluzione della specie, in questi ultimi 100.000 anni, ha dato luogo ad una grande varietà di tipi umani, appartenenti tutti alla stessa specie. Altezza,

corporatura, colore dei capelli e della pelle, tratti somatici, tutti questi caratteri derivano dal modo in cui, nel tempo, il nostro patrimonio genetico ha risposto alle caratteristiche ambientali degli ecosistemi in cui gli uomini hanno vissuto.

L'*Homo sapiens*, infatti, è quello che grazie alla elevata capacità adattativa e alla tendenza alla migrazione è riuscito a conquistare, nel tempo, tutti gli ambienti presenti sul pianeta, anche quelli che presentavano caratteristiche ambientali particolarmente difficili. La carta vincente dell'*Homo sapiens* non è solo la capacità di adattamento all'ambiente ma, più in generale, la capacità di perseguire innovazioni sociali e tecnologiche di grande efficacia. L'impatto dell'uomo sull'ambiente, quindi, non è esclusivamente legato alla presenza fisica dello stesso nei diversi ecosistemi. L'uomo, infatti, non si è limitato, come le altre specie, ad utilizzare i flussi di materia ed energia che caratterizzavano gli ecosistemi in cui viveva, ma ha modificato quei flussi a proprio beneficio, sfruttando le proprie capacità culturali per:

- conseguire la possibilità di mantenere un numero maggiore di individui;
- controllare le caratteristiche ambientali per migliorare i tassi di sopravvivenza;
- accumulare beni ed ottenere servizi che permettessero una vita sempre più svincolata dall'ambiente e dai limiti che questo imponeva alle specie selvatiche.

Come ha influito sull'ambiente l'evoluzione biologica e culturale dell'*Homo sapiens*?

Relazioni tra evoluzione biologica e culturale nel definire la specificità dell'impatto umano sull'ambiente

L'uomo è, per antonomasia, un *animale culturale*, ovvero un insieme di biologia e cultura, dove la cultura ha assunto, nel tempo, un ruolo sempre più rilevante nel definire i rapporti della specie con l'ambiente, rispetto agli aspetti più puramente biologici.

Se consideriamo la cultura come una forma di adattamento biologico, dobbiamo considerare tutto quello che dalla cultura discende come una forma di adattamento della *specie uomo* all'ambiente e alle sfide che questo ci ha posto. Senza entrare nella diatriba di chi cerca di definire la natura umana (ancora lungi dall'aver trovato una definizione univoca), ma prendendo come dato di fatto l'*azione culturale* che l'uomo ha esercitato sull'ambiente, proviamo a descrivere brevemente le fasi di questo percorso.

Gli uomini primitivi (Neanderthal ma anche i primi *Homo sapiens*) vivevano in gruppi sociali di

dimensioni ridotte e struttura abbastanza semplice, confrontabili con i gruppi sociali odierni dei grandi primati africani come il gorilla di montagna: un maschio dominante, uno o due maschi subordinati (in genere suoi consanguinei), un certo numero di femmine con la loro prole, sottoposte ad una gerarchia abbastanza rigida. Lo stile di vita era improntato al nomadismo, tipico di una società di cacciatori-raccoglitori che necessitano di ampi territori per sostenere la sopravvivenza del gruppo sociale. A questo stadio evolutivo l'uomo era sostanzialmente ben inserito negli ecosistemi in cui viveva, specie tra le specie, influenzando poco o niente sugli equilibri eco-sistemici, ma anzi subendone il controllo in termini di consistenza della popolazione.

Il primo vero controllo operato dall'uomo sull'ecosistema circostante avviene con la conquista del fuoco, intesa, generalmente, come l'appropriazione di uno strumento in grado di garantire al genere *Homo* un vantaggio sulle altre specie e un maggiore controllo sull'ecosistema. La conquista del fuoco, infatti, permette di proteggersi meglio dai predatori, inventare nuove strategie di caccia, riscaldarsi nei periodi più freddi dell'anno, cuocere i cibi rendendoli più digeribili. Tutti questi vantaggi offerti dalla conquista del fuoco procurano un aumento della sopravvivenza individuale e una conseguente crescita della popolazione. Il fuoco, inoltre, permettendo di sopportare inverni più rigidi, favorisce la diffusione dell'uomo verso territori più a nord di quelli d'origine, provocando, in pratica, un aumento dell'areale di distribuzione della specie. L'impatto dell'uomo sull'ambiente comincia a farsi sentire, anche se è ancora molto limitato. L'uomo raccoglie legna e la brucia per riscaldarsi e cucinare, sottraendo risorse all'ecosistema naturale.

La capacità sviluppata dall'uomo di vivere in gruppi sociali e la conseguente necessità di interpretare i segnali provenienti dagli altri membri del gruppo al fine di regolare la convivenza, la caccia, la difesa dai predatori, ha probabilmente gettato le basi per una comunicazione gestuale sempre più raffinata, che è infine sfociata (grazie alla capacità di articolare suoni complessi) nello sviluppo di un linguaggio inizialmente rudimentale e poi, man mano, sempre più raffinato. Al pari della conquista del fuoco, lo sviluppo di un linguaggio articolato ha permesso all'uomo di migliorare le proprie performance ambientali, in quanto, attraverso la tradizione orale, ha permesso ad esempio di tramandare alle generazioni successive le soluzioni a problemi via via più complessi. Il linguaggio, inoltre, permetteva di mettere a punto strategie preventive di caccia, oppure di indicare più chiaramente il luogo dove trovare cibo o acqua, oppure un buon

rifugio, favorendo la sopravvivenza degli individui del gruppo. A questo stadio l'uomo è ancora un cacciatore-raccogliitore, ma la situazione sta per cambiare. La sopravvivenza di un numero maggiore di individui, dovuta all'aumento delle performance ambientali sta per creare una crisi sociale. I gruppi, accresciuti in numero, hanno bisogno per sostenersi di territori più vasti dove cacciare e raccogliere cibo. Questo li porta a scontrarsi con altri gruppi umani per la conquista di nuovi territori e genera una ulteriore migrazione verso aree non ancora colonizzate. La specie, però, è pronta ad un salto culturale. A questo stadio l'impatto dell'uomo sull'ecosistema naturale comincia a farsi sentire in modo più consistente. L'uso del fuoco porta incidenti (incendi casuali) o comunque alterazioni ambientali su piccola/media scala, come nel caso di metodi di caccia che utilizzavano il fuoco.

Circa 17.000 anni fa, ma le date sono abbastanza controverse, l'uomo scoprì di poter utilizzare gli elementi dell'ecosistema a proprio vantaggio, non solo a scopo alimentare o come fonte energetica ma come vero e proprio strumento per aumentare le proprie possibilità di sopravvivenza. E' questo il caso, ad esempio, della domesticazione del cane, il cui ruolo come supporto nella caccia è ancor oggi esplicito. L'utilizzo di cani addomesticati, infatti, permetteva di affrontare con maggior efficacia e minor rischio la caccia ad animali più grossi (alci, cinghiali) o più feroci (orsi). Il cane, inoltre, particolarmente fedele al suo padrone, può spostarsi con questo durante la ricerca di nuovi territori di caccia. Altri animali come capre (circa 12.000 anni fa), pecore, maiali, mucche (circa 10.000 anni fa), cavalli, asini, bufali (circa 6.000 anni fa) vengono successivamente addomesticati, segnando il passaggio da una civiltà di cacciatori-raccoglitori ad una di tipo pastorale, sempre però tipicamente nomade. L'allevamento del bestiame permette una maggiore disponibilità di carne e latte, migliorando notevolmente le condizioni alimentari delle comunità umane e le loro possibilità di sopravvivenza. Alcuni animali, come ad esempio il cavallo, la mucca e il dromedario, utilizzati come mezzi di locomozione e come supporto ai lavori agricoli, permisero di lavorare anche terreni particolarmente duri e favorirono così la conquista di nuove aree. Un effetto collaterale molto importante della domesticazione degli animali, di cui ancora oggi affrontiamo le conseguenze, è stato quello della comparsa di malattie fino ad allora sconosciute, dovute alla promiscuità di vita delle popolazioni primitive con gli animali allevati. Si sa, infatti, che malattie come morbillo e tubercolosi sono derivate dai bovini, mentre l'influenza arriva probabilmente dai maiali.

Anche molti parassiti derivano dalla convivenza con gli animali. Malattie e parassiti, come effetto secondario della domesticazione, mitigano in parte il vantaggio offerto dalla domesticazione animale in termini di performance. E' vero, tuttavia, che se anche le popolazioni di pastori furono le prime a subire l'attacco delle malattie, furono anche le prime a sviluppare anticorpi e resistenze. La pastorizia modifica profondamente l'aspetto dell'ambiente, in quanto le specie erbivore, nell'impossibilità di spostarsi liberamente, finiscono per sovrasfruttare le risorse vegetali di un'area, apportando, nel contempo, una gran quantità di sostanze azotate tramite le deiezioni. I pascoli che si formano in questo modo, ricchi di graminacee, sono probabilmente l'ambiente ideale nel quale nasce e si evolve una civiltà di tipo agricolo, tipicamente stanziale.

Le origini dell'agricoltura risalirebbero a circa 23.000 anni fa nella Mezzaluna fertile, area tra il Tigri e l'Eufrate. Non è chiaro come si sviluppò l'agricoltura. Probabilmente l'uomo, dopo aver lungamente osservato i cicli vitali delle piante, si rese conto che conservando e riseminando nella stagione successiva una parte dei semi raccolti poteva ottenere una produzione più o meno stabile di cereali e legumi. Quello che è certo è che per un periodo molto lungo (migliaia di anni) la pastorizia e l'agricoltura convissero con le attività legate a caccia e raccolta, in un sistema di sostentamento misto che, nel tempo, lentamente, si spostò sempre più verso le prime a discapito delle seconde. Questo modello non è stato, tuttavia, condiviso rapidamente e spontaneamente da tutte le popolazioni umane.

In parte l'adozione delle pratiche di allevamento e agricoltura fu assimilato per imitazione, spesso come assorbimento del modello di vita dei popoli conquistatori. Ancora ai giorni nostri esistono popoli indigeni che praticano raccolta e caccia come stile di vita. E' indubbio, tuttavia, che la diffusione delle pratiche di allevamento e agricoltura rappresenta il primo, vero, tentativo da parte dell'uomo di controllare e dominare la natura. Non ci si limita più a prendere quello che si trova casualmente (animali selvatici - bacche - frutti) ma si agisce perché la natura produca, qui ed ora, quello che serve. È certo che la nascita dell'agricoltura e la domesticazione degli animali abbiano trasformato radicalmente la vita degli esseri umani e l'ambiente che li circondava. Il paesaggio comincia a cambiare.

I terreni vengono disboscati per far posto alle piantagioni. Nascono i primi insediamenti, in quanto i campi richiedono la presenza costante di chi li cura. La nascita dei primi insediamenti segna anche un profondo cambiamento nella struttura



sociale dei gruppi umani. La possibilità di poter contare su un surplus di produzione, disponibile tutto l'anno, diede agli agricoltori la possibilità di mantenere una popolazione più consistente e di liberare forza lavoro capace di specializzarsi in cose diverse dalla produzione del cibo. Mentre le società di cacciatori/raccoglitori presentano una divisione dei ruoli rudimentale, la maggiore disponibilità di cibo nelle società contadine permette ad alcuni individui di affrancarsi dalla continua ricerca di cibo e fare altro. Comincia a nascere una divisione del lavoro e dei compiti derivata dall'aumento della popolazione e dalla necessità della specializzazione. Comincia a nascere anche una diversificazione dei ruoli sociali e compare il concetto di proprietà. Mentre nelle società di cacciatori-raccoglitori e nelle prime comunità agricole i proventi di caccia/raccolta sono di tutti e il territorio appartiene a tutti i membri del gruppo, con la comparsa delle classi sociali alcuni beni diventano di proprietà esclusiva di alcuni. L'ambiente cambia ancora, profondamente.

Gli insediamenti diventano elementi stabili del paesaggio e cominciano a manifestarsi i primi problemi legati all'uso delle risorse e ai rifiuti. Le società diventano sempre più articolate e complesse, si sviluppano forme di comunicazione ancora più raffinate ed efficaci. Di particolare interesse è lo sviluppo della scrittura che, oltre a permettere di tramandare più facilmente e con esattezza gli avvenimenti storici, permette anche di tramandare (o trasmettere) informazioni relative alla cura dei campi e degli animali, soluzioni individuate per affrontare i problemi, messaggi e documenti. La scrittura ha permesso all'uomo, di generazione in generazione, di conservare la propria cultura e tramandarla, capacità che è alla base dello sviluppo sociale e tecnologico umano e che ha permesso alle generazioni successive di progredire.

La costruzione degli edifici, la cottura dei cibi e il riscaldamento richiedono l'uso di legna appositamente prelevata dai boschi. Con la crescita degli insediamenti e con l'aumento della popolazione si rende necessario cominciare a gestire le foreste. Già gli antichi greci, dopo un iniziale indiscriminato sfruttamento dei boschi (a parte quelli sacri), si curarono di gestire la coltivazione delle essenze arboree al fine di preservare il territorio dal dissesto idrogeologico. Anche gli antichi Romani conoscevano la silvicoltura e la cura dei boschi. La loro cultura a riguardo ci è stata tramandata tramite il loro diritto, che regolava il possesso e le attività che nel bosco potevano essere effettuate. Altri materiali da costruzione (pietre) vengono prelevati inizialmente lungo i fiumi. Già in epoca preistorica i materiali lapidei utilizzati per la costruzione di

strumenti per la caccia, la difesa e l'agricoltura venivano reperiti in siti particolarmente accessibili come spiagge o ambienti montani. Sembra che già nel Paleolitico Medio esistessero, invece, miniere per l'estrazione della selce. Nel Paleolitico Superiore (c.a. 30.000 anni fa) si scavavano già pozzi verticali dai quali si diramavano piccole gallerie sotterranee per l'estrazione di minerali utili. Le prime cave di pietra per l'architettura e la scultura furono sfruttate in Egitto durante l'Antico Regno (inizio del III millennio a.C.). Successivamente la scoperta dei metodi per l'estrazione dei metalli portò gradualmente alla fine della cultura neolitica. La metallurgia vera e propria iniziò però solo quando si comprese che con il riscaldamento si poteva dare al metallo una forma nuova e controllata, cosa che avvenne verso la fine del IV millennio a.C.. La metallurgia, però richiedeva un grande uso di combustibile (inizialmente legna, successivamente carbone), per cui l'inizio dello sfruttamento dei metalli corrispose con un ulteriore aumento dell'impatto umano sui boschi, fornitori del combustibile necessario alla lavorazione dei metalli.

La situazione fin qui descritta, a parte l'evoluzione culturale della popolazione umana di cui si parlerà nel seguente paragrafo, resta pressoché invariata nella qualità, se non nella quantità, per un periodo relativamente lungo. L'impatto umano sull'ambiente, infatti, aumenta a causa della lenta crescita della popolazione umana mondiale, ma non cambia in qualità fino all'avvento della rivoluzione industriale. Per millenni, infatti, il trasporto e il lavoro nei campi saranno supportati dagli animali da soma. La costruzione delle città sarà attuata mediante l'utilizzo di legno e pietra e in generale la tecnologia, per quanto rappresenti una esclusiva umana, resta a livelli meccanici, anche se più o meno raffinati. L'andamento della popolazione (o regime demografico) resta per lungo tempo di tipo tradizionale, caratterizzato da alta natalità ed alta mortalità, dove le donne sono costrette a mettere al mondo un gran numero di figli per poter garantire un rimpiazzo per la generazione successiva.

Poi comincia la rivoluzione industriale che, sebbene con tempi diversi in luoghi diversi, provoca dei cambiamenti tanto profondi da innescare una serie di reazioni a catena. Tali reazioni hanno ricadute a livello sociale, ambientale ed economico di portata straordinaria per la storia dell'umanità e del pianeta in generale.

La rivoluzione industriale è un processo di evoluzione economica (o industrializzazione) della società, che da sistema agricolo-artigianale-commerciale conduce ad un sistema industriale moderno, caratterizzato dall'uso generalizzato

di macchine azionate da energia meccanica e dall'utilizzo di nuove fonti energetiche (come ad esempio i combustibili fossili), il tutto favorito da una forte componente di innovazione tecnologica e accompagnato da fenomeni di crescita, sviluppo economico e profonde modificazioni socio-culturali¹.

E' bene dire, tuttavia, che ogni paese ha seguito un suo percorso e ha realizzato la propria rivoluzione industriale in modi e tempi differenti rispetto agli altri.

La rivoluzione industriale è, fino ad oggi, caratterizzata da tre differenti fasi. La prima, più antica, può essere datata alla fine del '700 (1780-1830 circa) e riguarda, soprattutto, innovazioni relative al settore industriale tessile-metallurgico. Questa fase provoca una prima industrializzazione diffusa, con forze lavoro che si allontanano dai campi per lavorare nell'industria manifatturiera. Crescono i profitti, nascono nuove classi sociali (gli operai, gli imprenditori) ma comincia anche il primo vero e proprio inquinamento ambientale, provocato dall'utilizzo delle prime macchine a vapore e dallo sfruttamento intensivo delle miniere di carbone, fonte energetica e di riscaldamento primaria di quel periodo. La seconda fase della rivoluzione industriale, fatta risalire convenzionalmente al 1870, riguarda le innovazioni tecnologiche legate all'invenzione dell'elettricità, all'utilizzo del petrolio come combustibile fossile e allo sviluppo dei prodotti chimici di sintesi. La terza rivoluzione industriale è quella che comincia negli anni '70 dello scorso secolo ed è legata allo sviluppo dell'elettronica, delle telecomunicazioni e dell'informatica. Questa fase recente della rivoluzione industriale è quella che porterà alla globalizzazione che stiamo vivendo ai giorni nostri.

E' bene ricordare che l'evoluzione industriale e tecnologica non si ferma tra una rivoluzione industriale e l'altra, ma segue un continuum caratterizzato da una serie di importanti innovazioni tecnologiche, basti pensare all'invenzione dell'aereo e della radio tra la seconda e la terza rivoluzione industriale. Le origini delle rivoluzioni industriali sono probabilmente da far risalire al cambiamento culturale provocato dalla rivoluzione scientifica e dalla accresciuta fiducia nelle capacità razionali della mente umana avvenuta nel periodo dei lumi (positivismo).

Al periodo delle rivoluzioni industriali si aggancia, inoltre, anche l'evoluzione della scienza medica. La medicina, che fin dal rinascimento stava seguendo un approccio sempre più scientifico, abbandona definitivamente l'impostazione empirico-filosofica, basandosi sui progressi di altre discipline come la

biologia, la fisiologia e la chimica. Nasce la medicina moderna che si affida a prove di efficacia, contribuendo così, assieme ai miglioramenti nell'alimentazione e nell'igiene, alla diminuzione del tasso di mortalità e all'aumento dell'aspettativa di vita.



Fonte: <http://www.inpsico.org/2008/07/storia-della-medicina.html>

Durante gli ultimi due secoli, con il perfezionarsi delle pratiche mediche e una maggiore disponibilità di cibo, in concomitanza con la rivoluzione industriale, la popolazione europea si quadruplica, l'aspettativa di vita passa dai 25-35 anni a valori che superano i 75 anni. Contemporaneamente il numero di figli per donna scende da 5 a meno di 2 e natalità e mortalità scendono da valori compresi tra il 30 e il 40 per mille a valori prossimi al 10. Questo fenomeno è conosciuto come *transazione demografica*.

La diminuzione della mortalità e la minore incidenza di malattie e patologie nel corso della vita hanno fatto aumentare non solo la durata della vita, ma anche l'efficienza della popolazione. In questo modo è migliorata l'intera organizzazione economica e sociale e si è posta maggior attenzione alla cura dei bambini e all'alimentazione, aumentando in questo modo la speranza di vita. Inoltre la diminuzione della natalità ha ridotto enormemente il dispendio di energie e di risorse per l'allevamento della prole e ne ha accresciuto l'impiego verso attività più direttamente produttive².

La rivoluzione industriale incide notevolmente sui rapporti dell'uomo con l'ambiente. La disponibilità di attrezzature meccaniche in grado di lavorare la terra con maggiore efficienza apre la strada ad un'agricoltura più produttiva e quindi in grado di sfamare più persone. L'industria chimica mette a disposizione concimi e prodotti in grado di controllare le piante infestanti e i parassiti. Nuove aree che prima non erano coltivabili risultano disponibili

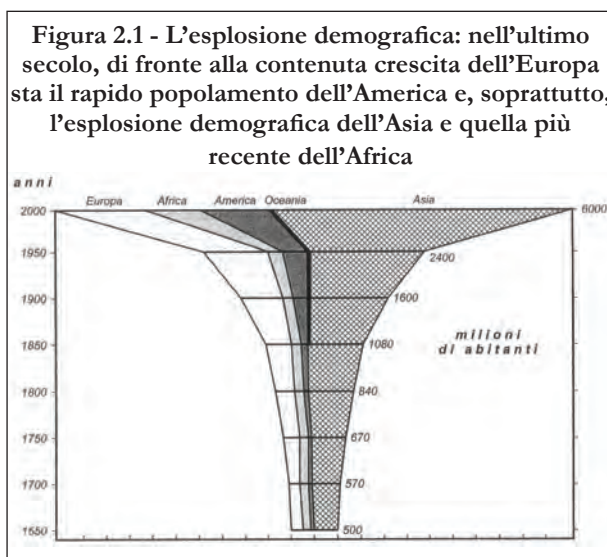
²Todescan A., (2007), *Analisi della popolazione: le piramidi delle età in alcuni Paesi del Mondo*, AA 2006-2007, Facoltà di Lettere e Filosofia, Università degli Studi di Pisa

¹ www.wikipedia.org



a questo scopo. La bioingegneria crea specie vegetali capaci di difendersi da sole dai parassiti.

Tutti questi risultati favorevoli all'uomo e alla sua sopravvivenza non sempre risultano compatibili con l'ambiente. Lo sfruttamento dei suoli e la riduzione degli habitat naturali, la competizione tra le specie selvatiche e quelle coltivate, l'introduzione di specie esotiche in ambienti privi dei loro predatori naturali, lo sfruttamento indiscriminato delle risorse del suolo, dell'acqua e della biosfera, la produzione incontrollata di rifiuti, la crescita a volte abnorme delle aree urbane, sono solo alcuni dei fattori di pressione che gravano sull'ambiente a causa della presenza e delle attività umane. Il risultato è una diminuzione e spesso la perdita dei servizi ecosistemici così necessari alla sopravvivenza dell'uomo. Tra i fattori di pressione è doveroso anche segnalare l'esplosione demografica della popolazione umana. La crescita della popolazione mondiale è stata molto lenta (250 milioni di abitanti all'inizio dell'era cristiana), fino al 1600, quando si contavano, sul pianeta, circa 500 milioni di abitanti. Da quel momento in poi il tempo di raddoppio della popolazione è andato sempre più diminuendo, come mostra la Figura 2.1.



Fonte: Todescan A., 2007

Cambiamento nel rapporto uomo-ambiente

Da quanto fin qui detto, si evince come l'atteggiamento umano nei confronti dell'ambiente sia stato, per la maggioranza del tempo, di tipo antropocentrico. L'ambiente, infatti, è stato sempre visto come il fornitore di beni e servizi gratuiti al servizio dell'umanità. L'avvento della rivoluzione industriale e i danni provocati all'ambiente, la necessità, sorta di recente, di ovviare ai danni

ambientali provocati dalle attività umane, che spesso rendono invivibile (in senso stretto) l'ambiente umano, hanno reso evidente l'impossibilità dell'ambiente di sopportare cambiamenti oltre un certo limite, così come l'impossibilità, per l'uomo, di sopravvivere senza i servizi forniti dagli ecosistemi.

Negli anni '70 dello scorso secolo è sorto in occidente un movimento culturale attento ai rapporti dell'uomo e dello sviluppo umano con l'ambiente, che ha conosciuto un'ampia diffusione a livello mondiale. E' del 1972, infatti, il famoso *Rapporto sui limiti dello Sviluppo* del Club di Roma, che analizzava, sulla base dei dati allora disponibili, i limiti allo sviluppo posti dall'ambiente in relazione alle pressioni esercitate dall'uomo. Le correnti di pensiero che si sono succedute da allora su questi temi hanno segnato un cambiamento di prospettiva culturale, da un ambiente visto come fonte inesauribile di risorse al servizio dell'uomo ad un ambiente considerato esso stesso una risorsa, definita da limiti di sfruttamento ben precisi e che necessita di una attenta gestione conservativa. Infatti il degrado ambientale provocato dalle attività umane deve essere considerato come un fattore significativo in grado di ridurre la capacità dell'ambiente di far fronte a rischi di catastrofe, con danni anche molto ingenti di natura economica che finiscono per gravare sulle società umane. Infatti la necessità della gestione conservativa è particolarmente evidente quando si analizzano i costi della inazione, ovvero i costi che la società è costretta a sobbarcarsi per riparare ai danni di eventi catastrofici, moltiplicati da un degrado ambientale al quale non si è messo riparo. Un esempio nostrano molto pratico è quello che riguarda il dissesto idrogeologico in Italia. I dati dell'Ance/Cresme (Associazione nazionale costruttori edili e Centro ricerche economiche, sociologiche e di mercato) del 2012³ indicano che le aree ad elevata criticità idrogeologica rappresentano il 10% della superficie italiana e riguardano l'89% dei comuni. La spesa sostenuta dallo stato italiano per affrontare le conseguenze del dissesto idrogeologico sono passate dai 54 mld di € complessivi per il periodo 1944-2009 ai 7,5 mld di € per il periodo 2010-2012, passando quindi da una spesa di 0,83 mld a ben 2,5 mld di €/anno, con un incremento del 301%.

La valutazione del danno economico provocato dagli impatti umani sull'ambiente e la necessità di affrontare la prevenzione come modalità di risparmio potrebbero essere la chiave di volta che

³ Primo Rapporto Ance/Cresme, (2012), *Lo stato del territorio Italiano, Insediamento e rischio sismico e idrogeologico*, Camera dei Deputati, Roma

permetterà un cambiamento definitivo di prospettiva nelle considerazioni che guidano le azioni umane sull'ambiente. A questo scopo diventa utile valutare il peso effettivo dell'uomo sull'ambiente partendo dal punto di vista demografico. Questo aspetto è affrontato dal paragrafo che segue.

Le dinamiche demografiche e insediative Lo studio della popolazione nel governo del territorio

Uno dei momenti rilevanti, nell'analisi del rapporto uomo-ambiente è lo studio quantitativo della popolazione: di essa è cruciale conoscere numero, prospettive di evoluzione e distribuzione sul territorio. Nelle scienze demografiche una popolazione si definisce con un criterio di identificazione, una regione geografica di appartenenza e il tempo a cui riferire la sua misurazione; una volta definita, la sua struttura ed il suo comportamento si possono descrivere mediante un modello che, se volessimo semplificare all'estremo, potrebbe essere pensato come una *scatola* contenente persone, con entrate (nascite ed immigrati) ed uscite (decessi ed emigrati). All'interno di tale scatola, esistono altri fenomeni a cui entrate ed uscite sono direttamente o indirettamente riconducibili, come i matrimoni o il raggiungimento dell'età di lavoro.

Per poter analizzare i dati demografici, rilevati e raccolti dall'Istituto Nazionale di Statistica e da altre Amministrazioni per mezzo dei censimenti generali della popolazione⁴ e di altre indagini specifiche⁵ è opportuno accennare brevemente a natura e utilità di un modello demografico. Il tipo di popolazione che interessa in questo contesto è quella umana ed è intuitivo comprendere quali siano i fenomeni chiave da osservare: nascita, morte e spostamenti.

Si pensi ad una determinata popolazione, riferita ad una regione geografica designata e misurata in un determinato periodo di tempo: ad esempio, la popolazione residente in un comune italiano nell'anno 2011. Come detto prima è possibile pensare a tale popolazione come ad una scatola, con ingressi ed uscite: dato un suo certo livello all'inizio dell'anno, essa si accrescerà per ogni nuovo nato o immigrato nel comune e diminuirà per ogni persona deceduta o emigrata durante lo stesso periodo. Ragionando in questo modo si capisce che se la popolazione fosse chiusa, come è possibile considerare quella del pianeta Terra nel

suo complesso, allora il suo livello assoluto sarebbe funzione soltanto della natalità e mortalità della popolazione. A livello locale, invece, ha notevole rilevanza sotto il profilo politico, economico e sociale il cosiddetto saldo migratorio, vale a dire la differenza tra entrate e uscite nel territorio locale di persone da e verso l'esterno dello stesso.

Nascita, morte, immigrazione ed emigrazione sono gli elementi di gran lunga predominanti nell'analisi, insieme ad essi vi sono quelli connessi alla struttura e variazione dei nuclei familiari, quelli relativi a comportamenti rilevanti, come la soglia di inizio dell'attività sessuale o le variazioni di residenza dei giovani dalla casa dei genitori ed altri ancora di minor rilievo. Le informazioni fornite, il loro dettaglio e i fenomeni ad esse complementari formano il materiale di base dell'analisi condotta dai demografi, che hanno come obiettivo principale quello di descrivere e comprendere la situazione e le prospettive evolutive delle popolazioni.

In sintesi, un modello demografico è costituito da una serie di relazioni che rappresentano gli elementi e i fenomeni necessari a descrivere struttura e comportamento di una popolazione capirne il presente e, con tutte le precauzioni del caso, prevederne il futuro.

Come e perché la demografia può essere utile al sindaco di un comune alpino o al presidente della provincia di una metropoli? Dalle decisioni in materia di gestione dell'immigrazione alla pianificazione economica, dai servizi offerti dalla pubblica amministrazione all'uso delle risorse naturali, praticamente ogni aspetto della vita pubblica da regolamentare risulta fortemente dipendere dal livello della popolazione e dalle sue prospettive di evoluzione. Al policy maker non aspetta effettuare le indagini e le analisi che descrivono demograficamente la sua realtà locale ma è necessario che egli sia cosciente della situazione e dell'orizzonte della popolazione che governa per prendere buone decisioni ed evitare errate interpretazioni dei fenomeni più rilevanti, come è visibile con l'immigrazione. E' possibile fare un esempio concreto e semplice di come poche nozioni siano sufficienti ad evitare errori grossolani, usando alcune misure demografiche abbastanza conosciute.

Alla base dei metodi e delle tecniche della demografia vi sono una serie di indicatori chiave, alcuni dei quali sono:

- *tasso di crescita della popolazione*: variazione della popolazione in un certo intervallo temporale in rapporto alla popolazione di riferimento
- *tasso di natalità*: rapporto tra le nascite nell'intervallo considerato e la popolazione di riferimento

⁴ Istat, (2013), *15 Censimento generale della popolazione*, 9/10, Istat, Roma

⁵ Baldi P., (2004), *Il ruolo delle Regioni e degli Enti locali nella programmazione statistica ufficiale*, in Baldi P. (A cura di), *Atti della VII Conferenza Nazionale di Statistica*, Istat, Roma, pp. 60-75



- *tasso di mortalità*: identico nella forma al precedente, relativo ai decessi.

Supponiamo di voler osservare il tasso di mortalità totale (maschi + femmine) di un comune italiano, ad esempio Conca della Campania (CE), nell'anno 2012: secondo i dati Istat, detto tasso è pari a 11,38. Ricordando che la media nazionale dello stesso tasso misurata nello stesso anno è 10,39 ed è pari a 9,5 per la Ripartizione Meridionale del Paese, a cui il comune appartiene, se ne potrebbe dedurre che quest'ultimo sia caratterizzato da un tasso di mortalità piuttosto *alto*.

Il fatto è che utilizzare questi indicatori senza informazioni integrative è fuorviante. Si può semplicemente osservare che un comune che possieda una notevole quota di popolazione in età avanzata, avrà con ogni probabilità un tasso di mortalità *falsato*: vale a dire che tale tasso potrebbe apparire *alto* ma la presenza di molti anziani è normalmente indice di una buona capacità di sopravvivenza (e quindi di qualità della vita) e non del suo contrario.

Nel nostro esempio, una prima ovvia considerazione è che un'analisi delle cause del medesimo tasso dovrebbe essere abbastanza dettagliata e comprendere diversi tipi di informazioni (il livello di reddito, la criminalità, ...). E' possibile tuttavia considerare questi dati in modo semplificato. Si osservi di seguito la cosiddetta *piramide delle età* dello stesso comune, come mostra la Figura 2.2.

E' sufficiente incrociare il tasso di mortalità con le informazioni desunte dalla Figura 2.2 per dedurre che, con una popolazione di persone superiori ai 65 anni pari al 30% del totale, il tasso di mortalità riscontrato non è poi così sorprendente: per l'Italia, lo stesso dato è pari al 21% circa. In pratica il comune esaminato ha il 10% in più di anziani rispetto alla media nazionale.

Saper cogliere gli aspetti salienti dei fenomeni demografici per inquadrarli correttamente in sede di pianificazione e gestione del territorio è essenziale in ogni contesto ma, in particolare, in quello che sarà affrontato di seguito, ovvero i fenomeni migratori.

Un esempio di analisi del fenomeno immigrazione in Italia

Le Figure 2.3, 2.4, 2.5 mostrano alcuni dati relativi ai fenomeni migratori delle province della regione Lombardia⁶.

⁶ Istat, (2013), *Demografia Istat*, 10/10, Istat, Roma

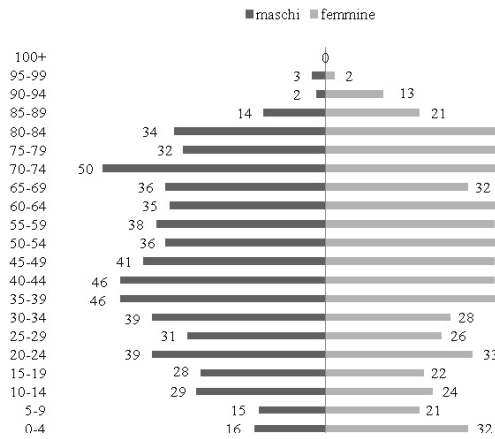
Osservando in sequenza le figure precedenti se ne deducono tre informazioni primarie:

1. nei comuni e nell'anno osservato il saldo tra stranieri iscritti e cancellati all'anagrafe è sempre significativamente positivo (sono molti di più gli ingressi delle uscite);
2. la dimensione del flusso entrate-uscite dell'anno sul totale della popolazione è irrisoria;
3. la percentuale di popolazione straniera residente oscilla tra il 3% e il 7%: significativa ma ampiamente minoritaria sul totale.

Inquadrare con poche variabili i dati sulla popolazione e sui flussi migratori fornisce quindi una prima immagine della dimensione del fenomeno. Sofferinarsi sui fenomeni di immigrazione permette di prendere coscienza di quanto sia fondamentale dare la giusta dimensione ai fenomeni osservati. Non è necessario ricordare quanto sia diffuso il timore, in modo particolare nelle aree settentrionali del Paese, riguardo al fenomeno delle cosiddette *invasioni* di stranieri: timore spesso alimentato da parte della stampa e della classe politica. L'esempio precedente mostra che, anche volendo prescindere dall'analisi delle cause e delle conseguenze dei fenomeni migratori, che hanno invece una grande rilevanza, il fenomeno in se non è comunque assolutamente compatibile con la descrizione allarmistica che assai spesso ne viene data. Fenomeni quali la formazione di ghetti etnici nelle metropoli, l'accanimento fuorviante di alcuni mezzi di informazione sulla propensione alla criminalità di un popolo o etnia, la visibilità della presenza economica di una popolazione straniera su un certo territorio, sono sufficienti ad alimentare l'irrazionalità delle masse: è bene ricordare allora che è preciso dovere di ogni decisore locale intervenire, effettuando riforme e piani di gestione che gli permettano il mantenimento dell'ordine pubblico e della pace sociale, ed anche in questo contesto, la conoscenza e l'uso intelligente di dati demografici può aiutare. Ovviamente è bene ricordare che la semplice osservazione delle dinamiche demografiche, in se, non può dare conto della natura del fenomeno immigrazione. Come esempio felice di integrazione si potrebbe ad esempio ricordare la felice integrazione dei sikh nel Nord Italia, in particolar modo in Emilia Romagna⁷, in cui il fenomeno migratorio ha assunto i connotati dell'insediamento armonioso di una comunità di lavoratori specializzati sul territorio.

⁷ <http://gazzettadireggio.gelocal.it/cronaca/2012/02/25/news/parmigiano-reggiano-il-futuro-e-in-mano-ai-sikh-1.3220969>

Figura 2.2 - Piramide delle età per il comune di Conca della Campania 2012



Elaborazione su dati Istat

Figura 2.3 - Iscritti all'anagrafe dall'estero e cancellati dall'anagrafe per l'estero della Regione Lombardia

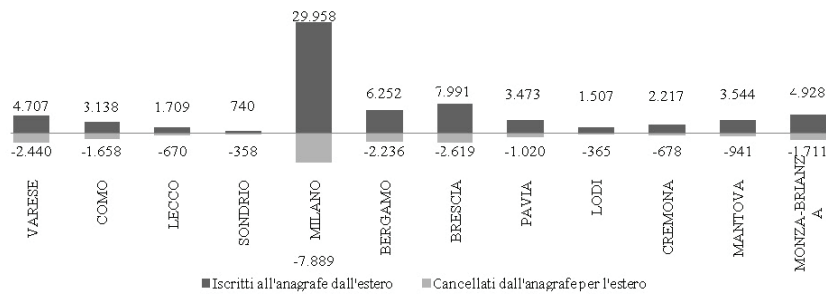


Figura 2.4 - Popolazione al 31 dicembre 2012 e gli iscritti -cancellati della Regione Lombardia

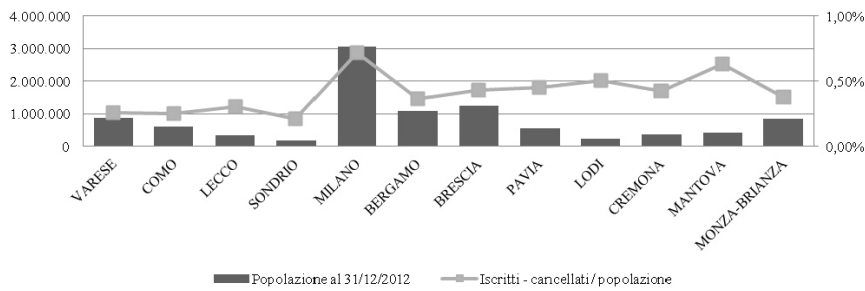
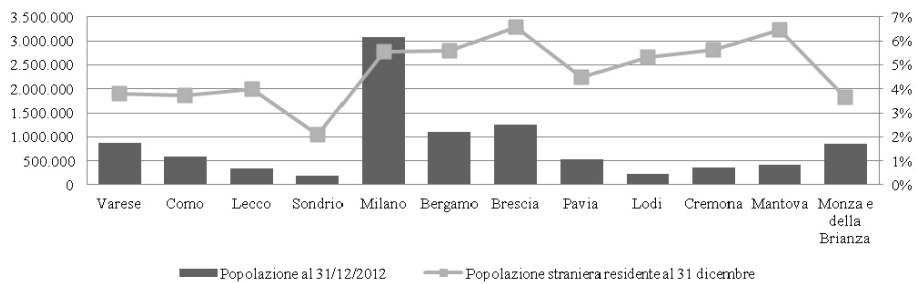


Figura 2.5 - Popolazione al 31 dicembre e la popolazione straniera residente al 31 dicembre presente nella Regione Lombardia



Ns. elaborazione su dati Istat



I driver della concentrazione della popolazione: le aree urbane e il loro ruolo negli scenari demografici futuri

È importante sapere non solo quante persone risiedono in un territorio ma anche dove e come vi risiedono. La demografia, insieme ad altre discipline, si occupa anche della ricerca delle ragioni che spiegano i cambiamenti di densità negli insediamenti umani, soprattutto nelle aree urbane. Nel governo del territorio, la consapevolezza e il controllo di questi fenomeni è cruciale sotto molteplici aspetti, uno dei quali sarà affrontato nel successivo paragrafo: la pressione ambientale, lo sfruttamento delle risorse e l'impatto sull'ambiente; questi temi attraversano l'intera opera e saranno di seguito solo brevemente accennati nella prospettiva di lettura di questo capitolo in particolare.

I temi di interesse in questo contesto afferiscono principalmente ai fenomeni della concentrazione urbana e all'urbanizzazione, che rappresenta il processo di diffusione dell'insediamento e delle funzioni urbane sul territorio: questo processo crea di fatto una rete ordinata di località centrali, dotate delle strutture produttive e dei servizi, necessari a rispondere alle esigenze della popolazione residente. Quest'ultimo tipo di fenomeno ha visto una crescita a livello globale, con il distacco di nuclei dalle agglomerazioni urbane originarie e la formazione di nuove città-satelliti sempre più distinte e autonome rispetto al nucleo centrale, con cui il rapporto è mutato da dipendenza unilaterale ad interazione reciproca: il processo di cui parliamo è anche noto come *conurbazione* e è ben visibile in diverse aree del globo, dalla costa nordorientale degli Stati Uniti d'America al bacino della Ruhr tedesco. In linea molto generale, per calcolare il grado di urbanizzazione di un paese si rapporta la popolazione urbana al totale dei suoi abitanti (ma occorre fare attenzione alle differenze tra Paesi e ai criteri di definizione impiegati: possedere una parte notevole della propria popolazione concentrata nelle città non indica automaticamente la presenza di un vero processo di urbanizzazione: è facile verificare questo nei paesi in via di sviluppo e in quelli del Terzo Mondo o in casi particolari, quali la Russia).

Quali sono le ragioni dell'urbanizzazione e come è possibile studiarle? Perché è importante per il decisore avere cognizione del fenomeno e delle sue cause? La risposta risiede nella pressione generata sulle risorse naturali dalla popolazione e nella potenza dell'impatto economico e sociale ad essa conseguente.

Esistono molti riferimenti teorici e nuove

discipline si sono sviluppate dalle tradizionali allo scopo di fornire modelli di spiegazione dei fenomeni di urbanizzazione: in questo contesto può essere utile, solo per avere un'idea generale di come sia possibile ragionare su questi fenomeni, accennare brevemente a uno dei modelli storici in materia, quello di Christaller⁸. Ricordiamo che non si intende suggerire che il policy maker locale possa improvvisarsi demografo, ingegnere o climatologo, è però utile che egli abbia un minimo di basi culturali comuni con chi sarà chiamato a fornirgli supporto tecnico-scientifico; conoscere a grandi linee un problema o una teoria è già un primo aiuto a facilitare il dialogo e la comprensione tra chi sa cosa fare e chi detiene il potere decisionale.

Christaller fu tra i primi studiosi a cercare di spiegare razionalmente i processi di formazione dei centri urbani, prima considerati casuali e da egli invece spiegati secondo un tipo di meccanica *gravitazionale*. In pratica si immagina che un centro urbano eserciti una sorta di attrazione verso le persone e le attività economiche sulla base di una serie di diversi fattori: umani, come quelli legati al comportamento razionale dei consumatori nel minimizzare i costi di trasporto, per esempio; spaziali, come l'omogeneità dello spazio economico, ad esempio equa possibilità per i consumatori di accedere a tutti i beni e servizi offerti in una certa area; economici, quali la presenza di economie di scala; logistici, come la proporzionalità dei costi di trasporto rispetto alla distanza percorsa. L'analisi si sviluppa a partire da un centro urbano in cui lo scambio di beni e servizi possa essere offerto ad una determinata popolazione spazialmente dispersa su un territorio intorno ad esso.

Il modello di Christaller cerca di spiegare in che modo le funzioni produttive e dei servizi si vadano stabilendo sul territorio e creino una gerarchia tra un nucleo centrale ed una serie di aree periferiche ad esso collegate. I criteri identificati come motori del processo di localizzazione sono quelli del mercato, del trasporto ed amministrativo. Con essi, Christaller intendeva spiegare la formazione di un numero di centri di ordine inferiore generati dall'interazione tra nucleo urbano principale e territorio circostante; nel primo caso, in base alla necessità di copertura dei beni/servizi da fornire sul territorio; nel secondo, allo scopo di minimizzare i costi di trasporto; nel terzo, per ottimizzare l'amministrazione dei centri dell'area.

Il modello evidenzia come la pianificazione delle città si debba basare sul concetto che i servizi debbano essere ben distribuiti sul territorio in modo

⁸ Christaller W., (1933), *Die zentralen Orten in Süddeutschland*, Gustav Fischer, Jena

che tutti i cittadini consumatori possano usufruirne.

In realtà, l'espansione delle aree urbane non segue una adeguata e precostituita pianificazione e non prevede l'edificazione in parallelo di comprensori abitativi e servizi. La città di Roma è un esempio di agglomerato urbano in continuo ampliamento dove la realizzazione dei nuovi quartieri non segue un piano regolatore ben preciso ma tendenzialmente tende a perseguire quella che è l'esigenza abitativa; infatti si edificano molti complessi abitativi senza però aver prima progettato una rete uniforme di distribuzione di tutti i servizi utili ai cittadini.

Non solo il paesaggio urbano è stato deturpato da opere di abusivismo edilizio e da cementificazione sfrenata ma anche le località costiere⁹ sono state sottoposte a uno sfrenato consumo del suolo, *urban tsunami*, che prevede la cementificazione del litorale e la riduzione della biodiversità locale per la realizzazione di servizi fruibili dai numerosi turisti, come è visibile dalla condizione delle coste spagnoli, francesi e italiane che vengono riqualficate con l'istituzione di Parchi Naturali.

Naturalmente, nel tempo sono state proposte modifiche e superamenti di questo strumento¹⁰ ma quello che preme sottolineare è la logica di fondo e gli scopi a cui un tale metodo di analisi può servire: se è possibile usare un modello di localizzazione per spiegare come nasce una città, allora il medesimo può essere usato (con le dovute e molteplici cautele) anche per prevedere se, dove e come una nuova area urbana possa nascere o svilupparsi: ad esempio, un'importante decisione presa su impianti produttivi o strutture di servizi da localizzare in una certa regione potranno essere esaminate con ulteriore cognizione di causa riguardo agli spostamenti di persone e all'impatto che essi avranno, formulando previsioni più estese, precise e significative di quelle contenute nei progetti industriali originari. Questo tipo di approccio può essere pensato come un ausilio nel simulare le dinamiche dell'urbanizzazione ed essere messo a sistema con le conoscenze disponibili sull'ambiente naturale locale, per tenere conto di eventuali criticità presenti (consumo di suolo, inquinamento atmosferico, uso dell'acqua, ...). Un problema particolarmente rilevante, dato il ruolo crescente che le metropoli sono destinate a rivestire in futuro, è quello delle cosiddette città selvagge (*feral cities*), una vera e propria minaccia

all'ordine civico per qualunque società organizzata¹¹.

Una possibile soluzione per riequilibrare e reimpostare l'assetto urbano sembrano essere le Smart Cities; con tale termine si intendono le Città intelligenti¹² basate su un modello urbano di tutela ambientale, di riduzione del consumo di suolo, di efficienza energetica e di sostenibilità economica e sociale. L'obiettivo desiderato è quello di ridisegnare il design urbano considerando la città come un ecosistema urbano e integrando lo sviluppo tecnologico in differenti campi alla biodiversità per una migliore qualità della vita e un'efficienza energetica. Nel mondo esistono differenti Città intelligenti¹³ e molte altre sembrano svilupparsi in questa ottica, anche la città di Verona¹⁴ sta attuando il progetto Smart City. Gli scenari futuri mostrano che l'unica possibile soluzione per la salvaguardia della biodiversità nelle città sia la conversione delle aree urbane in Smart City ma ciò si ha soltanto con una buona Governance che abbia come obiettivo la qualità della vita e la sostenibilità ambientale, economica e sociale. La città di Yokohama, in Giappone, sembra essere l'emblema della città del futuro integrando alla concezione di Smart City il concetto di Low Carbon City.

La pressione ambientale degli insediamenti

Questo tema viene affrontato in modo specialistico nella gran parte del presente volume: i cenni di seguito riportati vanno intesi come un complemento utile al filo logico del presente capitolo, nella prospettiva demografica qui analizzata. Non è difficile immaginare che i problemi legati allo sfruttamento di risorse e all'impatto antropico sull'ambiente naturale siano fortemente legati alla dinamica della popolazione e alla sua distribuzione spaziale. Naturalmente queste analisi non possono confinarsi alla sola dimensione territoriale locale, ed è bene ricordarlo: è di fatto impossibile considerare tipologie di problemi come quelli ambientali, confinate ad un territorio circoscritto quale quello di una provincia, ad esempio. E' tuttavia possibile introdurre alcuni elementi concettuali di valutazione utili a far ragionare il policy maker locale su questa materia in un modo almeno intuitivo e basato su

⁹ Si veda il capitolo 15, Le aree costiere

¹⁰ Questi modelli non tengono inoltre conto della gestione attiva della complessità, all'origine dell'area di ricerca relativa alle *città intelligenti*. Una cosa è studiare le ragioni che spiegano la formazione di determinati flussi di traffico per i trasporti urbani, ad esempio. Altra cosa è il regolare i consumi energetici sulla base di queste informazioni: la città di Singapore regola l'intensità dell'illuminazione stradale a seconda dei flussi di traffico, ad esempio

¹¹ Si intende che non solo Paesi come la Somalia o il Sudafrica hanno motivo di preoccuparsene. Si pensi alla velocità di costruzione di nuove case in Gran Bretagna, oltre 3 milioni entro il 2020 (HoC, 2008)

¹² Federico T., (2013), *Smart City: innovazione e sostenibilità*, in Energia, Ambiente e Innovazione, Rivista Enea, 5, pp. 35-40

¹³ Un esempio sono Amsterdam, Dubai, Malta e Yokohama, vedi elenco città in www.greenme.it e www.lifegate.it

¹⁴ www.veronasmartcity.it

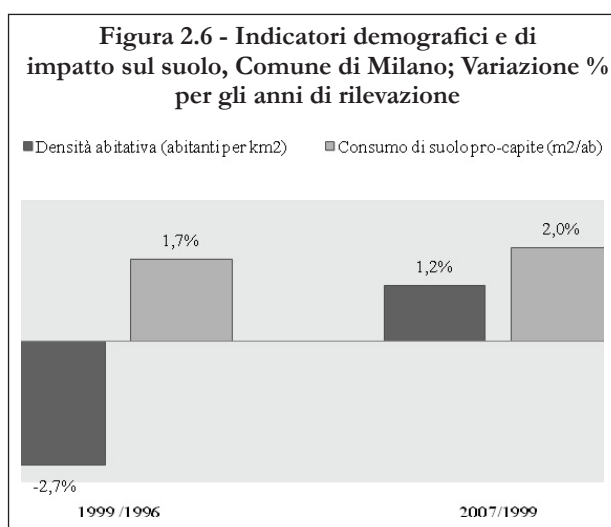


valutazioni semplici da replicare.

A livello pratico, si può introdurre il tema della pressione ambientale antropica generato dall'urbanizzazione usando alcuni indicatori calcolati dall'Ispra (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale), l'istituzione scientifica nazionale maggiormente coinvolta nel monitoraggio della situazione ambientale, che pubblica una notevole serie di informazioni e dati disponibili online. Concentreremo la nostra attenzione solo su uno di questi indicatori, per evidenti ragioni di spazio.

L'indicatore prescelto per il nostro esempio è il consumo di suolo¹⁵. Il consumo di suolo consiste nell'inglobamento del territorio in varie forme da parte delle aree urbane, come la costruzione di manufatti e la cementificazione: l'effetto principale di questo processo è la cosiddetta *impermeabilizzazione*¹⁶ del suolo stesso, anche nota col termine inglese di *soil sealing*. Quest'ultimo diventa in sostanza impermeabile, coperto da calcestruzzo, materiali metallici, plastici e altro. Le conseguenze di ciò sono gravi e spaziano dalla perdita di biodiversità a varie forme di inquinamento e ai rischi e costi conseguenti per la salute umana¹⁷.

La stima del consumo di suolo nelle aree urbane viene effettuata attraverso diversi indicatori¹⁸, tra cui il consumo di suolo, come mostra la Figura 2.6.



Elaborazione su dati Istat e Ispra

Il grafico rappresenta il consumo di suolo pro-capite (m²/ab) e la densità abitativa, (ab/km²). Gli anni sono stati prescelti in base alle informazioni fornite da Ispra sulla banca dati Sina-Net e incrociati

¹⁵ European Commission, JRC, EEA, (2012), *The State of the Soil in Europe 2012*, European Commission, Luxembourg

¹⁶ Ispra, (2013), *Annuario dei dati ambientali - Uso del territorio - Impermeabilizzazione del suolo*, 14/10, Ispra, Roma

¹⁷ Scalenghe R., Ajmone Marsan F., (2008), *The anthropogenic sealing of soils in urban areas in Landscape and Urban Planning* 90, pp. 1-10

¹⁸ Ispra, (2012), *Qualità dell'ambiente urbano*, VIII Rapporto, Ispra, Roma

con un'estrapolazione lineare dei dati pubblicati da Istat per i censimenti degli anni 1991, 2001 e 2009.

Come sempre, gli indicatori vanno accuratamente definiti e ne va spiegato il significato: in questo caso è importante comprendere il rapporto tra area urbana ed estensione territoriale comunale che varia molto nelle singole realtà locali. Alcuni comuni hanno un'estensione territoriale assai superiore rispetto all'area effettivamente urbanizzata, come nel caso di Roma. In altri la città ha largamente sopravanzato i limiti amministrativi comunali, come Milano, riportata nell'esempio. Quindi, nel primo caso potremmo essere in presenza di livelli assoluti di superficie impermeabilizzata anche molto grandi e contemporaneamente a basse percentuali del consumo di suolo, dovute magari alla presenza di ampie aree agricole o naturali nel perimetro di interesse e viceversa nel caso contrario. Riguardo alla Figura 2.6, si può osservare che un aumento o diminuzione della densità abitativa non è di per se sufficiente a fornire il segno della correlazione con il consumo di suolo che ne consegue. Ad esempio, una diminuzione della popolazione in congiunzione con una sua redistribuzione più uniforme sul territorio comunale, dal centro alla periferia poniamo, potrebbe comportare una diminuzione del numero di abitanti per km² ma un aumento del consumo di suolo per la costruzione di nuovi insediamenti residenziali; d'altro canto, lo stesso aumento potrebbe essere prodotto da un aumento del livello assoluto della popolazione e quindi associato ad un aumento di densità. L'esempio suggerisce che non è immediato collegare livello e concentrazione della popolazione con gli indicatori di impatto ambientale poiché di mezzo vi sono valutazioni di policy locale, comportamenti dei residenti nel territorio, infrastrutture e tecnologie di uso dell'energia, sfruttamento delle risorse e fattori di diversa natura che concorrono all'effetto finale in termini di pressione generata dall'insediamento.

E' importante ricordare, in questa sede, un progetto di legge che prevedeva la protezione e la regolamentazione di consumo di suolo italiano da sfruttamenti intensivi che hanno provocato e provocano ancora oggi tanti danni e impatti sull'ambiente visibili sotto forma di dissesto idrogeologico. Il progetto di legge fu presentato nell'agosto del 2012 dall'allora Ministro delle risorse agricole e forestali Catania.

La storia recente permette di verificare con che rapidità i cambiamenti ambientali, tra cui quelli relativi allo stato del suolo che rappresentano una delle note più dolenti, stiano caratterizzando il nostro Paese in modo sempre più critico, anche per la manifesta incapacità politica non solo di valorizzare

le risorse naturali possedute rilanciando l'economia e l'occupazione, ma di difenderle efficacemente. In tale contesto, le proposte contenute nella legge in questione tentano di porre un limite all'edificabilità dei territori agricoli, limitando la cementificazione dei suoli. Il disegno di legge è stato analizzato dal passato Governo a metà settembre 2012 acquisendo anche il parere della Conferenza unificata dove, dopo alcune modifiche delle Regioni e degli Enti locali, ha ottenuto l'approvazione del Consiglio dei Ministri. La legge avrebbe quindi dovuto cominciare il suo percorso in Parlamento.

In seguito, il Governo si è dimesso e nonostante sia rimasto in carica dalla presentazione della Legge per altri cinque mesi, non è riuscito a farne nulla: una constatazione sulla quale è lecito porsi delle domande. Questa legge ha riscosso numerosi consensi, basti citare Legambiente, Greenpeace o l'Inu, Istituto Nazionale di Urbanistica, per il quale con la legge Catania:

le aree tutelate non sono più solo e semplicemente quelle che rientrano nella classificazione di superficie agricola utilizzata ma tutte quelle non urbanizzate attorno alle città. Questo permette al provvedimento di fare un salto di qualità, diventando uno strumento che punta a ridurre il consumo di suolo in generale, non solo quello agricolo¹⁹.

In tempi più recenti, invece, c'è da registrare l'introduzione della *Autorizzazione Unica Ambientale*, di seguito AUA. Non se ne discute qui il testo, per mantenere un livello di comprensibilità accettabile a chi non sia esperto di terminologia giuridica. In sintesi, l'AUA sembra essere in grado di ridurre i costi per le imprese, richiedendo alle stesse un'unica domanda e fornendogli un'unica autorizzazione con annessa, unica, scadenza: tutto ciò a parità di livelli di tutela ambientale. Il punto critico, ammesso e non concesso di poter dare per certa una riduzione di costi, rimane precisamente questo. Non è chiaro cosa si intenda con *restano inalterati i necessari livelli di tutela ambientale* e, dato il grave stato di compromissione del territorio e il trend crescente di sfruttamento e danneggiamento irreversibile in atto, è lecito nutrire seria preoccupazione. La legge si applica a tutte le imprese non soggette ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) e a valutazione d'impatto ambientale (VIA) che abbiano necessità di ottenere almeno uno dei seguenti titoli:

- a) autorizzazione agli scarichi di acque reflue;
- b) comunicazione preventiva per l'utilizzazione

agronomica degli effluenti di allevamento, delle acque di vegetazione dei frantoi oleari e delle acque reflue provenienti dalle aziende ivi previste;

- c) autorizzazione alle emissioni in atmosfera;
- d) autorizzazione di carattere generale alle emissioni in atmosfera;
- e) documentazione previsionale di impatto acustico;
- f) autorizzazione all'utilizzo dei fanghi derivanti dal processo di depurazione in agricoltura;
- g) comunicazioni in materia di rifiuti di cui agli articoli 215 e 216 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152.

Rimane dubbia la capacità di una norma di semplificazione amministrativa di porre un freno alla drammatica situazione attuale a fronte, invece, dell'esemplare chiarezza ed efficacia del primo dispositivo normativo richiamato.

Ovviamente non si può pensare che la norma amministrativa, seppur necessaria, risolva il problema di questo rapporto degenerato. Abbiamo bisogno non di passaggi, che finiscano per diventare utopici, ma di passi, non traumatici, che creino il giusto clima culturale per il cambiamento. La low carbon society si muove in questa ottica.

L'evoluzione culturale come risposta alle criticità

L'uomo sta compromettendo le basi della sopravvivenza, sua e delle altre specie viventi sul pianeta come tutti, con maggiore o minore consapevolezza, ormai comprendono. Ma la specie umana possiede anche le risorse intellettuali e tecnologiche per tentare di porre rimedio ai danni provocati, attuando azioni di cambiamento dell'attuale trend. E' necessario capire il perché del cambiamento e tentare di individuare il come metterlo in atto. I problemi e le soluzioni necessarie sono globali ma nessun cambiamento globale avviene se non si raggiunge una massa critica di adesione contemporanea dal basso. Sebbene quanto di seguito descritto possa apparire al decisore pubblico locale come un tema e un agire lontano dalla propria dimensione, rimane comunque la necessità di comprendere e farsi trovare pronto ai cambiamenti che saranno richiesti, prima ancora che in termini di azioni concrete, in termini di cambiamento di mentalità.

C'è inoltre un punto importante da tenere in conto. La necessità di cambiamenti radicali, con una forte componente tecnologica, dovrebbe presumere una partecipazione attiva dei cittadini alla gestione

¹⁹ Borrelli G., (2013), *Autorizzazione Unica ambientale: semplificazione o palliativo?* articolo del 23 giugno, Gloem, www.gloeminformazione.it



dei rischi a ciò connessi, che proprio nelle realtà locali può più naturalmente avere luogo. Ed è spesso in tali realtà che l'aspetto *virtuoso* della partecipazione può collidere con quello *vizioso* ovvero la creazione di ostacoli alla gestione del cambiamento stesso, si veda Scanzano o la Val di Susa²⁰.

La necessità di una transizione verso una economia a bassa emissione di carbonio

Leggere ed interpretare i cambiamenti climatici globali richiede uno sforzo scientifico-economico tale da poter essere affrontato solo con un modello di cooperazione globale. Sono molteplici i soggetti coinvolti alla scala nazionale ed internazionale (come la Ue) in tale contesto e il principale e più autorevole attore istituzionale di riferimento è rappresentato dalle Nazioni Unite.

In attesa del quinto rapporto di valutazione dell'Intergovernmental Panel for Climate Change (Ippc) atteso nel 2014 e che fornirà una valutazione aggiornata delle conoscenze scientifiche, tecnologiche e socio-economiche relative al cambiamento climatico, il riferimento principale sul tema rimane il IV Rapporto di valutazione dell'Ippc (Assessment Report 4)²¹ che ha influenzato in generale molte delle politiche del clima a livello mondiale e, in particolare, le azioni legislative dell'Unione Europea come la strategia 20-20-20 e la strategia al 2050. Il Rapporto ha evidenziato la necessità di contenere l'aumento della temperatura media del pianeta entro 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali, al fine di scongiurare danni irreversibili al sistema climatico. Per ottenere un tale obiettivo, occorrerà ridurre le emissioni mondiali del 50% entro il 2050. Il rapporto evidenzia inoltre che una riduzione del 50% delle emissioni globali al 2050 sarebbe consistente con una riduzione del 25-40% al 2020 e dell'80-95% al 2050 per i Paesi industrializzati e con una sostanziale deviazione rispetto allo scenario emissivo tendenziale per i Paesi in via di sviluppo.

Gli ultimi dati evidenziano che le emissioni mondiali di CO₂ sono aumentate di oltre il 45%, dal 1990 al 2010, con dinamiche evolutive particolarmente vivaci nei paesi emergenti, ovvero Cina e India. Sembra quindi chiaro che l'impatto delle misure intraprese finora, non è ancora tale da controbilanciare il trend di crescita delle emissioni. Inoltre, con le attuali politiche di mitigazione e pratiche di sviluppo sostenibile, le emissioni di Gas

a effetto serra (GHG) continueranno a crescere anche nel futuro. Gli scenari tendenziali dell'Ippc prospettano che i combustibili fossili mantengano la loro posizione dominante nel mix energetico globale fino al 2030 ed oltre con un conseguente aumento delle emissioni di CO₂ da uso di energia dal 45% al 110% tra il 2000 e il 2030, delle quali circa i 2/3 provenienti dai Paesi emergenti e da quelli in via di sviluppo.

L'Ippc, tuttavia, evidenzia che esiste un enorme potenziale di mitigazione in tutto il mondo e in tutti i settori, l'industria, il civile, i trasporti, la produzione di energia, la gestione dei rifiuti, la gestione forestale. Molto di questo potenziale, inoltre, è attivabile con costi molto bassi o addirittura con un bilanciamento favorevole nel senso di maggiori benefici rispetto ai costi.

E', quest'ultimo, un tema di estrema rilevanza anche al livello locale. L'attivazione di politiche nazionali, ad esempio, relative alla gestione dei rifiuti, piuttosto che alla regolamentazione dei trasporti, per essere realmente incisive, avranno bisogno del fattivo supporto dell'intera società, generato dalla convinzione che si tratti di cambiamenti realmente indispensabili e inoltre positivi nei loro effetti generali e di lungo termine. Le amministrazioni locali dovranno svolgere un ruolo esemplare e di promozione in tal senso e coloro che si attiveranno oltre ad essere al passo con i tempi potranno puntare a divenire modello di sviluppo per le loro aree di riferimento, con tutti i benefici connessi. Il comune che dovesse dotarsi del know-how e delle risorse umane e materiali per monitorare e favorire il risparmio energetico delle famiglie, ad esempio, potrà ragionevolmente porsi come modello per tutte le realtà limitrofe, anche in termini di consulenza e supporto alle stesse.

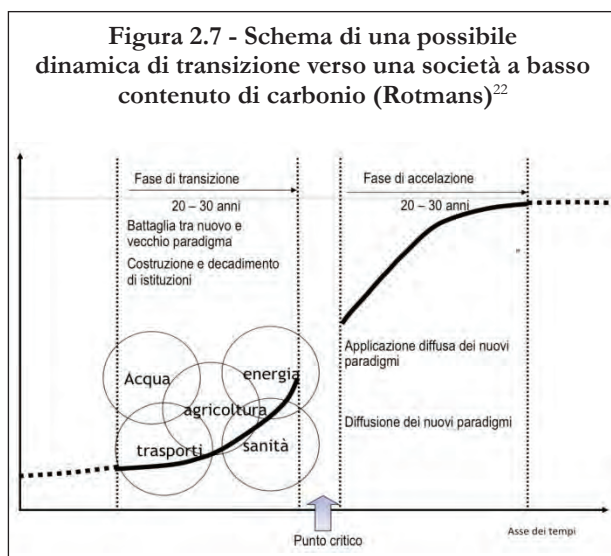
Per raggiungere obiettivi di riduzione delle emissioni della portata in discussione è necessario un vero e proprio *shift paradigmatico* e questo evidenzia la necessità di una transizione verso una economia a bassa emissione di carbonio. Si può parlare di una transizione da un regime ad un altro quando si verifica un cambiamento radicale nella struttura, nella cultura e nelle pratiche che caratterizzano la società, tenendo conto delle infrastrutture fisiche, della economia, del regime di consumi e di produzione alle sue istituzioni.

Per quanto riguarda la cultura ci si riferisce al sistema di valori condivisi, mentre per le pratiche ci si riferisce ai comportamenti. Valori e comportamenti sono l'architettura del rapporto tra le comunità (specie se relativamente piccole) e l'amministrazione locale. La diffusione sul territorio di questi cambiamenti, oltre a risolvere problemi realmente assai gravi,

²⁰ Borrelli G., Guzzo T., (2011), *Tecnologia, rischio e ambiente. Tra interessi e conflitti sociali*, Bonanno Editore, Acireale

²¹ <http://www.ipcc.ch/>, AR4 Climate Change 2007

aprirà nuove opportunità di crescita economica, di sviluppo e coesione sociale, innestando su basi solide il rapporto tra cittadini e decisori.



In questo schema, Figura 2.7, è riconoscibile una fase di transizione nella quale i vecchi paradigmi sono ancora vincenti ma sono riconoscibili in fase embrionale i nuovi paradigmi, che convivono con i vecchi occupando dei mercati di nicchia. In una fase ulteriore, se i nuovi paradigmi si uniscono e si rinforzano vicendevolmente, succede che si può arrivare ad un punto critico nel quale può essere possibile una transizione verso una situazione in cui il vecchio regime dominante viene soppiantato dai regimi emergenti. Affinché il processo di transizione possa essere efficace ed equo, è necessario riconoscere i ruoli specifici giocati da ciascuna istituzione o parte di società; ci si riferisce in particolare al ruolo della governance sia locale che nazionale ed internazionale, della ricerca scientifica, della società civile e delle tecnologie.

Il ruolo della governance nel processo di transizione

La governance ha il compito di creare il contesto appropriato per far crescere i mercati caratterizzati da prodotti e processi produttivi a bassa emissione di carbonio che sono, allo stato attuale, soltanto mercati di nicchia. A tale scopo deve stabilire le politiche e le misure atte a definire incentivi e a rimuovere le barriere, anche di carattere amministrativo, che ostacolano la diffusione delle tecnologie e delle pratiche a basse emissioni di carbonio e, allo stesso tempo, risolvere le conflittualità tra gli interessi dei diversi stakeholder.

²² <http://lcs-rnet.org/>, Second Annual Meeting, Berlino, Settembre 2010

Per la promozione di una Low Carbon Society il compito della governance è coinvolgere la sfera economica, politica e sociale in modo da creare un largo consenso intorno all'obiettivo da raggiungere e far crescere la consapevolezza della necessità di un cambiamento, della necessità di implementare eventuali roadmap e della necessità di altri mezzi idonei per raggiungere l'obiettivo.

Una buona governance deve anche affrontare il tema dei costi. Infatti bisogna raggiungere un consenso diffuso intorno alle proposte politiche per la mitigazione dei fenomeni, aumentando la consapevolezza dei cittadini che questi costi saranno ampiamente compensati da futuri benefici, non solo nel campo dei cambiamenti climatici ma anche nella sicurezza energetica, lo sviluppo sostenibile, la riduzione dell'inquinamento locale e il miglioramento dei livelli occupazionali.

La vastità dei campi dove la Low Carbon Society può utilmente estendersi richiede un approccio di tipo olistico accompagnato da uno sforzo di ricerca transdisciplinare che faccia da fondamento per il sistema politico, che dovrebbe essere messo nelle condizioni di adottare le giuste strategie di azione.

La ricerca in questo ambito è tipicamente focalizzata in tre aree principali:

- La modellistica climatica e le osservazioni delle principali variabili climatiche;
- La valutazione degli impatti delle variazioni del sistema climatico sui territori, sulla salute dell'uomo, sugli ecosistemi, zone costiere, agricoltura;
- La valutazione dei potenziali di mitigazione, degli scenari di emissione e dell'impatto economico delle politiche ambientali.

Un approccio di tipo olistico è utile per superare le incertezze dovute all'effetto antropogenico sui cambiamenti del clima e sull'impatto dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi, tra i quali spicca un particolare tipo di ecosistema: quello urbano. Potenziare il ruolo delle città e delle autorità locali, infatti, è fondamentale per la Low Carbon Society, in quanto le città giocheranno un ruolo determinante nella transizione verso una società a bassa emissione di carbonio.

Le città sono attori cruciali poiché possono direttamente influenzare la pianificazione di settori chiave nel panorama emissivo, in particolare nel settore trasporti, nel settore residenziale e nella gestione dei rifiuti. Sono già molti gli esempi di città che hanno cominciato ad agire autonomamente su degli obiettivi autodeterminati a supporto di una Società Low Carbon. Tuttavia, il ruolo delle città dovrebbe essere pilotato dalle politiche nazionali ed internazionali al fine di creare, nel



rispetto del principio di sussidiarietà, le opportune sinergie tra politiche locali e politiche nazionali ed internazionali. Un esempio di questo è fornito dal cosiddetto patto dei sindaci²³ costituito a livello di Unione Europea. I Comuni, infatti, in gran parte dell'Europa costituiscono i cosiddetti corpi intermedi, che rappresentano i maggiori portatori di interesse connesso allo sviluppo locale. In molte situazioni, inoltre, questioni quali la riduzione della povertà, lo sviluppo sostenibile, l'adozione di criteri di green economy, risultano fortemente legate ai cambiamenti climatici.

Il cambiamento tecnologico per arrivare ad una società a bassa emissione di carbonio assume una rilevanza enorme. Sarà necessario prevedere sia una forte diffusione di tecnologie a bassa emissione, già disponibili sul mercato, che uno sforzo in ricerca e sviluppo per rendere competitive quelle tecnologie ancora non mature. Sarà inoltre necessario identificare e superare quelle barriere che impediscono la penetrazione nel mercato delle tecnologie a bassa emissione. Si tratta di barriere non soltanto di natura commerciale ma anche sociale e politica; queste barriere possono essere superate con opportune politiche che incoraggino la ricerca, lo sviluppo e la dimostrazione di nuove tecnologie, lo sviluppo di network, il coinvolgimento delle comunità nella definizione e implementazione di politiche che promuovano cambiamenti negli stili di vita, riforme delle strutture dei sussidi, dei livelli e struttura delle tassazioni e incentivi.

La collaborazione internazionale si è già rivelata fondamentale per lo sviluppo di settori industriali di tecnologie innovative e pulite, come le industrie del fotovoltaico e dei generatori eolici, creando reddito e nuovi posti di lavoro. La distanza tra contesti internazionali come quello qui discusso e la realtà locale di una città o paese anche di medie o piccole dimensioni è assai più ridotta di quanto si possa credere. Un buon modo di iniziare ad affrontare questi problemi, per un decisore locale attento e consapevole, può già ravvisarsi nel voler conoscere meglio alcune dinamiche delle variabili energetiche ed economiche di maggiore importanza nel governo del suo territorio. Supponiamo di voler seguire alcune indicazioni emerse nelle attività di ricerca della Low Carbon Society²⁴, ed immaginiamo di voler esaminare i dati relativi al consumo di energia, al livello di valore aggiunto/

reddito e al livello e grado di urbanizzazione di un certo territorio. Se uniamo i dati demografici, di cui si è discusso nel paragrafo precedente, quelli economici e quelli energetici potremmo ottenere una prima, significativa, immagine della situazione attuale e delle prospettive di sviluppo del territorio in oggetto.

Siamo lontani dal disporre di un quadro unificato e esteso dei consumi energetici ad alto livello di dettaglio sul territorio. Anche per i consumi elettrici, soggetti ad un maggiore controllo e monitoraggio, un'importante parte delle rilevazioni statistiche necessita di uno sforzo non indifferente di copertura e miglioramento della qualità dei dati; per le fonti termiche, per l'impiego di fonti di energia rinnovabile (in modo particolare riguardo alle biomasse), alcuni passi in avanti sono stati compiuti ma la strada da percorrere è ancora lunga. L'esempio che segue ha l'unico scopo di mostrare come impostare un ragionamento di analisi del territorio basato sui principi ispiratori qui ricordati e sull'uso ragionato dei dati disponibili. Il caso studio riportato riguarda due comuni di diversa dimensione, una metropoli, Roma e un comune capoluogo di provincia, Frosinone (Figure 2.8 e 2.9).

Vogliamo verificare se un aumento del numero di abitanti e un aumento del reddito pro-capite siano correlati ad un pari aumento nei consumi di elettricità. Come è possibile vedere, per il comune di Frosinone si evidenzia una correlazione positiva ma quella che sembra avere maggiore significato è quella tra il reddito e i consumi: nel periodo che va dal 2007 al 2010, i consumi di energia aumentano ad un tasso molto più sostenuto di quello dell'incremento della popolazione, un tasso decisamente più vicino a quello di incremento del reddito.

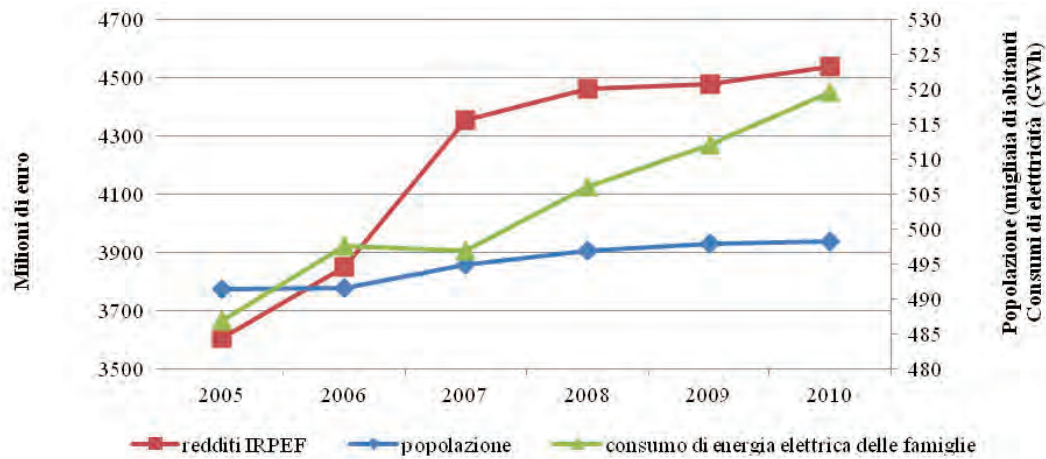
Tuttavia, è necessario fare affidamento su una serie di dati e su un loro dettaglio assai più avanzato rispetto a quello dei semplici esempi proposti per cominciare a fare ipotesi di correlazioni: infatti, nel comune di Roma le correlazioni prendono un'altra piega e i consumi di elettricità, dal 2008 al 2010 sono addirittura in controtendenza con l'incremento del reddito, dato che evidenzia la presenza di altri fattori necessari a spiegare la dinamica dei consumi.

Questo tipo di analisi mostra come sia possibile fare, con un investimento relativamente modesto, qualche passo avanti, per colmare la distanza tra esperti tecnici e decisori politici nella presa di coscienza dei problemi esistenti e per aiutare le Amministrazioni Locali a prendere buone decisioni.

²³ Per maggiori informazioni sul Patto dei Sindaci vedi <http://www.campagnaseeitalia.it/il-patto-dei-sindaci>

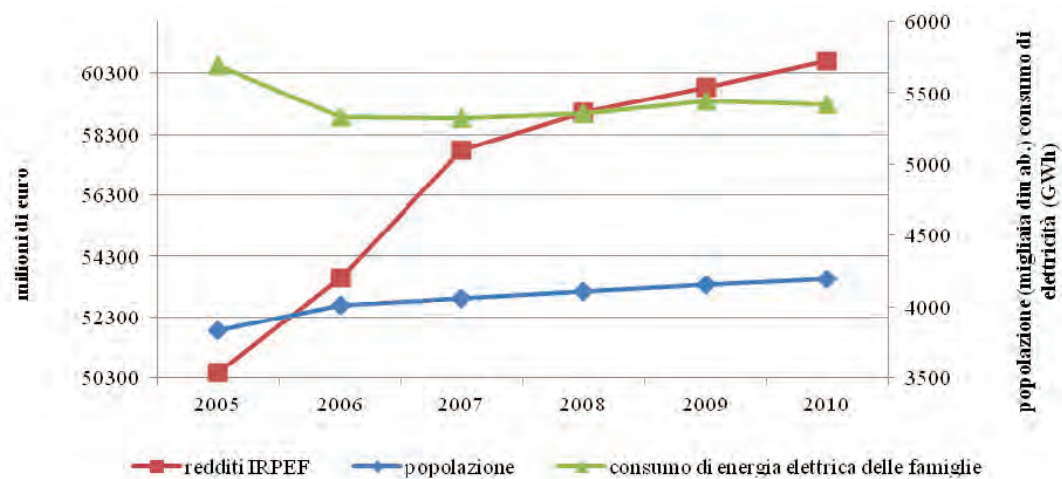
²⁴ Population density and high per capita consumption in cities does not always coincide spatially. There needs to be a better understanding about regional variations in elasticity of energy demand, given urbanization and development trends and the need to make these sustainable. – LCS-RNet - Synthesis Report of Fifth Annual Meeting Synthesis of Sessions

Figura 2.8 - Numero di abitanti, Redditi IRPEF e consumi elettrici per la provincia di Frosinone, anni 2005-2010



Ns. elaborazione su dati Istat, MEF e Terna

Figura 2.9 - Numero di abitanti, Redditi IRPEF e consumi elettrici per la provincia di Roma, anni 2005-2010



Ns. elaborazione su dati Istat, MEF e Terna





Capitolo 3

Ambiente e sostenibilità

Paola Carrabba, Laura Maria Padovani, Agata A. Scuderi

Ambiente e sostenibilità

L'ambiente naturale è sostenibile. Ogni ecosistema, infatti, nel suo stato naturale, consegue un equilibrio dinamico che ne garantisce, nel tempo, la sopravvivenza e quindi la sostenibilità. Un ecosistema sano rappresenta l'ambiente migliore dove una specie può sopravvivere, in quanto le fornisce una serie di *servizi*: acqua da bere, elementi nutritivi, aria salubre, trattamento ed eliminazione dei rifiuti e così via.

La sostenibilità dell'ambiente naturale integro si basa sulla presenza di comunità animali e vegetali che, convivendo in un determinato ambiente ed entrando in competizione per le risorse disponibili, finiscono per raggiungere, per l'appunto, l'equilibrio dinamico a cui si accennava. L'equilibrio è dinamico e non statico perché al cambiamento delle condizioni chimico-fisiche o climatiche dell'ambiente anche la composizione dell'ecosistema varia, sia in termini di specie presenti che in termini di abbondanza relativa di individui per specie. La capacità di un ecosistema di essere in equilibrio è anche sostenuta da due caratteristiche di grande importanza: la capacità di *resistere* ai cambiamenti, autoregolandosi per opporsi agli stessi, e la capacità di ritornare alle condizioni originarie dopo che si è verificato un cambiamento.

Gli ecosistemi possono cambiare anche per il mutamento delle proprie componenti biologiche. Ad esempio, se una specie esotica viene introdotta casualmente all'interno di un ambiente naturale e riesce a naturalizzarsi, in assenza dei suoi competitori naturali può diffondersi a tal punto da alterare la composizione in specie dell'ambiente in cui è stata inserita, provocando notevoli danni all'ecosistema ospite. Ancora, se una specie riesce a prendere il sopravvento sulle altre presenti in un ecosistema, diventando più performante nella competizione per le risorse, si assisterà alla sua diffusione a macchia d'olio e alla riduzione drammatica fino alla scomparsa delle specie competi-

ve con grave danno per l'ecosistema naturale. E' quello che è successo nel caso dell'uomo, il quale, inizialmente, era specie tra le specie. L'evoluzione umana, connotata dall'acquisizione di capacità cognitive e abilità manipolative tramandabili, ha fatto sì che la nostra specie acquisisse una dominanza assoluta sul proprio ambiente naturale e su altri ambienti inizialmente ostili, fino a conquistare tutti gli ambienti presenti sul pianeta e, addirittura, lo spazio extra-planetario. Per lungo tempo nel corso della storia, tuttavia, l'uomo ha continuato a confrontarsi con l'ambiente naturale, che, se da un lato gli forniva la sussistenza e i servizi necessari alla sopravvivenza, dall'altro ne limitava il numero e la diffusione attraverso malattie e carestie. Nel corso dell'evoluzione, però, l'uomo è riuscito tramite le conoscenze acquisite ad affrancarsi sempre più dalla natura. Ha imparato ad ottenere tramite l'agricoltura e l'allevamento sempre più cibo ad un costo sempre minore. Le conoscenze mediche hanno abbattuto la mortalità infantile e reso la vita più lunga, provocando un incremento demografico impensabile solo fino a centocinquanta anni fa.

Una presenza umana sempre più pervasiva, attività agricole intensive, industrializzazione spinta, inquinamento diffuso, prelievo di materie prime per le molteplici attività umane (legno per il riscaldamento, idrocarburi, minerali, suolo per le costruzioni), alterano sempre più l'equilibrio naturale, provocando cambiamenti profondi che modificano le capacità di *resistenza* e *resilienza*¹ degli ecosistemi, compromettendone la capacità di fornire i servizi necessari alla stessa sopravvivenza umana. Questo tipo di sviluppo è quello, oggi, tipicamente legato ad una impostazione di tipo capitalistico, contraddistinto dalla necessità di pervenire al massimo profitto con la minima spesa. E' largamente perseguito a livello mondiale e sta mostrando tutti i suoi limiti nel manifestarsi

¹ Resistenza: capacità di opporsi ad un cambiamento.

Resilienza: capacità di ritornare allo stato iniziale dopo un cambiamento

di una serie di eventi catastrofici sia dal punto di vista ambientale che socio-economico. Per fare un esempio che si lega a questo aspetto, alla base dell'impostazione capitalistica vi è il principio secondo cui il benessere di una popolazione può essere dedotto dalla capacità di produrre e consumare beni e servizi. Dunque, si evidenzia esclusivamente la dimensione economica. Al contrario, viene sottovalutata la qualità di quel benessere, caratterizzato dall'assenza di corruzione, dalla possibilità di usufruire delle libertà civili e da un ambiente di buona qualità. Il benessere sociale ed economico, inoltre, calcolato esclusivamente tramite uno strumento come il Pil, non spiega in che misura il reddito sia distribuito all'interno della società, mancando di considerare quante siano effettivamente le persone in grado di consumare i beni prodotti, oppure quanti si trovino al di sotto della soglia di povertà. Ancora, è questo il contesto in cui lo sviluppo è visto come il perseguimento di un ideale di *crescita* intesa come semplice aumento della produzione, che non tiene conto dei costi impliciti quali lo sfruttamento delle risorse naturali o l'avvento di una povertà diffusa:

I governi vedono ancora il Pil come la funzione da massimizzare, mantenendo in vita un concetto di benessere che affonda le radici nel secolo scorso. Non c'è alcun dubbio, infatti, che l'incremento della produzione, esponenziale per lunghi tratti del Novecento, abbia consentito uno sviluppo umano senza precedenti, attraverso la creazione di posti di lavoro, l'aumento dei tassi d'istruzione, l'allungamento delle aspettative di vita. L'attenuazione della velocità di crescita, iniziata ben prima della crisi economica odierna, ha contribuito ad instillare dubbi nella società su un sistema interamente fondato su questo indicatore².

Da qui la necessità di trovare nuovi modelli di sviluppo che permettano di gestire l'ambiente in modo corretto e nello stesso tempo tenere nella giusta considerazione gli aspetti sociali ed economici. Dovrebbero, cioè, essere implementati i giusti incentivi per progetti multidimensionali, di lungo respiro, che contribuiscano ad uno sviluppo ordinato e progressivo del sistema economico, nel rispetto delle persone e della natura. Sarebbe, in pratica, necessario indirizzare il tessuto produttivo verso una sostenibilità di lungo periodo, da implementare attraverso lo sviluppo di tecnologie e prodotti inno-

vativi, al fine di competere sul mercato europeo e globale³.

Per raggiungere questo obiettivo ci vengono in aiuto le teorie e gli studi legati allo sviluppo sostenibile. Sullo sviluppo sostenibile molto si è scritto e si è detto. Molto meno si è fatto, in quanto riuscire a considerare un problema, contemporaneamente, dal punto di vista ambientale, sociale ed economico non è propriamente cosa facile. Molto spesso gli interessi economici, soprattutto in un momento di crisi come il nostro, finiscono per prevalere su considerazioni di tipo ambientale e perfino sociale. Inoltre:

Il tessuto produttivo italiano, tradizionalmente fondato su piccole o piccolissime imprese spesso a gestione familiare, contribuisce a creare ostacoli verso la creazione di virtuosi meccanismi innovativi. Le aziende italiane, a causa delle limitate dimensioni, dispongono raramente del capitale necessario per aumentare il contenuto tecnologico o per rinnovare i processi di produzione, perdendo di fatto la possibilità di incrementare i livelli di produttività⁴.

Gli investimenti in ricerca e sviluppo sono, in definitiva, molto carenti e invece del rinnovamento produttivo si insegue, di regola, una riduzione dei costi. Questo atteggiamento va a discapito dello sviluppo in generale e dello sviluppo sostenibile in particolare, perché lì dove mancano investimenti e ricerca, oltre ad una mancata crescita economica e sociale, non si persegue nemmeno un miglioramento ambientale generale.

Sono molti anni che il binomio *Ambiente e Sostenibilità* viene riproposto negli ambiti più diversi, ma, a parte dichiarazioni di intenti, una reale sostenibilità nello sviluppo andrebbe perseguita e conseguita con strumenti - tecnici, tecnologici, politici, di partecipazione - ben più concreti di quelli generalmente messi in atto. Eppure alcuni strumenti, che verranno approfonditi nei paragrafi seguenti, sono stati messi a punto, sia per la Pubblica Amministrazione, sia per l'industria privata. Si tratta, però, di strumenti sostanzialmente di tipo volontario, la cui applicazione viene demandata alla buona volontà dei singoli. Inoltre non c'è dubbio che l'utilizzo di tali strumenti richieda un investimento iniziale. Le ricadute di tali investimenti si vedono solo in tempi non sempre compatibili con quelli di un'amministrazione pubblica dettati dalla politica, o di una amministrazione privata dettati dalle necessità economiche. L'attuale congiuntura di crisi economica e la ormai persistente difficoltà

² Borrelli L., (2013), *Crescita e sviluppo: opzioni inconciliabili?*, Rapporto Italia 2013, pp. 871-889, DataneWS, Roma

³ Borrelli L., (2013), op. cit.

⁴ Ibidem

tà tecnico-amministrativa, inoltre, non aiuta su un percorso di sostenibilità. Le poche risorse disponibili vengono in genere indirizzate verso le necessità dell'emergenza. La sostenibilità, originata da un'attenta valutazione e programmazione delle attività, mal si coniuga da un punto di vista formale e sostanziale con l'emergenza, che pone solo rimedio ai danni. Politica della programmazione e della gestione contro politica del *rattoppo*. I costi dell'inazione, però, sono molto più elevati di quelli della gestione, soprattutto in termini di vite umane. Quando si ha a che fare con l'ambiente e la sostenibilità, infatti, si ha a che fare con la vita delle persone, sia da un punto di vista fisiologico che sociale. Non si può stabilire se sia meglio perdere la casa, la vita o il lavoro, né stabilire priorità tra adeguate politiche di gestione del territorio o mantenimento dello status quo per favorire l'occupazione. Il fatto è che questi argomenti dovrebbero far parte di adeguate politiche di sviluppo complessive.

La frattura sempre più profonda fra una progettazione che tenga conto della salubrità e della vivibilità del territorio e la gestione basata sulla emergenza richiede di essere urgentemente ricomposta. Ciò comporta un riesame dei modelli di sviluppo a cui fare riferimento. La tendenza dominante va verso la ricerca di un percorso che assicuri una riformulazione in senso ecologico dei modelli e delle prassi correnti. Questo cambiamento non è neutro, perché prevede uno spostamento di attenzione da modelli di espansione a modelli centrati sul recupero e la conservazione, da piani calati dall'alto, ad una progettazione più flessibile e partecipata. Allo stesso tempo comporta una uscita dal modello riduzionista, classico della improvvisazione, e l'adozione di un approccio che meglio risponda alle esigenze di una progettazione *ecologica*. Una soluzione in questo senso proviene dall'*approccio ecosistemico*, una strategia per la gestione integrata della terra, dell'acqua e delle risorse viventi che promuove la conservazione e l'uso sostenibile in modo giusto ed equo. Questa definizione contiene un riferimento esplicito non solo alla conservazione ma anche all'utilizzo delle risorse, non solo viventi, con un accenno alla giustizia e alla equità sociale. Questo riferimento non è un mero esercizio di stile, in quanto una delle caratteristiche principali dell'approccio ecosistemico è il coinvolgimento diretto e sostanziale dei portatori d'interesse locali (*stakeholder*) nella gestione del territorio, che è visto come un processo integrato non solo dal punto di vista ambientale, ma anche da quello sociale⁵. L'approc-

cio ecologico, quindi, trascina un metodo di lavoro, l'approccio ecosistemico. Il fine di tutto ciò, sempre riassumendo un lungo dibattito, è quello di giungere ad una nuova ridefinizione del rapporto tra *homo sapiens* e ambiente: a questo scopo sembra idonea la formula del *prevedere per prevenire*, in gran voga fino a qualche tempo fa. Prevedere e prevenire significa unificare a monte ciò che poi si divide in un ventaglio di esigenze e valori contrastanti; è un'operazione anticipatoria di vantaggi e svantaggi che chiama in causa molteplici aspetti:

- etici - pagare oggi per avere di più domani; pagare oggi per evitare di far pagare di più alle generazioni future, eliminare le diseguità sociali;
- psicologici - avere fiducia nella propria capacità di poter governare il nostro futuro, fiducia nella società, nella tecnologia e in chi ci governa;
- conoscitivi - valutare il reale stato della società oggi e nel futuro.

In altre parole, riuscire a disporre di politiche pubbliche basate su un progetto, una *politica attiva* con funzioni più ricche e flessibili, a cui sono ammessi a partecipare attori prima esclusi, in un processo continuo di apprendimento reciproco tra istanze culturalmente, socialmente ed economicamente diversificate. Il più grande merito di una politica attiva sta nella capacità di valorizzare e assumere le opposizioni che emergono durante il suo corso attuativo: alla fine il successo si misura in base al grado di miglioramento indotto sugli attori sociali, sull'assetto territoriale e sull'economia⁶.

Nella situazione italiana queste considerazioni non hanno ancora attecchito. Gli esempi negativi da fare sarebbero numerosi. Ad esempio, l'Italia è considerata all'interno del Mediterraneo come una delle zone a maggiore rischio di catastrofi naturali per la presenza di faglie, vulcani, territori montani e aree alluvionali. A ciò bisogna aggiungere la cattiva gestione del territorio, questione ormai annosa, che consente, a parità di magnitudo di un terremoto in Italia e in Giappone, di provocare tremila morti in Italia e cinque feriti in Giappone (vedi il Capitolo 22). In questo senso la storia delle catastrofi che hanno colpito l'Italia negli ultimi decenni non ha indotto ancora oggi un sistema di gestione del rischio, finalizzato non solo alle azioni di intervento in sede di soccorso e ripristino danni, ma anche ad una politica e cultura di prevenzione delle calamità diffuse a vari livelli. L'insieme di attività tecnico-scientifiche, dalla raccolta di informazioni e dati sul

⁵ Padovani L. M., Carrabba P., Mauro F., (2003), *L'approccio ecosistemico: una proposta innovativa per la gestione della biodiversità e del territorio*, Energia, Ambiente e Innovazione, 49-1/2003, 23-32

⁶ Borrelli G., (2010), *Prevedere e prevenire*, Rapporto Italia 2010, Saggio Introduttivo, DataneWS, Roma



territorio grazie all'utilizzo di reti tecnologicamente avanzate⁷, fino alla loro elaborazione ed interpretazione in base a modelli e simulazioni di eventi, dovrebbero mettere in condizione la Protezione Civile, ai vari livelli, di valutare le situazioni di possibile rischio e di intervenire in modo tempestivo e, quando possibile, ricorrere a misure preventive. Si tratta di ridurre al massimo l'incertezza e quindi l'improvvisazione, attraverso un sistema di previsione e prevenzione. Se la previsione è orientata verso una individuazione dei fenomeni e una predizione degli effetti attesi, la prevenzione è invece imperniata sul concetto di evitare o di ridurre al minimo la possibilità che si verificano danni conseguenti a calamità, catastrofi naturali o connesse con l'attività dell'uomo. Le attività di prevenzione sono volte, dunque, all'adozione di provvedimenti finalizzati all'eliminazione o attenuazione degli effetti che le calamità possono produrre sul territorio. Ad esempio, la scienza, oggi, non è in grado di prevedere il verificarsi di un terremoto. Nonostante questo sono disponibili informazioni rigorose e scientificamente verificate sulla diversa esposizione al rischio sismico delle aree del territorio nazionale che permettono di individuare in quali comuni sia necessario ricorrere a tecniche edilizie idonee ad aumentare la resistenza dei manufatti in caso di terremoto, in modo da ridurre i crolli e soprattutto il numero delle possibili vittime. Gli interventi di tipo preventivo possono, pertanto, essere strutturali o non strutturali. I primi consistono in opere di sistemazione attiva o passiva che mirano a ridurre la pericolosità dell'evento, abbassando la probabilità di accadimento oppure attenuandone l'impatto; i secondi consistono in quelle azioni finalizzate alla riduzione del danno attraverso l'introduzione di vincoli che impediscano o limitino l'espansione urbanistica in aree a rischio, la realizzazione di sistemi di allertamento e di reti di monitoraggio. Gli strumenti previsionali insieme a quelli preventivi consentono di mettere in atto un sistema di allertamento e sorveglianza in grado di attivare per tempo la macchina di Protezione Civile nel caso di eventi previsti o in atto, portando alla realizzazione di attività di pianificazione e gestione delle emergenze, in particolare di quelle per la tutela ed incolumità delle persone⁸.

La complessità di problemi emergenti quali il rapporto tra ambiente e sviluppo e quello tra progettazione e decisione sono tra i nodi fondamentali da sciogliere per arrivare ad una progettazione *utile* e a un nuovo, concreto, modello di sviluppo.

Educare alla sostenibilità

La sostenibilità si può conseguire solo tutti insieme. L'aspetto dell'educazione ad un futuro sostenibile e ad un maggior rispetto dell'ambiente è diventato, nel tempo, una necessità. Non basta, infatti, che i governi introducano aspetti di sostenibilità nelle normative; è invece fondamentale che anche i comportamenti dei singoli diventino man mano sempre più sostenibili, a sostegno di un modello di vita e di sviluppo che comprenda tutti gli aspetti della vita umana. Non basta, ad esempio, che un Comune si doti della raccolta differenziata se poi gli utenti continuano ad eliminare i propri rifiuti in modo indifferenziato. Il discorso, quindi, di un'educazione alla sostenibilità va affrontato nel modo più diffuso possibile, adattato a diversi contesti sociali e capacità cognitive. Le implicazioni ambientali, sociali ed economiche sono enormi e toccano moltissimi aspetti della vita delle popolazioni. La complessità dell'argomento sta nella non immediata evidenza delle interconnessioni tra gli aspetti sociali, ambientali ed economici della vita di ogni giorno e di quei problemi che, con drammatica quotidianità, si presentano alla nostra attenzione. I temi ambientali connessi alla gestione, all'uso dell'acqua o alla corretta gestione dei rifiuti sono presenti in tutti i paesi del mondo. Lo stesso vale per le questioni sociali come l'occupazione, i diritti umani, la parità dei sessi, la pace e la sicurezza. Ancora: tutti i paesi si devono confrontare con temi come la riduzione della povertà, la responsabilità delle imprese, le migrazioni, i cambiamenti climatici e l'urbanizzazione, tutti aspetti che toccano più di una sfera dello sviluppo sostenibile. Come si vede si tratta di tematiche complesse che richiedono strategie educative ampie, indirizzate sia ai leader politici che alla società civile nella sua interezza, allo scopo di riuscire a gestirne la complessità. Come mostra la Tabella 3.1, inoltre, l'educazione alla sostenibilità deve tener conto dei livelli geografici amministrativi oltre che delle organizzazioni che regolano la società.

⁷ Come le reti radar per le previsioni meteorologiche, la rete nazionale dei sismografi, i sofisticati sistemi di monitoraggio dell'attività dei vulcani

⁸ Borrelli G., (2010), op. cit.

Tabella 3.1 - Elenco indicativo dei partner potenzialmente coinvolgibili nelle iniziative di educazione alla sostenibilità

Livello	Governo	Società civile e Ong	Privati
Locale	<ul style="list-style-type: none"> • amministrazioni territoriali e centrali nel campo dell'educazione e dello sviluppo • autorità comunali • scuole, programmi per gli adulti 	<ul style="list-style-type: none"> • organizzazioni create dalle comunità locali • sezioni locali di Ong • gruppi religiosi • comitati urbani • gruppi di apprendimento per adulti 	<ul style="list-style-type: none"> • imprese locali • famiglie e gruppi • individui
Nazionale	<ul style="list-style-type: none"> • istituzioni governative nel campo dell'educazione e dello sviluppo • università e istituti di ricerca 	<ul style="list-style-type: none"> • Ong nazionali e coalizioni di Ong • sezioni nazionali di Ong internazionali • organizzazioni religiose • associazioni di insegnanti • sindacati 	<ul style="list-style-type: none"> • imprese del settore privato • organizzazioni rappresentative del settore privato

Fonte: Rielaborazione Enea da: http://www.unescodess.it/implementation_scheme

Tenendo conto di tutto ciò, l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha proclamato il periodo tra gli anni 2005-2014 il *Decennio dell'Educazione allo Sviluppo Sostenibile* (DESS), affidandone l'organizzazione all'Unesco (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Educazione, la Scienza e la Cultura)⁹. La finalità del DESS è quella di sensibilizzare governi e società civili alla necessità di un futuro più equo e rispettoso del prossimo e delle risorse del pianeta, valorizzando in particolare il ruolo rivestito in questo ambito dall'educazione, intesa come istruzione, formazione, informazione e sensibilizzazione. La *cultura della sostenibilità* è una cultura basata su una prospettiva di sviluppo sostenibile di cui possano beneficiare le popolazioni del pianeta, presenti e future, e in cui le tutele di natura sociale, la lotta alla povertà, i diritti umani, la salute, vanno a integrarsi con le esigenze di conservazione delle risorse naturali e degli ecosistemi, trovando sostegno reciproco. L'Unesco ha posto l'accento sull'importanza di attivare partenariati a tutti i livelli e chiama alla collaborazione tutti i soggetti interessati, istituzionali e non, sottolineando in particolare il ruolo delle rappresentanze della società civile, del settore privato, dei media e delle istituzioni di ricerca. Di seguito si riporta l'elenco degli elementi fondamentali individuati dall'UNESCO per perseguire gli scopi dell'educazione¹⁰.

- Interdisciplinarietà: lo sviluppo sostenibile deve inserirsi nell'intero programma didattico senza costituire materia di insegnamento a sé. Trattare lo sviluppo sostenibile come materia autonoma sarebbe, infatti, una contraddizione in termini. Uno dei problemi più importanti con cui ci si è dovuti scontrare

nel parlare di sostenibilità, è stato proprio quello che le singole discipline dimostrano una impermeabilità notevole ad aprirsi a punti di vista differenti. Così, ad esempio, per gli economisti è stato difficilissimo, e lo è ancora oggi, considerare l'ambiente come un elemento con un suo preciso valore economico. Gli studiosi di problematiche ambientali, al contrario, tendono a considerarle di valore etico superiore, quando non addirittura assoluto, rispetto alle pur giuste rivendicazioni di sviluppo delle popolazioni locali.

- Acquisizione di valori: più che trasmettere passivamente nozioni, è importante puntare a far comprendere i valori che sono alla base dello sviluppo sostenibile.
- Sviluppo del pensiero critico e ricerca della risoluzione dei problemi: lo scopo dell'educazione è portare l'individuo a mettere in discussione il modo tradizionale di affrontare i problemi e trovare nuovi modi per rispondere alle sfide sempre nuove poste dallo sviluppo sostenibile, in modo da fornirgli gli strumenti per cercare risposte concrete da applicare nella vita quotidiana e professionale.
- Molteplicità di metodologie: è necessario utilizzare metodologie didattiche stimolanti e innovative, interattive, coadiuvate da esperienze pratiche, attività all'aria aperta, uso di materiali multi-mediali e artistici, strumenti a supporto di un'educazione di qualità.
- Importanza del contesto locale: nell'insegnare la sostenibilità un'attenzione particolare va riservata alle problematiche locali; le questioni globali vanno trattate utilizzando il linguaggio più familiare al discente, evidenziando, dove possibile, le ricadute a livello locale.

⁹ <http://www.unescodess.it/dess>

¹⁰ <http://www.unescodess.it/dess>



- Decisioni condivise e partecipate: i discenti devono essere invitati a partecipare attivamente non solo nella pratica, ma anche nella programmazione dell'apprendimento. Esperienze di questo tipo sono particolarmente utili in quanto incidono in modo particolare sulla capacità delle persone di sentirsi protagonisti dei modelli di sviluppo implementati. Sul rapporto ambiente – energia – sostenibilità, ad

esempio, si può lavorare con successo all'interno delle scuole. Esperienze in questo senso hanno dimostrato che pratiche e metodologie innovative incontrano l'interesse degli studenti. L'Enea ha promosso nel 2011 una attività di partecipazione in un liceo romano, il Democrito, che può essere portata come esempio di buona pratica. I risultati di quella attività, certamente ripetibile, sono riportati di seguito.

Un esempio di buona pratica: Educare alla sostenibilità. La partecipazione del cittadino al Liceo Statale Democrito di Roma

Il 13 dicembre 2011 presso il Liceo Statale *Democrito* di Roma si è svolta una simulazione di *European Awareness Scenario Workshop* (Easw) che ha avuto per protagonisti 40 studenti dell'ultimo anno coordinati da ricercatori dell'Enea. A questa attività di promozione della partecipazione è stato dato il titolo *Scegliamoci il futuro scegliendo l'energia*.

Il metodo Easw è finalizzato alla ricerca di un accordo fra i diversi gruppi di portatori di interessi in ambito locale con l'obiettivo del raggiungimento di una definizione consensuale di città sostenibile. Il campo d'applicazione originale è quello dell'urbanistica partecipata ma in seguito il metodo è stato utilizzato in ambiti come lo sviluppo locale, l'attivazione di percorsi di cambiamento organizzativo, l'innovazione e la ricerca. L'Easw è un metodo che consente di promuovere il dibattito tra le diverse componenti della società e la partecipazione democratica. Il metodo è particolarmente efficace in contesti locali in cui è estremamente semplice associare ai problemi esistenti chi ha la responsabilità di risolverli, e consente ai partecipanti di scambiarsi informazioni, stimolandone la capacità di identificare e pianificare soluzioni concrete. Partecipazione, concertazione e condivisione sono i processi che assicurano la *governance* di un sistema, anche di dimensioni ridotte come ad esempio una città, che non può essere garantito da un unico attore, anche se istituzionale. Una pluralità di attori concorrono a determinare gli orientamenti e le scelte in una pluralità di giochi e di percorsi che si intrecciano, si sovrappongono, si rinforzano o si ostacolano reciprocamente. Sostenere forme di partecipazione democratica e di democrazia partecipativa, creare occasioni per l'impegno civile e per l'assunzione diretta di responsabilità da parte di tutti gli attori locali, significa quindi assicurare e migliorare la governance della comunità e mettere le basi per affrontare anche tematiche di ordine globale come, ad esempio, i cambiamenti climatici. Gli obiettivi della partecipazione vanno, quindi, dall'innalzamento della consapevolezza e della responsabilità degli abitanti verso le questioni ambientali, fino alla definizione di strategie condivise. L'esperienza proposta dall'Enea al Liceo Democrito di Roma ha avuto l'obiettivo di mostrare ai giovani la potenza espressiva della partecipazione sociale ai processi decisionali in materia di sostenibilità, in termini sia di individuazione di soluzioni che di condivisione delle responsabilità. Nell'applicazione del metodo Easw, i partecipanti ad un laboratorio, che intervengono nel ruolo di esperti locali, si incontrano per scambiare opinioni, sviluppare visioni sul futuro della propria comunità, proporre come superare gli ostacoli che frenano il passaggio a modelli di sviluppo sostenibile.

Il metodo invita a ragionare sul ruolo che da un lato la tecnologia e dall'altro i diversi sistemi di organizzazione sociale (volontariato, servizi pubblici) possono giocare nel rendere i modelli di sviluppo più attenti ai bisogni delle generazioni future. I partecipanti sono *esperti*, in quanto, operando a livello locale, essi

- conoscono le opportunità di cambiamento ed i loro limiti;
- possono promuovere il cambiamento modificando i propri modelli comportamentali.

Nel nostro workshop la discussione si è sviluppata su quattro temi specifici, scelti in modo da consentire una analisi integrata delle possibili soluzioni:

1. Produzione ed uso dell'energia
2. Rifiuti solidi urbani
3. Vita quotidiana/abitazioni
4. Trasporti

I partecipanti devono essere rappresentativi della realtà in cui operano. Generalmente vengono scelti tra quattro diversi gruppi sociali (*gruppi di interesse*):

1. Cittadini
2. Esperti di tecnologia
3. Amministratori pubblici
4. Rappresentanti del settore privato

Nel caso del Liceo Democrito i quattro gruppi sociali sono stati interpretati da studenti che hanno assunto, volontariamente, il ruolo che sentivano più congeniale alla propria indole o alle proprie aspettative di realizzazione personale. Agli studenti, supportati dalla presenza di un tutor Enea, è stato chiesto di lavorare a:

- lo sviluppo di scenari
- la proposta di idee.

Nello sviluppo di scenari i partecipanti hanno lavorato in 4 gruppi di interesse in ragione dell'appartenenza ad una stessa categoria sociale (cittadini, amministratori ecc.). Durante il lavoro di gruppo, i partecipanti sono stati invitati a proiettarsi nel futuro per immaginare, in relazione ai temi della discussione, come risolvere i problemi della città in cui vivono, tenendo come punto di riferimento 4 possibili soluzioni alternative (basate su diverse combinazioni nell'uso di tecnologie e nell'organizzazione della vita sociale). Le visioni elaborate da ciascun gruppo sono state poi presentate in una successiva sessione plenaria al termine della quale è stata scelta la visione comune di tutti i partecipanti. Nella proposta di idee i partecipanti sono stati chiamati a lavorare in gruppi tematici. Partendo dalla *visione comune*, ciascun gruppo ha dovuto proporre idee concrete, il metodo per realizzarle e il soggetto sociale chiamato ad assumersi la responsabilità della loro realizzazione. I quattro scenari disegnati dagli studenti del Democrito sono stati proiettati al 2016, tenendo conto di quattro soluzioni possibili:

Scenario 1: soluzioni ad alta tecnologia e aggregazione degli individui

- Celle fotovoltaiche
- Isolamento termico
- Dispositivi ad alta efficienza
- Consumo di carta ridotto grazie alla posta elettronica
- Raccolta differenziata
- Uso diffuso delle tecnologie
- Poco tempo dedicato dalle persone alla soluzione dei problemi ambientali
- Uso auto elettrica o biofuel
- Maggior uso del telelavoro

Scenario 2: soluzioni ad alta tecnologia e scelte individuali

- Riduzione dei consumi energetici
- Pannelli solari e stufe economiche
- Uso ridotto di carta e imballaggio
- Rete capillare di centri per il riciclaggio e il riuso
- Forte sensibilità e conoscenza individuale dei problemi ambientali
- Molto tempo dedicato a risolvere i problemi ambientali
- Trasporto con uso di cicli e motocicli fino a stazioni di scambio
- Uso di soli mezzi pubblici

Scenario 3: soluzioni a bassa tecnologia e aggregazione degli individui

- Case isolate termicamente
- Riscaldamento prodotto con rifiuti domestici
- Raccolta e riciclaggio dei rifiuti con la collaborazione dei residenti
- Rifiuti organici utilizzati per produrre concime e biogas
- Controllo delle autorità locali sull'energia e sulla gestione dei rifiuti
- Sviluppo tecnologico per la ricerca di soluzioni collettive su energia, rifiuti e trasporto
- *Car sharing* (auto non propria)
- *Car pooling* (auto di proprietà)



Scenario 4: soluzioni a bassa tecnologia e scelte individuali

- Lavanderie e altre attrezzature collettive
- Fornitura di energia controllata a distanza
- Coproduzione riscaldamento solare
- Compostaggio
- Raccolta differenziata porta a porta
- Impegno di volontari
- Ruolo della pubblica amministrazione per la soluzione dei problemi ambientali
- Supporto dell'amministrazione al trasporto pubblico
- Uso di mezzi aziendali

Nella prima parte i partecipanti divisi in 4 gruppi di ruolo (*tecnici, residenti, imprenditori e amministratori pubblici*) hanno elaborato la loro personale visione. Le visioni prodotte dai quattro gruppi sono state presentate in sessione plenaria. Le presentazioni fatte dai portavoce dei gruppi hanno innanzi tutto messo in evidenza un'elevata partecipazione da parte degli studenti, con produzione di scenari originali oltre a quelli proposti dai tutor. Nella seconda parte del workshop si è invece proceduto alla definizione di idee e strategie che potessero implementare fin da oggi un futuro sostenibile.

I risultati

Attività della mattina

Durante i lavori del mattino i gruppi discutono separatamente. Il lavoro consiste nel disegnare, partendo dagli scenari proposti, le alternative da discutere durante la seconda fase.

Di seguito si riportano i risultati dei gruppi di lavoro della mattina.

Cittadini	
<i>Produzione ed uso dell'energia</i>	Predisposizione di celle fotovoltaiche in comune con aiuti economici ed incentivi; uso di tecnologia per le attività pubbliche che consentano la riduzione dei consumi.
<i>Rifiuti solidi urbani</i>	Raccolta differenziata porta a porta, anche in considerazione dell'occupazione che produce; punti di raccolta aggregati nel quartiere per la differenziata aggiuntiva; raccolta e riciclaggio con la collaborazione dei residenti e consumo ridotto di carta.
<i>Vita quotidiana/abitazioni</i>	E' interessante notare che questo gruppo di studenti è riuscito a proporre delle soluzioni che tengano conto complessivamente del problema energia, rifiuti e trasporti. Per questo motivo la loro elaborazione va inserita nella vita quotidiana. Sviluppo tecnologico per la ricerca di soluzioni collettive sull'energia sui rifiuti e sul trasporto, in modo da creare un vantaggio per la vita dei cittadini sia ambientale che economico.
<i>Trasporti</i>	Uso di mezzi aziendali nel quartiere suddivisi per attività (scuola, ufficio, dipendenti pubblici...) effettuati con mezzi ecologici; aumento dei mezzi pubblici per collegamento con centro città; telelavoro; trasporto con uso di cicli e motocicli fino a stazioni di scambio; supporto della Pubblica Amministrazione ai trasporti pubblici.
Amministratori	
<i>Produzione ed uso dell'energia</i>	Riscaldamento prodotto con rifiuti domestici; uso del fotovoltaico; controllo delle comunità locali sulla gestione dell'energia;
<i>Rifiuti solidi urbani</i>	Controllo delle comunità locali sulla gestione dei rifiuti; raccolta e riciclaggio con la collaborazione dei residenti; rete capillare di centri per il riciclaggio e il riuso; raccolta differenziata porta a porta.
<i>Vita quotidiana/abitazioni</i>	Utilizzo di volontari per la risoluzione condivisa dei problemi ambientali.
<i>Trasporti</i>	Uso di mezzi aziendali elettrici o a biofuel; supporto dell'amministrazione pubblica.
Tecnologi	
<i>Produzione ed uso dell'energia</i>	Dispositivi ad alta efficienza con bassi consumi; uso del fotovoltaico.

<i>Rifiuti solidi urbani</i>	Raccolta differenziata porta a porta, con eventuali multe per i trasgressori; rete capillare per il riciclaggio e il riuso; modifica delle abitazioni con sistema di aspirazione automatica dei rifiuti; gestione dell'autorità locale;
<i>Vita quotidiana/abitazioni</i>	Attività per aumentare la sensibilità dei cittadini con impegno dei volontari e uso del telelavoro.
<i>Trasporti</i>	Uso di cicli e motocicli fino a stazioni di scambio. Supporto dell'amministrazione al trasporto pubblico.
Imprenditori	
<i>Produzione ed uso dell'energia</i>	Il gruppo che impersonava gli imprenditori ha scelto soluzioni giustamente rivolte all'energia e alla vita aziendale. Infatti ritroviamo l'uso di dispositivi ad alta efficienza; il riscaldamento prodotto con rifiuti aziendali; la raccolta e riciclaggio dei rifiuti con la collaborazione dei dipendenti (questi ultimi due temi non erano presenti negli scenari e rappresentano quindi una elaborazione originale); sempre in questo settore troviamo dispositivi ad alta efficienza; riduzione dei consumi energetici e co-produzione con riscaldamento solare.
<i>Rifiuti solidi urbani</i>	Su questo gli imprenditori non si sono espressi.
<i>Vita quotidiana/abitazioni</i>	Lavanderie ed altre attrezzature collettive.
<i>Trasporti</i>	Uso di mezzi aziendali.

Attività del pomeriggio

Nella seconda parte della giornata i quattro gruppi sono stati formati in base ai temi più rilevanti elaborati durante il lavoro del mattino. In questa fase le persone non hanno lavorato all'interno del proprio gruppo di appartenenza ma in gruppi misti. Lo scopo è stato quello di generare idee da sottoporre agli altri gruppi, con indicazioni sul come realizzare le idee proposte e da chi farle realizzare.

Gruppo 1: RIFIUTI

	COME	CHI	N° VOTI
Raccolta differenziata porta a porta (singole abitazioni)	Controllo automatico (tecnologi)	Amministrazione e cittadini	3 tecnologi = 0 imprenditori = 0 amministratori = 3 cittadini = 0
	Controllo nominale (uso buste con codice identificativo)		
Raccolta differenziata condominiale	Palazzo con tubi aspiratori	(Tecnologi) Centri di ricerca e cittadini	12 tecnologi = 3 imprenditori = 4 amministratori = 3 cittadini = 2
Raccolta differenziata nelle imprese	Riutilizzo dell'umido (compostaggio/riscaldamento) con la possibilità di ricevere agevolazioni in caso di raccolta di rifiuti pubblici	Imprenditori e centri di ricerca	8 tecnologi = 2 imprenditori = 3 amministratori = 0 cittadini = 3



Gruppo 2: ENERGIA

	COME	CHI	N° VOTI
Fotovoltaico	Pannelli orientabili – sistemi collettivi su piccola scala	Tecnici, imprenditori, Stato e cittadini	18 tecnologi = 10 imprenditori = 1 amministratori = 4 cittadini = 3
Isolamento termico <ul style="list-style-type: none"> • per abitazioni vecchie • per abitazioni nuove 	Incentivi e riduzione dei costi. Sensibilizzazione, normative e progetti ecologici	Cittadini, Stato e imprenditori Cittadini, stato e tecnologi	1 tecnologi = 0 imprenditori = 0 amministratori = 0 cittadini = 1
Termovalorizzatori per la produzione di energia da riscaldamento di piccola e media scala	Raccolta differenziata, autorizzazioni collaborazione e smaltimento scorie	Cittadini, Comune, imprenditori e tecnologi	5 tecnologi = 1 imprenditori = 1 amministratori = 3 cittadini = 0

Gruppo 3: VITA QUOTIDIANA

	COME	CHI	N° VOTI
Gruppi di volontari per sensibilizzare la popolazione alla sostenibilità ambientale	Individuazione di sponsor (imprenditori di pannelli solari)	Amministrazione locale	1 tecnologi = 0 imprenditori = 1 amministratori = 0 cittadini = 0
Pannelli solari e sistema di raccolta differenziata ad alta tecnologia	Impianti pagati al 50% dai cittadini e al 50% mediante incentivi pubblici	Amministrazione locale	18 tecnologi = 6 imprenditori = 3 amministratori = 5 cittadini = 4
Fiera della tecnologia	Individuazione di sponsor tra gli imprenditori che producono tecnologia	Amministrazione locale	9 tecnologi = 0 imprenditori = 4 amministratori = 1 cittadini = 4

Gruppo 4: TRASPORTI

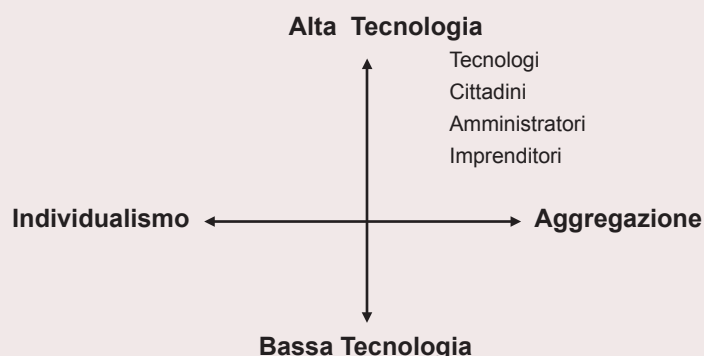
	COME	CHI	N° VOTI
Autobus ad alta tecnologia/pulita, alta frequenza e programmazione servizio 24h	Accordi con aziende – controllo prezzi mediante definizione di un tetto del prezzo dei biglietti. Finanziamento pubblico.	Amministrazione locale e cittadini	22 tecnologi = 4 imprenditori = 6 amministratori = 8 cittadini = 4
Metro/tram di superficie / sopraelevata	Implementazione con campagne di informazione e limitazione traffico	Amministrazione cittadina	6 tecnologi = 1 imprenditori = 2 amministratori = 0 cittadini = 3
Biciclette	Bike sharing, piste ciclabili e campagne informative	Amministrazione cittadina	2 tecnologi = 0 imprenditori = 2 amministratori = 0 cittadini = 0

GRADUATORIA FINALE – VOTAZIONI

In questa graduatoria si è tenuto conto delle prime quattro idee, di cui due *ex aequo*.

	COME	CHI	N° VOTI
Autobus ad alta tecnologia/pulita, alta frequenza e programmazione servizio 24h	Accordi con aziende – controllo prezzi mediante definizione di un tetto del prezzo dei biglietti. Finanziamento pubblico.	Amministrazione locale e cittadini	22 tecnologi = 4 imprenditori = 6 amministratori = 8 cittadini = 4
Fotovoltaico	Pannelli orientabili – sistemi collettivi su piccola scala	Tecnici, imprenditori, Stato e cittadini	18 tecnologi = 10 imprenditori = 1 amministratori = 4 cittadini = 3
Pannelli solari e sistema di raccolta differenziata ad alta tecnologia	Impianti pagati al 50% dai cittadini e al 50% mediante incentivi pubblici	Amministrazione locale	18 tecnologi = 6 imprenditori = 3 amministratori = 5 cittadini = 4
Raccolta differenziata condominiale	Palazzo con tubi aspiratori	(Tecnologi) Centri di ricerca e cittadini	12 tecnologi = 3 imprenditori = 4 amministratori = 3 cittadini = 2

Dai risultati emerge che tutti e quattro i settori presi in considerazione dai gruppi hanno ricevuto voti. La preferenza, a nostro parere, non poteva che andare al sistema dei trasporti, in virtù di due elementi: 1) la posizione non centrale delle residenze degli studenti rispetto alla città di Roma; 2) La giovane età dei partecipanti.



La posizione sul grafico non mostra differenze tra i quattro gruppi, che ricordiamo essere virtuali, in quanto gli studenti erano impegnati in un gioco di ruolo. Ciò nondimeno, all'interno dei gruppi vi è stato uno sforzo da parte dei partecipanti ad immedesimarsi nel ruolo a loro assegnato, che non è stato di per se sufficiente ad evidenziare una netta distinzione. Tutto ciò lascia invariato il valore dell'esercizio, che va al di là del gioco. Gli stessi insegnanti, infatti, hanno constatato come la metodologia sia stata estremamente coinvolgente e a dimostrazione di ciò si può rilevare che gli studenti si sono trattenuti a discutere per molto tempo dopo la fine dell'attività. Questo è certamente un segno di grande interesse. Un ulteriore segnale che si può cogliere è la disponibilità dei giovani ad essere coinvolti in esercizi di *democrazia attiva*, che comportano partecipazione e conoscenza. A riprova, inoltre, della positività di educare i giovani alla sostenibilità, resta il fatto che, come già detto in precedenza, gli studenti siano riusciti autonomamente a creare nuove idee di là di quelle proposte dagli organizzatori. La capacità dei giovani di inventare nuove soluzioni a problemi emergenti appare come un fattore di estrema rilevanza per il futuro sostenibile del nostro paese e del pianeta intero.



Una conseguenza non secondaria dell'educazione alla sostenibilità può essere quella di stimolare il pensiero critico, il senso d'incertezza e del limite riferito agli effetti del nostro agire quotidiano, promuovere il principio di approccio precauzionale, indurre il senso di collettività e responsabilità nei confronti del mondo in cui viviamo.

L'Unesco, nello schema di implementazione del

Dess, Tabella 3.2, ha messo a punto uno strumento che, oltre a fornire le linee guida di come impostare una corretta educazione alla sostenibilità, può anche, trasposta, rappresentare un'ottima linea guida su come le componenti della società civile possono lavorare insieme, a livello locale ma anche nazionale, per conseguire un nuovo modello di sviluppo sociale, ambientale ed economico verso la sostenibilità.

Tabella 3.2 - Unesco: Proposte concrete nell'elaborazione di piani strategici di educazione alla sostenibilità

Finalità	Esempi
Costruzione di scenari e creazione d'aggregazione	<ul style="list-style-type: none"> • far pressione affinché l'Educazione alla sostenibilità (Ess) sia inserita nelle politiche governative e nei piani di sviluppo • far comprendere l'importanza dell'Ess diffondendo i benefici che ne derivano
Consultazione degli interessati e ispirazione del senso d'appartenenza	<ul style="list-style-type: none"> • promuovere trasparenza e coinvolgimento attraverso l'organizzazione di eventi di partecipazione pubblica • avviare processi di consultazione connessi al Dess coinvolgendo tutte le organizzazioni e le persone interessate • identificare ruoli e responsabilità degli stakeholder
Partenariati e reti	<ul style="list-style-type: none"> • coinvolgere attivamente un'ampia gamma di stakeholder • identificare i processi esistenti e lavorare all'unisono • identificare i partner e le reti nell'ambito delle 4 direttrici dell'Ess
Costruzione di capacità (capacity-building) e formazione	<ul style="list-style-type: none"> • far fronte alle necessità di sviluppo professionale a tutti i livelli, anche a quello direttivo • basarsi sugli attori e le esperienze già esistenti, ad es. Ong, settore privato e società civile • creare raccordi tra le varie iniziative di sviluppo sostenibile in corso a livello nazionale e internazionale
Ricerca, sviluppo e innovazione	<ul style="list-style-type: none"> • elaborare materiali per l'Ess per colmare i gap curriculari e sviluppare connessi strumenti di valutazione • avviare attività di ricerca e sviluppo per tutte le 4 direttrici dell'Ess • diffondere presso gli operatori gli esiti della ricerca e dello sviluppo e pratiche innovative
Uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (Ict)	<ul style="list-style-type: none"> • esplorare modi per diffondere messaggi relativi allo sviluppo sostenibile attraverso giochi e canali di cultura popolare utilizzando le Ict • usare le Ict nella formazione e nelle attività di training professionale interno • usare le Ict per comunicare anche con popolazioni lontane e isolate
Monitoraggio e valutazione	<ul style="list-style-type: none"> • sviluppare indicatori per valutare l'impatto del Dess • raccogliere dati di base e avviare studi trasversali • usare dati provenienti dall'Efa e altre iniziative per verificare lo stato di avanzamento

Fonte: Rielaborazione Enea da: http://www.unescodess.it/implementation_scheme

Strumenti di sostenibilità per la Pubblica Amministrazione

L'Unione europea ha fatto della sostenibilità la parola chiave delle proprie politiche. Il Trattato di Maastricht pone l'obbligo per gli Stati membri di integrare le considerazioni ambientali in tutte le politiche di settore, facendo, di fatto, della tutela dell'ambiente e della sostenibilità il criterio generale della politica e dell'economia dell'Unione. Per concretizzare questa idea di sviluppo, l'Unione Europea ha messo a punto una serie di strumenti il cui utilizzo è finalizzato ad introdurre criteri di sostenibilità nella vita dei governi, dei cittadini e del mondo imprenditoriale. Di seguito riportiamo un breve excursus sui principali strumenti di sostenibilità adottati dalla Pubblica Amministrazione:

Agenda 21: si pone come un manuale per lo sviluppo sostenibile del pianeta ed identifica il programma di azione previsto per il 21 secolo, realizzato nell'ambito della Conferenza Onu su ambiente e sviluppo di Rio de Janeiro del 1992, per

declinare a scala locale lo sviluppo sostenibile. Costituisce un processo originato da una scelta volontaria della Pubblica Amministrazione locale, attraverso cui individuare e condividere gli obiettivi di sostenibilità locale con il coinvolgimento attivo di tutti i soggetti interessati (mondo economico, cittadini singoli, associazioni no profit). Il risultato atteso, oltre alla redazione del Piano d'azione locale, sarà l'avvio di un percorso di confronto con l'obiettivo di migliorare la sostenibilità della comunità partecipante, dove azioni promosse e attivate dall'Amministrazione Pubblica si affiancano ad azioni e programmi avviati su base volontaria dagli attori sociali.

Dal momento che gran parte dei problemi e delle soluzioni cui si rivolge l'Agenda 21 hanno origine in attività locali, la partecipazione e la cooperazione delle amministrazioni locali rappresenta un fattore determinante per il raggiungimento dei suoi obiettivi. Le amministrazioni locali gestiscono i set-

tori economico, sociale ed ambientale, sovrintendono ai processi di pianificazione, elaborano le politiche e fissano le regole in materia ambientale a livello locale, e collaborano nell'attuazione delle politiche ambientali nazionali e regionali. Rappresentando il livello di governo più vicino ai cittadini, svolgono un ruolo fondamentale nel sensibilizzare, mobilitare e rispondere alla cittadinanza per promuovere lo sviluppo sostenibile. (...) Le amministrazioni locali dovrebbero dialogare con i cittadini, le organizzazioni locali e le imprese private ed adottare una propria *Agenda 21 locale*. Attraverso la consultazione e la costruzione del consenso, le amministrazioni locali dovrebbero imparare dalla comunità locale e dal settore industriale e acquisire le informazioni necessarie per formulare le migliori strategie ¹¹.

Acquisti verdi: più comunemente identificati con l'acronimo GPP (*Green public procurement*), identificano quelle politiche del settore pubblico orientate a favorire acquisti di servizi e prodotti ambientalmente preferibili, ovvero caratterizzati da una minore pericolosità per la salute umana e l'ambiente. Gli appalti pubblici verdi rientrano nelle politiche e strategie dell'Ue volte ad incoraggiare un uso più sostenibile delle risorse naturali, un cambiamento dei comportamenti, maggiormente mirati a produzione e consumi sostenibili, e una spinta all'innovazione. Europa 2020, la strategia dell'Ue per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva, evidenzia gli appalti pubblici verdi come una delle misure della crescita:

Gpp è l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita (Lca)¹².

Emas: acronimo di Eco-Management and Au-

¹¹ http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/vari/agenda21_cap28.pdf

¹² Commissione europea, (2011), *Acquistare verde! Manuale sugli appalti pubblici verdi*, 2a edizione, Unione Europea. Rintracciabile al sito http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/buying_green_handbook_it.pdf

dit Scheme, identifica uno strumento creato dalla Comunità Europea al quale possono aderire volontariamente le organizzazioni, pubbliche e private, al fine di monitorare e ottimizzare le proprie prestazioni ambientali e fornire al pubblico e agli stakeholder indicazioni sulla propria gestione ambientale. Il principale scopo dell'Emas è contribuire alla realizzazione di uno sviluppo economico sostenibile, ponendo in rilievo il ruolo e le responsabilità delle imprese¹³. Ufficializzato nel 1993, nel 2001 è stato oggetto di revisioni che ne hanno modificato la possibile adesione da parte di organizzazioni di tutti i settori, l'inserimento degli aspetti ambientali indiretti tra quelli valutabili, l'adozione di un nuovo logo e la partecipazione dei dipendenti. L'Unione Europea, inoltre, ha riconosciuto la norma internazionale per i sistemi di gestione ambientale, ISO 14001, come il primo passo verso Emas, permettendo alle organizzazioni già in possesso della prima certificazione di passare ad Emas senza dover duplicare i provvedimenti di attuazione e le procedure¹⁴.

I vantaggi dell'adesione ad Emas sono:

- una gestione ambientale di qualità;
- garanzia e conformità alla normativa ambientale;
- minori rischi di sanzioni correlate alla applicazione della normativa ambientale;
- informazioni ambientali convalidate in modo indipendente;
- gestione dei rischi ambientali;
- risparmio di risorse e riduzione dei costi;
- maggiori opportunità sui mercati sensibili ad una produzione rispettosa dell'ambiente;
- migliori rapporti con i clienti, le comunità locali e le autorità di controllo;
- miglior ambiente di lavoro;
- maggiore soddisfazione dei dipendenti; l'impiego del logo Emas come strumento di marketing¹⁵.

ISO 14001: identifica una norma internazionale di carattere volontario per guidare le imprese verso un miglioramento continuo delle performance ambientali e l'avviamento di un sistema gestionale. In alcuni settori una corretta gestione ambientale costituisce un vantaggio competitivo, incidendo sull'immagine del prodotto o del servizio offerto e

¹³ <http://www.isprambiente.gov.it/> alla sezione Temi/mercato verde/emas

¹⁴ La seconda versione di Emas (Emas II) è stata pubblicata dalla Comunità Europea con il Regolamento 761/2001, ulteriormente modificato dal Regolamento 196/2006. La terza versione (Emas III), invece, è stata pubblicata il 22/12/2009 con il Regolamento 1221/2009, ad abrogazione e sostituzione del regolamento precedente

¹⁵ <http://www.isprambiente.gov.it/> alla sezione Temi/mercato verde/emas



condizionando le scelte dei consumatori.

La sigla ISO 14001 identifica quindi uno *Standard di Gestione Ambientale* (SGA), ricompreso nella serie ISO 14000, certificabile da parte di un organismo accreditato che attesti la conformità dell'organizzazione ai requisiti in essa contenuti, confermi la presenza di un sistema di gestione orientato a tenere sotto controllo gli impatti ambientali delle attività e a promuovere un miglioramento continuo, coerente, efficace e sostenibile. Nel febbraio del 2012 sono partiti i lavori della nuova revisione della norma che dovrebbe essere pubblicata nel 2015. In Italia sono state rilasciate 16.113 certificazioni ISO 14001 (dati al 31 gennaio 2012), di cui 534 relative non ad aziende (organizzazioni private), bensì a Pubbliche Amministrazioni (comuni, province, aree protette, comunità montane, autorità portuali ed altre amministrazioni dello stato, locali o nazionali).

Ecolabel: identifica un marchio europeo di certificazione ad adesione volontaria per i prodotti e i servizi a ridotto impatto ambientale che rispettano criteri ecologici e prestazionali stabiliti con il Regolamento europeo n. 880 del 1992, aggiornato nel 2000 con il Regolamento n. 1980. Al fine di favorire il miglioramento continuo della qualità ambientale, tali criteri vengono periodicamente revisionati secondo standard più restrittivi. Attualmente possono richiedere l'Ecolabel 23 categorie di prodotti/servizi¹⁶, mentre risultano in definizione i criteri per i mobili e la carta stampata. Il numero di prodotti che hanno ottenuto l'Ecolabel europeo è in costante crescita in tutta Europa¹⁷.

Per ogni categoria merceologica sono stati definiti i requisiti da rispettare, descritti in appositi manuali tecnici, per ciascun gruppo di prodotto/servizio, contenenti le informazioni necessarie sui criteri e sui rapporti di prova obbligatori per il rilascio della certificazione.

La domanda deve essere presentata al Comitato Ecolabel-Ecoaudit, Sezione Ecolabel, che provvede ad inoltrarla al Comitato per l'Ecolabel e per l'Ecoaudit dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (Ispira) per l'esecuzione dell'istruttoria tecnico-amministrativa. Insieme alla domanda vanno allegati il fascicolo tecnico, tutti i documenti necessari per la valutazione tec-

nica di conformità ai criteri, la ricevuta del versamento delle spese di istruttoria, il certificato di iscrizione alla Camera di commercio. L'Ispira ha 60 giorni di tempo per verificare la conformità del prodotto/servizio ai criteri Ecolabel di riferimento e per comunicare il risultato al Comitato. Se l'istruttoria ha esito positivo, il Comitato entro 30 giorni concede l'etichetta, informa la Commissione Europea e sottoscrive con il richiedente un contratto relativo alle condizioni di uso del marchio stesso¹⁸.

L'Ecolabel costituisce un vantaggio competitivo che comporta da un lato una maggiore visibilità sul mercato, dall'altro un ampliamento del target clienti. Tramite l'Ecolabel, infatti, il consumatore ha la garanzia di ottenere un prodotto a minor impatto ambientale, sottoposto a rigorosi test, tesi a garantirne la qualità ambientale e prestazionale.

Valutazione di impatto ambientale e Valutazione ambientale strategica: la trattazione esaustiva di questi strumenti sarà sviluppata nel Capitolo 27.

Strumenti di sostenibilità per l'industria privata

i. Indicatori di sostenibilità ambientale

Per l'industria privata il tema della sostenibilità si declina individuando modalità di conduzione e gestione del business che consentano di soddisfare la domanda di servizi, beni e prodotti dall'azienda in modo sostenibile nel tempo, nel rispetto delle tre dimensioni della sostenibilità: sociale, economica ed ambientale. Focalizzandoci sull'ambiente, l'obiettivo principale dell'azienda è portare avanti le proprie attività garantendo al contempo il governo e la gestione dei relativi rischi ambientali ed evitando conseguenze negative (come ad esempio incidenti, sversamenti, inquinamento). L'azienda sviluppa e adotta un sistema di gestione ambientale, come delineato dallo standard ISO 14001, che consente di governare i rischi ambientali. All'interno del sistema di gestione ambientale, che mira al miglioramento continuo delle performance secondo il ciclo di Deming¹⁹, si individuano 4 fasi: pianificazione, attuazione, controllo e azioni correttive, riesame. Il primo gradino del processo è l'individuazione dei

¹⁶ Rientrano nelle categorie comprese i seguenti gruppi di prodotti: calzature, tessuti, lampadine, materassi, frigoriferi, detersivi (per lavastoviglie, per bucato, per stoviglie, multiuso e per sanitari), lavastoviglie e lavatrici, carta per copie, ammendanti, personal computer, carta per uso domestico, pitture e vernici, piastrelle, lubrificanti e i servizi di ricettività turistica e di campeggio

¹⁷ <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>

¹⁸ <http://www.isprambiente.gov.it/> alla sezione Temi/mercato verde/ecolabel

¹⁹ Il ciclo di Deming è un modello studiato per il miglioramento continuo della qualità attraverso un continuo miglioramento dei processi e l'utilizzo ottimale delle risorse

principali impatti ambientali legati alle specifiche attività industriali che avviene con il coinvolgimento di attori interni ed esterni all'azienda (interviste al top management, documenti di pianificazione, processi aziendali di valutazione del rischio, consultazione degli stakeholder, ecc.). Una volta individuati gli impatti si passa alla fase attuativa, mettendo in campo azioni di riduzione e contenimento degli impatti. Successivamente si passa alla fase di controllo e azioni correttive, all'interno della quale si colloca il monitoraggio e reporting degli indicatori, che servono all'azienda per monitorare e gestire gli impatti individuati. Attraverso il monitoraggio periodico degli indicatori, l'azienda segue l'evoluzione nel tempo delle sue performance ambientali, anche rispetto ad obiettivi prefissati, e può aggiustare il tiro se l'andamento degli indicatori si discosta dalla pianificazione. Il ciclo del miglioramento continuo si chiude con la fase del riesame, nella quale vengono analizzati i risultati conseguiti rispetto a quanto pianificato e vengono poste le basi per il successivo ciclo, individuando le aree di miglioramento per le quali definire delle linee di intervento e azioni di risposta, che saranno recepite nella successiva pianificazione.

In merito agli impatti ambientali si possono identificare delle macro-categorie all'interno delle quali si collocano gli indicatori di dettaglio caratteristici delle specifiche attività industriali. Le macro categorie degli impatti ambientali si possono individuare a partire da:

- *matrici ambientali impattate*: aria (esempi di indicatori da monitorare sono le emissioni di anidride carbonica, emissioni di ossidi di azoto e zolfo), acqua (esempi di indicatori da monitorare sono prelievi e scarichi idrici), suolo (esempi di indicatori da monitorare sono produzione di rifiuti, ex aree industriali da bonificare);
- *scala degli impatti*: ad esempio per i cambiamenti climatici l'impatto/rischio è la conseguenza su scala mondiale delle emissioni di gas serra. Queste emissioni sono appunto l'indicatore oggetto di monitoraggio. Per contro, le emissioni di ossidi di azoto e zolfo (indicatore monitorato) possono provocare le piogge acide (impatto/rischio che riguardano la qualità dell'aria (fenomeno tipicamente locale);
- *impatti misti e indicatori trasversali*: in alcuni casi impatti diversi sono correlati ed i relativi indicatori hanno andamenti che si influenzano a vicenda. Ad esempio le emissioni di anidride carbonica che sono generate dal consumo di combustibili: in questo caso, in assenza di opportune misure di contenimento un aumento

dei consumi di combustibili si riflette in un aumento delle relative emissioni di anidride carbonica.

ii. Contabilità ambientale

Una volta individuati gli impatti ed i relativi indicatori occorre stabilire dei criteri di accounting ed effettuare il monitoraggio degli indicatori. Anzitutto gli indicatori scelti devono garantire completezza e precisione delle informazioni, trasparenza dei processi e tracciabilità delle metodologie di rilevazione adottate. E' necessario definire in modo chiaro a cosa corrisponde esattamente un indicatore da monitorare e garantire che tutti gli indicatori rendicontati si riferiscano alle stesse attività (stesso perimetro spaziale e temporale di raccolta dei dati). La scelta degli indicatori oggetto di accounting deve anche tenere conto della legislazione applicabile; molto spesso le varie normative a livello mondiale, regionale e locale richiedono il monitoraggio di specifici indicatori. Un esempio sono le emissioni di gas ad effetto serra, per le quali i riferimenti normativi che ne richiedono il monitoraggio vanno dal Protocollo di Kyoto (a livello mondiale) alle direttive europee fino alla legislazione italiana. Per garantire il contenimento di queste emissioni ai diversi livelli sono adottate misure differenti. Per esempio, a livello europeo è attivo l'*Emission Trading System* che per alcune tipologie di installazioni industriali impone che le emissioni annuali di anidride carbonica rispettino delle quote assegnate e che, in mancanza di quote sufficienti a coprire le emissioni effettive, le installazioni acquistino sul mercato dei permessi sufficienti a coprire il deficit. Altre opzioni di copertura del deficit riguardano la realizzazione, in determinati paesi, di progetti che generino dei crediti di emissioni²⁰.

Gli indicatori di performance ambientale possono essere:

- *assoluti*: si tratta cioè di grandezze fisiche misurabili, ad esempio tonnellate di emissioni di anidride carbonica, metri cubi di acqua dolce prelevata;
- *relativi*: si tratta di grandezze adimensionali o *normalizzate*, ottenute dal rapporto tra un indicatore ambientale assoluto ed un indicatore correlato ad un *livello di attività aziendale*, come ad esempio la quantità di prodotto. Un esempio che rientra in questa casistica è il caso di una centrale di produzione di energia elettrica: l'indice di emissione specifico della CO₂, dato dal rapporto tra le emissioni di anidride carbonica generate dall'attività di produzione dell'energia elettrica e i relativi kwh prodot-

²⁰ Vedi Capitolo 10 per il tema energetico e il Capitolo 25 per gli aspetti economici



ti. A parità di kwh prodotti è da preferire la centrale che ha emissioni minori di anidride carbonica.

Gli indicatori relativi sono quindi molto importanti, in quanto consentono di effettuare dei confronti tra grandezze *normalizzate* cioè che non risentono delle diverse dimensioni delle attività e che consentono di misurare la reale efficienza dei processi produttivi. Attraverso questi indicatori si possono anche effettuare confronti tra le performance di diversi impianti.

L'elenco dei possibili indicatori include, oltre quelli fisici, correlati a specifici rischi/impatti, anche indicatori di tipo gestionale, che misurano cioè lo sforzo di una organizzazione per il raggiungimento di un obiettivo ambientale: rientrano in questa categoria indicatori come il numero di certificazioni ambientali conseguite secondo gli standard e regolamenti applicabili, ISO 14001, ISO 50001, regolamento Emas, ma anche le ore di formazione erogate su temi ambientali, il numero di risorse dedicate alla gestione delle tematiche ambientali, le spese e gli investimenti ambientali, le ispezioni e verifiche effettuate su temi ambientali.

La contabilità ambientale include, oltre al monitoraggio vero e proprio degli indicatori, l'analisi dell'andamento della performance con l'individuazione di eventuali azioni correttive da attuare e la predisposizione di testi a commento dei trend delle performance; in questo modo la contabilità ambientale si può considerare un elemento in ingresso ai processi di reporting.

iii. Reporting di sostenibilità

In questo campo le tendenze più recenti vedono l'inserimento del reporting di sostenibilità nella reportistica tradizionale dell'azienda con la predisposizione di *bilanci integrati*, a testimonianza della progressiva integrazione della sostenibilità in tutti i processi dell'azienda e con l'obiettivo di descrivere le interconnessioni tra fattori finanziari e non finanziari. Sempre più spesso i tradizionali bilanci consolidati vengono integrati con correlazioni tra elementi di scenario, andamento delle performance e modello di gestione integrata dei rischi.

Anche per il reporting esistono livelli di riferimento e tipologie di *utenti* differenti che vanno da un contesto locale, al quale viene di solito indirizzato un vero e proprio report di sostenibilità, ad uno internazionale, tipico delle grandi holding con sedi diverse in più paesi, che predispongono un bilancio integrato recependo nel proprio reporting gli standard tipici del proprio settore industriale²¹.

²¹ Ad esempio gli standard di reporting dei vari settori industriali inclusi nella Global Reporting Initiative, www.globalreporting.com

Per le organizzazioni il reporting di sostenibilità si basa sull'integrazione delle informazioni ambientali, economiche, sociali e di governance. Queste ultime sono tipiche della logica dei sistemi di gestione che prevedono oltre all'aspetto attuativo, la predisposizione di sistemi di misura delle performance, l'individuazione di obiettivi di miglioramento e la gestione del cambiamento.

La definizione di standard internazionale risponde anche all'esigenza di garantire una maggiore trasparenza organizzativa. Nei requisiti minimi del reporting sono ad esempio inclusi: strategie e profilo delle attività, approccio gestionale ed indicatori di performance (che consentono di confrontare le performance, ambientali, sociali ed economiche delle organizzazioni). In particolare per la dimensione ambientale, gli impatti sono valutati rispetto al consumo di risorse ma anche alle ripercussioni sulla vita delle comunità locali (controllo, uso e gestione del territorio) e alle possibili relazioni tra più fattori; ad esempio uno dei temi comunemente trattati nel campo energetico riguarda il continuo aumento della domanda di energia a livello mondiale ed il ricorso alle fonti energetiche rinnovabili e a minore contenuto di carbonio per poterlo soddisfare, garantendo così la sostenibilità nel tempo dell'approccio adottato.

Le aspettative da parte degli stakeholder nei confronti del reporting delle imprese sono in costante aumento per i temi della trasparenza. A livello generale nei più recenti standard di reporting tra i temi oggetto di maggiore trasparenza ritroviamo i fornitori e la catena degli approvvigionamenti. Ciò nell'ottica che gli impatti dell'azienda riguardano non solo gli aspetti diretti, connessi cioè alle attività direttamente gestite dall'azienda stessa, ma anche quelli indiretti, generati cioè da coloro che svolgono delle attività a supporto dell'azienda. Tra i temi ambientali emergenti, oggetto di costante attenzione a livello mondiale, si ricordano: cambiamenti climatici, danno ambientale, gestione dell'acqua oltre a quelli tradizionali delle emissioni in aria, rifiuti, certificazioni.

In generale, quindi, esistono Standard internazionali di reporting, ovvero:

- Global reporting initiative²²;
- OECD guidelines for multinational enterprises²³;
- United Nations Global Compact²⁴, e normative e recepimenti italiani, quali:
- Protocollo di Kyoto²⁵;

²² www.globalreporting.com

²³ <http://www.oecd.org/corporate/mne/>

²⁴ <http://www.unglobalcompact.org/>

²⁵ http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

- Climate Change-ETS²⁶ ;
- Legislazione italiana - attuazione nazionale²⁷;
- ISO 50001²⁸.

Il contributo locale ad uno sviluppo sostenibile globale

Pensare globalmente – agire localmente. Questa è la filosofia di base dello sviluppo sostenibile: tradurre a livello locale i principi animatori dello sviluppo sostenibile.

La cosa non è facile. Come tradurre concetti come la conservazione dei servizi ecosistemici o come la riduzione delle emissioni di CO₂ a livello locale? La difficoltà sta, soprattutto, nel fatto che i livelli locali sono tutti, tra loro, differenti e non necessariamente un modello messo a punto per un ambito può essere utilmente applicato altrove. Il problema è quindi, soprattutto, un problema di personalizzazione delle soluzioni.

Il contributo che il livello locale è chiamato a dare allo sviluppo sostenibile è, tuttavia, imprescindibile. Anche se le norme di sostenibilità sono messe a punto a livello nazionale o sovranazionale, l'applicazione è effettuata in ambito locale. Il tipo di raccolta dei rifiuti da operare a livello comunale o l'adattamento dei regolamenti comunali alla realizzazione di impianti fotovoltaici sono solo alcune delle personalizzazioni necessarie perché i concetti dello sviluppo sostenibile possano essere applicati localmente. In un Paese così variegato come l'Italia, inoltre, le personalizzazioni vanno attentamente vagliate ed adeguate al contesto sociale, culturale ed ambientale. Tetti fotovoltaici in un piccolo borgo medievale del centro Italia, ad esempio, possono essere ammessi solo se gli impianti non deturpano o snaturano un paesaggio architettonico che perdura da secoli, immutato. La realizzazione di impianti di trattamento o smaltimento dei rifiuti urbani differenziati va attentamente adattata al contesto ambientale, tenuto conto, però, del contesto sociale, pena le note diatribe legate alla sindrome NIMBY (*Not In My Back Yard*).

L'importanza delle Comunità locali nel percorso verso il conseguimento degli obiettivi dello sviluppo sostenibile è stato sancito fin dall'inizio. Già durante la Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo (Unced) di Rio del 1992, infatti, si affermava che:

Molti problemi e relative soluzioni si radicano nelle attività locali, nella

partecipazione e nella cooperazione tra le autorità locali. Esse costruiscono, gestiscono e mantengono le infrastrutture sociali, economiche e ambientali, mettono in atto i processi di pianificazione, decidono le politiche ambientali e di regolazione locali, contribuiscono all'implementazione delle politiche ambientali nazionali e sub-nazionali²⁹.

Da queste considerazioni è nata l'Agenda 21, di cui si è già discusso e di cui si discuterà anche nel capitolo 13 sulle aree urbane, un articolato programma di azione per lo sviluppo sostenibile del pianeta da qui al XXI secolo. In questa parte ci sembra importante ricordare che:

Ogni autorità locale apra un dialogo con i propri cittadini, con le associazioni locali e con le imprese private e adotti un'Agenda 21 Locale. Attraverso la consultazione e la costruzione di consenso, le autorità locali possono imparare dalla comunità locale e dalle imprese e possono acquisire le informazioni necessarie per la formulazione delle migliori strategie. Il processo di consultazione può aumentare la consapevolezza ambientale delle famiglie. I programmi, le politiche e le leggi assunte dall'amministrazione locale potrebbero essere valutate e modificate sulla base dei nuovi piani locali così adottati. Queste strategie possono essere utilizzate anche per supportare le proposte di finanziamento locale, regionale ed internazionale³⁰.

La realizzazione di un processo partecipativo per lo sviluppo sostenibile a livello locale ha, ovviamente, sia dei vantaggi che degli svantaggi. I vantaggi riguardano la possibilità di affrontare i problemi direttamente lì dove si generano, perseguendo iniziative più consone alle richieste e agli interessi delle comunità locali di riferimento. Gli svantaggi sono soprattutto da ascrivere alla possibilità che gruppi di interesse, localmente molto forti, influenzino le scelte a prescindere dall'interesse comune. Nel 2000 in Italia nasce un'associazione, il *Coordinamento Agende 21 Locali italiane*, con la finalità di promuovere in Italia, ed in particolare nelle aree urbane, il processo di Agenda 21 Locale integrando aspetti economici, sociali ed ambientali. L'intento era anche quello di promuovere a tutti i livelli dell'Amministrazione il

²⁶ http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm

²⁷ <http://www.minambiente.it/pagina/emission-trading>

²⁸ http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy.pdf

²⁹ <http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

³⁰ <http://www.a21italy.it/medias/690-a21cap28.pdf>



diffondersi delle iniziative di Agenda 21 locale. Al 2013 risulta che il numero complessivo dei soci del Coordinamento Agende 21 Locali Italiane è di 495, di cui 347 Comuni, 43 Province, 12 Regioni, 18 tra Consorzi di Enti e Comunità Montane, 9 Parchi e 66 Soci Sostenitori (vedi Tabella 3.3). Nel numero dei Comuni e delle Province Soci dell'Associazione si nota una flessione negli anni 2011-2012, a causa, probabilmente, delle vicende legate alla crisi economica.

Tabella 3.3 - Numero e distribuzione delle Agende 21 locali in Italia

Associati	2008	2009	2010	2011	2012
Comuni	367	371	378	343	347
Province	45	45	45	43	43
Regioni	11	11	11	12	12
C.M. e consorzi di Enti	18	18	18	18	18
Parchi	9	9	9	9	9
Sostenitori	60	66	62	65	66
Totale	510	520	523	450	495

Fonte: <http://www.a21italy.it/>

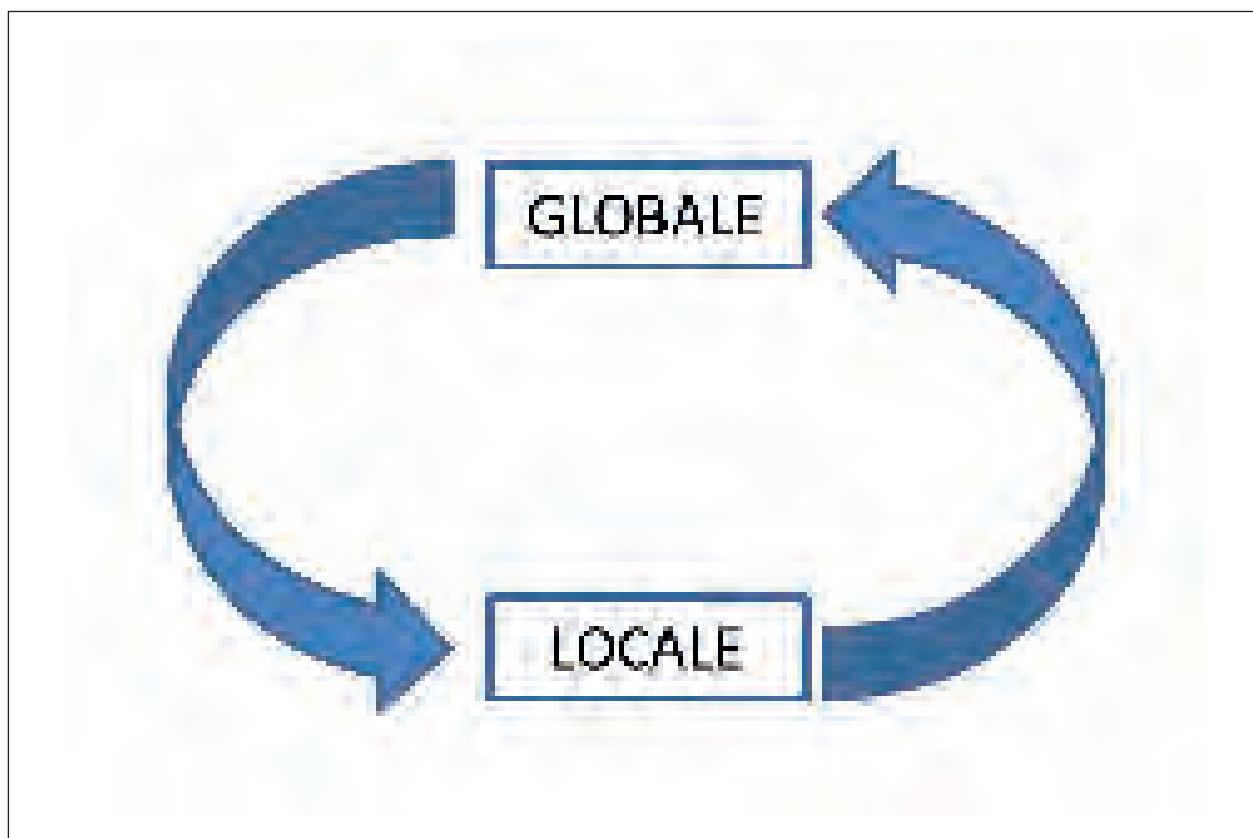
L'analisi della distribuzione geografica dei soci per aree (Nord, Centro, Sud e Isole) mostra che tra i Comuni l'area maggiormente rappresentata è la Sicilia con 146 Comuni, seguita dal Nord Italia con 124, con quote alte per Emilia Romagna e Lombardia. Centro e Sud Italia partecipano rispettivamente con 49 e 47 soci. Le Province socie dell'Associazione,

vengono prevalentemente dal Nord Italia, 20, in particolare in Emilia-Romagna che presenta la quasi totalità delle province e in Lombardia, seguite dal Centro, 13, Isole, 6 e Sud Italia, 5. Per quanto riguarda le Comunità Montane e gli Enti Parco, la maggioranza di questa tipologia di soci proviene dal Nord Italia, 10, dal centro, 7, Sud, 5 e Isole, 4. Sul numero totale dei soci per area e per tipologia, l'area Nord e l'area Insulare hanno una rappresentatività praticamente uguale, 154 Nord e 156 Isole, seguite da 69 del Centro e 57 del Sud Italia.

Oltre all'avvio di numerose Agende 21, le comunità locali, investite dall'onere e dall'onore di realizzare nella pratica le azioni che portano alla sostenibilità, hanno risposto nel 1994 mediante la Carta delle Città Europee per uno Sviluppo Durevole e Sostenibile (Carta di Aalborg). La Carta, mirata più all'ambito urbano, si sviluppa essenzialmente in tre parti che definiscono, rispettivamente:

1. la Dichiarazione di principio: Le città europee per un modello urbano sostenibile;
2. la Campagna delle città europee sostenibili;
3. l'impegno nel processo d'attuazione dell'Agenda 21 a livello locale: i piani locali d'azione per un modello urbano sostenibile.

Il discorso è stato ripreso e rilanciato in occasione della Conferenza *Aalborg +10* nel 2004, che ha prodotto un documento intitolato *Ispirare il futuro*, una visione comune che si concretizza nei *Commit-*



ments Aalborg +10, una serie di impegni condivisi che i governi europei locali sono stati invitati a sottoscrivere, e che rappresentano un significativo passo in avanti, per tradurre la visione di sostenibilità comune in obiettivi concreti di sostenibilità e in azioni a livello locale. La Conferenza e i *Commitments Aalborg +10* sono incentrati su 10 aree principali:

1. Governance;
2. Gestione locale per la sostenibilità;
3. Risorse naturali comuni;
4. Consumo responsabile e stili di vita;
5. Pianificazione e progettazione urbana;
6. Migliore mobilità, meno traffico;
7. Azione locale per la salute;
8. Economia locale sostenibile;
9. Equità e giustizia sociale;
10. Da locale a globale.

Questi dieci ambiti si sviluppano in una agenda di impegni che definiscono nello specifico le azioni da intraprendere per continuare sulla strada della sostenibilità³¹, fungendo da linea guida per quelle Amministrazioni Locali che hanno voglia di impegnarsi sulla strada dello sviluppo sostenibile. In particolare l'ultimo *commitment*, il 10, sottolinea come l'azione

svolta a livello locale finisca per *chiudere il cerchio* nel percorso che porta alla sostenibilità.

Gli *Aalborg Commitments* sono concepiti come uno strumento flessibile che può essere adattato alle azioni e ai risultati da raggiungere nelle singole situazioni locali. Aderendovi, i governi locali danno inizio a un processo di individuazione degli obiettivi che coinvolge gli stakeholder e si integra con l'Agenda 21 o altri piani d'azione sulla sostenibilità.

Se da un lato la Conferenza di Rio+20, giugno 2012, ha riaffermato l'attualità degli impegni dell'Agenda 21, dall'altro le fatiche quotidiane di questi anni di crisi portano inevitabilmente ad attenuarne la centralità nella azione di governo locale. Il dovere istituzionale delle pianificazioni, delle autorizzazioni e dei servizi risulta inevitabilmente prioritario, sia da un punto di vista amministrativo che economico, e il ricco paniere di iniziative messe in essere con le Agenda 21 Locali, sviluppate tra gli anni '90 e 2000, rischia di essere riposto in un angolo. Resta, tuttavia, vivo il cambio di mentalità operato dalla partecipazione alle iniziative di sostenibilità, ovvero una maggiore attenzione agli aspetti ambientali e di partecipazione nei processi di pianificazione ed implementazione delle azioni di programmazione e gestione a livello locale.

³¹ <http://www.a21italy.it/medias/708-aalborgbrochure.pdf>





Morale ambientale

Alessandro Caramis, Rosa Franzese, Teresa Dina Valentini

Dalla teoria alla prassi: una morale ambientale

Per il decisore che si trova ad affrontare e tentare di risolvere problemi ambientali complessi, il passaggio dall'evocazione di principi di rispetto, salvaguardia e valorizzazione dell'ambiente alla traducibilità pratica ed operativa degli stessi, è un compito non sempre facile.

Le diverse problematiche riguardanti gli ambiti illustrati in questo volume costituiscono per il decisore, politico, manager o tecnico che sia, una *provocazione* continua, sia in termini di sfida alla sua capacità di governo, sia alla luce delle scelte da compiere. Scelte che avranno ripercussioni e impatti i cui effetti sono difficili da prevedere con margini di certezza, nei termini di risposta del sistema ecologico coinvolto e di desiderabilità sociale da parte dei cittadini destinatari degli interventi.

Alla luce di questo, la domanda che si pone per chi ricopre incarichi di governo e di amministrazione del territorio è: di fronte alle questioni ambientali quali atteggiamenti e comportamenti assumere, ovvero quale *morale ambientale* seguire?

La distinzione tra etica ambientale e morale ambientale va immediatamente chiarita. La scelta del termine *morale* deriva dalla volontà di evidenziare il comportamento anziché il principio. In questo capitolo si ha l'obiettivo di offrire al decisore una guida non sui principi etici, astratti, a-temporali e a-territoriali, ma di illustrare un quadro focalizzato sugli atteggiamenti e i comportamenti che i decisori e gli stakeholder di un territorio possono assumere riguardo ai problemi ambientali che si trovano di volta in volta a dover affrontare.

La morale ambientale, pertanto, è traducibile come attenzione da parte dell'amministratore ad un comportamento, costume, responsabilità sociale, che va oltre il dettato normativo. Come avremo modo di vedere nel corso del capitolo, a seconda dell'atteggiamento assunto dal decisore verso le questioni ambientali, del comportamento e delle soluzioni adottate si potrà parlare anche di diverse

morali ambientali.

La folta presenza di termini e concetti che si richiamano alla sostenibilità non agevola sempre il lavoro di chi deve prendere delle decisioni. Concetti quali sviluppo sostenibile, impatto zero, green economy, società della de-crescita, km zero, conversione ecologica, filiera corta, sono entrati nel linguaggio quotidiano dei cittadini e degli amministratori. Non solo. Tutti gli attori sociali, dai *capital venture* alle agenzie di pubblicità, dai decisori pubblici alle case di moda, si spendono in narrazioni e slogan che richiamano l'aggettivo sostenibile nel linguaggio utilizzato. Robert Engelman, presidente del Worldwatch Institute, nel primo capitolo del rapporto *State of the World 2013*¹ ha coniato a proposito il termine di *sosteniblablablà*. A causa del potere di questo termine il mondo ha in buona parte ignorato il ricco spettro di cambiamenti politici, culturali e tecnologici che possono tracciare la strada verso un futuro realmente sostenibile. Come viene evidenziato nel Rapporto, nella società di oggi la parola sostenibile sembra quindi essersi svuotata del suo vero significato. Il mondo del marketing e della comunicazione si è focalizzato sui cosiddetti prodotti e sulle attività *green* o sostenibili che, nel migliore dei casi, sono solo un po' meno insostenibili rispetto alle alternative convenzionali.

Mettere in pratica per l'amministratore locale e nazionale una *morale ambientale*, così come si è venuta configurando negli ultimi decenni nei documenti e nelle conferenze internazionali, rappresenta di conseguenza un compito non sempre facile. La sfida richiesta a chi ricopre responsabilità di governo e al tecnico che si trova ad agire in territori eterogenei e variegati per morfologia fisica e composizione sociale è quindi non solo la conoscenza sull'evoluzione delle teorizzazioni e concetti sulla sostenibilità, ma anche la competenza e l'abilità nel saper individuare ed interpretare, a seconda dei casi, strumenti, network ed espressioni morali

¹ L'edizione italiana è curata da Gianfranco Bologna ed edita da Edizioni Ambiente

presenti nell'ambito spaziale, che sarà a sua volta influenzato dalla politica che deciderà di attuare.

Lo scopo di questo capitolo sarà pertanto quello di illustrare al decisore il ruolo che ricopre la *morale ambientale* nel prendere decisioni, i diversi atteggiamenti e comportamenti attraverso i quali viene declinato operativamente il concetto di morale ambientale e gli strumenti per leggerne le sue espressioni in un territorio, al momento di dover prendere una decisione.

L'auspicio è quello di rendere il concetto di sostenibilità di immediata traducibilità pratica, declinandolo da teoria contenuta nei documenti e nelle Direttive europee ed internazionali a prassi di governo e amministrazione di un territorio.

Perché occorre valutare la morale ambientale nel prendere buone decisioni

Se fosse sempre possibile applicare un criterio utilitaristico alle scelte, sarebbe molto semplice per qualsiasi decisore, che si trova ad affrontare e risolvere problemi ambientali complessi, valutare a priori quando una scelta è da considerare buona o non buona. Secondo il pensiero economico ortodosso, fondato sulle riflessioni di Jeremy Bentham², è sempre possibile valutare le conseguenze delle scelte secondo il criterio dell'utilità.

Un amministratore a livello locale, per raggiungere il suo obiettivo, che è quello di accrescere il benessere per una comunità, dovrà accrescere l'utilità di un maggior numero di persone possibili, ipotizzando cioè che l'utilità delle persone sia sommativa. Si nega in tal modo una antropologia relazionale e si fornisce maggiore importanza ai fini e non ai mezzi attraverso i quali questo fine viene raggiunto. Le politiche pubbliche, secondo questa logica, devono far sì che la somma delle utilità individuali sia la più alta possibile.

Nella realtà, scegliere per un amministratore è un processo continuo, come un fiume che scorre, ed ogni scelta ha delle conseguenze che richiamano altre scelte e spesso tanto più una decisione viene percepita come importante tanto più si hanno difficoltà nella decisione.

Pensiamo a un giocatore che sbaglia un rigore ai mondiali: non si può pensare che non sappia tirare un rigore, altrimenti non sarebbe là. Cosa accade allora? E' invaso dalle emozioni poiché sente il *peso* della responsabilità che ha in quell'unico tiro. Nei momenti importanti non conta la tecnica quanto

l'esperienza nel rimanere calmi e rilassati, nel gestire la tensione emotiva, poiché, come insegna John Stuart Mill³, che critica il razionalismo assoluto del pensiero economico ortodosso, il ruolo della sfera emotiva nella costruzione del processo decisionale umano è fondamentale.

La soluzione ideale o perfetta non esiste: scegliere significa di per se prendere una strada, che ha lati *positivi* e *negativi*, abbandonando le altre percorribili. Decidere è ottenere qualcosa e rinunciare a qualcos'altro.

Rimane un principio fondamentale per cui le azioni devono essere valutate in base alle conseguenze, nella consapevolezza che si debbano impiegare regole tramite consolidate in pregresse esperienze.

Queste esperienze pregresse a livello locale sono il patrimonio storico sedimentato nelle coscienze degli abitanti di quel territorio che si manifestano in prassi operative, in comportamenti, che espressione dei valori del contesto culturale, ambientale, territoriale e umano.

Esiste allora, anche una morale ambientale nelle coscienze delle generazioni di donne e uomini che vivono nel territorio, secondo la quale vi sono azioni che vanno incontro ad una approvazione o a una condanna morale.

La morale ambientale, già definita come l'*atteggiamento* ed il *comportamento* che il decisore e gli stakeholder assumono riguardo ai problemi ambientali, non può essere trascurata se si intendono operare scelte che vanno ad innovare il patrimonio culturale di una popolazione.

In qualsiasi contesto, sia pubblico che privato, una scelta innovativa non è determinata solamente da circostanze interne alle organizzazioni, ma anche da atteggiamenti e comportamenti rispetto al territorio, entro il quale i decision maker operano. E' allora importante che un decisore, che voglia operare delle scelte innovative anche su temi legati all'ambiente, si faccia carico di sviluppare non solo gli aspetti interni che favoriscono il cambiamento, ma anche i fattori esterni del sistema, che condizionano fortemente l'accettazione delle conseguenze di certe scelte.

Dalle politiche ambientali alle politiche di sviluppo

Nonostante i principi e le normative internazionali sulla sostenibilità abbiano cominciato ad essere condivisi ed accettati a livello di consape-

² Bentham J., (1823), *An Introduction to the Principles of Morals and Legislation*, Edition used: Bentham J., (1907), *An Introduction to the Principles of Morals and Legislation*, Clarendon Press, Oxford

³ Mill J.S., (1983), *Principi di economia politica*, a cura di Biancamaria Fontana, Introduzione di Giacomo Becattini, in II volumi, UTET, Torino

volezza sociale ed istituzionale fin dalla fine dagli anni Novanta, il passaggio dal piano dei principi alla traduzione operativa delle politiche ambientali è ancora oggi viziato da una serie di atteggiamenti e comportamenti assunti dall'amministratore locale sulle questioni ambientali riconducibili al secolo passato. Occuparsi di ambiente, infatti, era tutt'al più un compito portato avanti avendo una percezione *separata* dal resto delle politiche e del tutto secondaria rispetto alle decisioni strategiche da prendere per lo sviluppo del territorio. Riassumiamo in seguito i punti più rilevanti di questi atteggiamenti: *Ruolo secondario versus priorità, Ruolo correttivo versus ruolo strategico, Indicatori di precauzione versus indicatori di prevenzione, Natura versus società, Approccio settoriale versus approccio integrato, Ambiente come business versus ambiente condizione per lo sviluppo, Generazioni presenti versus generazioni future.*

Ruolo secondario versus priorità. Le politiche ambientali, così come le politiche sociali, nell'agenda delle priorità e nel *setting* dei problemi da affrontare a livello decisionale sono sempre stati concepite come secondarie e marginali rispetto alle politiche di sviluppo. La logica conseguente a questo atteggiamento è il frutto della *politica delle due fasi*: prima di tutto occorre occuparsi dei problemi economici, della produzione e del lavoro e soltanto dopo si può dare attenzione alle tematiche inerenti all'ambiente. Questo atteggiamento si è ulteriormente aggravato a partire dalla crisi recessiva del 2008, anche se questa modalità di approccio appare a molti decisamente da superare. L'ambiente non gioca più nella piattaforma di governo del territorio un ruolo di contorno, bensì costituisce ormai una priorità. La politica dei due tempi ha ceduto il passo ad un unico processo decisionale nel quale le scelte ambientali giocano un ruolo cruciale nel governo del territorio. La ragione di questa centralità è dovuta ad una serie di fattori:

- a) il legame e l'interdipendenza sempre più forte delle politiche ambientali con le politiche del lavoro, il rilancio dell'economia locale, le politiche abitative, l'attenzione crescente verso la salute e la qualità della vita dei cittadini, la riconversione ecologica di una parte del tessuto produttivo-industriale non più competitivo ed in via di riconversione, il turismo. Oltre a ciò, vi è una forte richiesta da parte della cittadinanza di maggiore informazione, trasparenza ed efficienza dell'operato della Pubblica Amministrazione;
- b) la presenza sempre più diffusa, in tempi di forte contenimento della spesa pubblica

e tagli dei trasferimenti dallo Stato centrale⁴, di finanziamenti e strumenti di governance messi a disposizione a livello locale da programmi e progetti comunitari dedicati all'energia, all'ambiente e alla mobilità;

- c) la gestione dei servizi pubblici locali quali reti idriche, rifiuti, trasporti, produzione e approvvigionamento energetico, capaci di incidere fortemente nell'economia locale, nell'organizzazione sociale di un territorio e nel consenso politico ricoperto da una amministrazione.

Ruolo correttivo versus ruolo strategico. Le politiche e l'atteggiamento culturale presente in molti ambiti decisionali pubblici hanno assegnato in primo luogo alle politiche ambientali la funzione di svolgere un ruolo correttivo e di aggiustamento al degrado ecologico prima che questo si trasformi in danno economico o sociale per i territori coinvolti. Secondo questo approccio le decisioni che riguardano l'ambiente non mettono in discussione il modello economico e le regole che hanno generato il degrado ecologico, puntano tutt'al più ad interventi di bonifica, riqualificazione e riconversione di aree del proprio territorio in stato di degrado. Come afferma Magnaghi in questo modello:

il territorio è ancora trattato come un supporto tecnico-funzionale della produzione, del quale occorre considerare i limiti di sopportazione nel suo uso, un uso comunque strumen-

⁴ Cosa è il Patto di stabilità interno. Il Patto di Stabilità Interno (PSI) nasce dall'esigenza di convergenza delle economie degli Stati membri della Ue verso specifici parametri, comuni a tutti, e condivisi a livello europeo in seno al Patto di stabilità e crescita e specificamente nel trattato di Maastricht (Indebitamento netto della Pubblica Amministrazione/P.I.L. inferiore al 3% e rapporto Debito pubblico delle AA.PP./P.I.L. convergente verso il 60%). L'indebitamento netto della Pubblica Amministrazione (P.A.) costituisce, quindi, il parametro principale da controllare, ai fini del rispetto dei criteri di convergenza e la causa di formazione dello stock di debito. L'indebitamento netto è definito come il saldo fra entrate e spese finali, al netto delle operazioni finanziarie (riscossione e concessioni crediti, partecipazioni e conferimenti, anticipazioni), desunte dal conto economico della P.A., preparato dall'ISTAT. Un obiettivo primario delle regole fiscali che costituiscono il Patto di stabilità interno è proprio il controllo dell'indebitamento netto degli enti territoriali (regioni e enti locali). Il Patto di Stabilità e Crescita ha fissato dunque i confini in termini di programmazione, risultati e azioni di risanamento all'interno dei quali i Paesi membri possono muoversi autonomamente. Nel corso degli anni, ciascuno dei Paesi membri della Ue ha implementato internamente il Patto di Stabilità e Crescita seguendo criteri e regole proprie, in accordo con la normativa interna inerente la gestione delle relazioni fiscali fra i vari livelli di governo. Dal 1999 ad oggi l'Italia ha formulato il proprio Patto di stabilità interno esprimendo gli obiettivi programmatici per gli enti territoriali ed i corrispondenti risultati ogni anno in modi differenti, alternando principalmente diverse configurazioni di saldi finanziari a misure sulla spesa per poi tornare agli stessi saldi. La definizione delle regole del patto di stabilità interno avviene durante la predisposizione ed approvazione della manovra di finanza pubblica; momento in cui si analizzano le previsioni sull'andamento della finanza pubblica e si decide l'entità delle misure correttive da porre in atto per l'anno successivo e la tipologia delle stesse. Fonte: Ragioneria Generale dello Stato



tale rispetto al modello di sviluppo e alle variabili che ne connotano la produzione di ricchezza⁵.

Al contrario, dallo svolgere solamente un ruolo correttivo le politiche ambientali oggi sono fondamentali per lo sviluppo locale di aree geografiche e contesti territoriali che fanno della sostenibilità la cornice strategica dei loro interventi, specie quando agiscono a *monte* del processo decisionale anziché a *valle*.

Indicatori di precauzione versus indicatori di prevenzione. La prima cosa con cui entra in contatto un decisore che si trova sul tavolo una serie di problemi e di situazioni ambientali è una serie infinita di numeri e dati statistici: gli indicatori. Gli indicatori sono costituiti da un insieme sintetico di informazioni rappresentative di un fenomeno. La caratteristica principale di un indicatore è che, anche di fronte ad una realtà complessa, l'indicatore deve descrivere e comunicare a differenti livelli di informazione. Il primo errore nel quale si può facilmente incorrere è quello di credere che gli indicatori siano neutri, basati su criteri oggettivi di natura tecnico-scientifica e del tutto separati da valutazioni economiche e/o politiche. Questa idea è errata e corrisponde ad una concezione novecentesca nella quale la scienza veniva considerata una religione secolare in grado di interpretare e risolvere qualsiasi problema. In realtà gli indicatori sono una costruzione sociale. Per dimostrare la verità di questa affermazione facciamo una serie di esempi basati su due principi: il principio di precauzione ed il principio di prevenzione.

Per sua natura il principio precauzionale è basato su una sorta di adesione volontaria che parte dal cittadino, può coinvolgere l'industria, come nel caso dell'adesione all'Ecolabel, e infine coinvolge la Pubblica Amministrazione. Il principio della prevenzione si basa, invece, su presupposti diversi. Secondo questo principio il punto di partenza è l'esistenza di una situazione certa: di fronte alla certezza di cambiamenti climatici in atto e delle loro conseguenze negative sull'ambiente, bisogna attuare misure che mitigano il fenomeno e che alla lunga lo eliminano. L'accettazione dell'uno o dell'altro comporta approcci differenti sia dal punto di vista tecnico-scientifico, ma soprattutto dal punto di vista delle azioni politiche. In questo caso si restringono i margini di volontarietà e le misure sono prese nell'ambito di normative vincolanti. I costi economici, ad esempio, non possono, nel caso della prevenzione, giustificare la mancata adozione della misura: è questo il caso della abolizione a livello europeo della benzina contenente piom-

bo. Il passaggio dal principio della precauzione a quello della prevenzione ha implicazioni sia nella scelta degli indicatori, sia nel tipo di informazione che viene data al cittadino. Dal punto di vista della prevenzione, se la priorità di intervento è quella di ridurre il livello di emissione da trasporti, è necessario considerare non tanto gli indicatori della qualità dell'aria, che sono dati per certi, ma concentrarsi su parametri che descrivano il modello di trasporto per poter agire su di esso. Per quanto riguarda l'informazione, come già accennato in precedenza, la prevenzione implica un diverso approccio comunicativo. Nel caso della prevenzione l'informazione non può limitarsi a interpretare la gravità dei fenomeni di deterioramento ambientale in termini di emergenza. La prevenzione, infatti, presuppone, ad esempio, campagne continuative basate su dati certi e orientate a favorire un progressivo aumento della consapevolezza.

Natura versus società. L'atteggiamento assunto verso l'ambiente viene del tutto disgiunto dall'attenzione al territorio, dalle società e dalle culture che in esso si esprimono. Questo atteggiamento persegue un comportamento di tipo opposto e tende a concepire le politiche ambientali esclusivamente in funzione di salvaguardia e conservazione delle risorse del sistema naturale, biosfera, geosfera, idrosfera, fauna e flora, sistemi ambientali, reti ecologiche, come un tutt'uno di cui vanno rispettate le leggi di autoproduzione. L'accento, piuttosto che sull'uso, viene posto sull'intoccabilità. In questo senso l'ambiente è percepito come spazio naturale del tutto disgiunto non solo dall'ambiente costruito e modificato, bensì anche separato dal sistema sociale del quale esso è parte. Le radici di questo atteggiamento sono da rintracciare nel movimento romantico ecologista di fine ottocento in cui si prefigurava una società utopistica nella quale l'ambiente veniva liberato dalle storture del sistema capitalistico e industriale e l'uomo tornava a vivere in armonia con la natura. Questo immaginario, che percepisce l'ambiente come uno spazio naturale intoccabile e incontaminato dalla mano dell'uomo, viene oggi riproposto con altri mezzi nelle rappresentazioni pubblicitarie. Questi messaggi associano i nuovi prodotti appena introdotti nel mercato, spesso ad alto impatto ambientale, all'interno di uno scenario idilliaco nel quale la natura è raffigurata pura, intatta e senza la presenza dell'uomo, salvo ovviamente a quella del consumatore che si appresta ad usufruire del nuovo prodotto. Le decisioni ambientali ispirate in forma più o meno radicale a questo approccio sono prese del tutto a prescindere dalle ripercussioni economiche e sociali che da esse derivano e dalle espressioni e

⁵ Magnaghi A., (2000), *Il progetto locale*, Bollati Boringhieri, Torino, p.53

peculiarità culturali di un dato contesto. Al contrario l'ambiente oggi non è più considerato come spazio naturale a sé stante, bensì come fatto sociale inserito all'interno di un'organizzazione sociale con la quale interagisce. Tra società e ambiente c'è quindi un complesso dialettico continuo che cerca il suo equilibrio, ma che spesso produce e trova conflitto e competizione anziché cooperazione.

Approccio settoriale versus approccio integrato. Le deleghe assegnate ai diversi Amministratori Locali che ricoprono incarichi nell'ambito di responsabilità ambientali quali i rifiuti, la mobilità, l'acqua, l'energia, l'agricoltura, la silvicoltura e la pesca, nonché la pianificazione urbana sono spesso divise tra diversi assessorati ed il più delle volte sono gestite in maniera settoriale e autoreferenziale. Al contrario i vari ambiti che rientrano nelle politiche ambientali non solo non possono essere concepiti in maniera isolata e settoriale, bensì non possono disgiungersi dalle politiche di sviluppo, dalle politiche culturali, dalle politiche sociali, dalle politiche sul turismo e dalle politiche sul lavoro. Per un decisore locale operare sui rifiuti ha conseguenze sul sistema e sull'infrastruttura energetica presente nel proprio territorio così come prendere decisioni sulla pianificazione urbana e sulle politiche abitative non può non avere ripercussioni sulla mobilità. Allo stesso modo l'acqua è connessa a questi ambiti così come a quello inerente le politiche agricole, della pesca o forestali. Il turismo a sua volta è condizionato dallo stato dei servizi e dalla qualità ambientale di una destinazione. Nel governo del territorio questa interdipendenza è oggi resa concreta dall'approccio alla *smart city*. Ciò che differenzia l'approccio *smart city* rispetto al passato è quello di vedere in una unica cornice tanti aspetti che fino ad oggi sono stati affrontati separatamente. Si pensa alla città come ad un insieme di reti interconnesse (vedi anche Capitolo 13). L'integrazione delle reti in un disegno coordinato è quella che rende possibile nuovi servizi impensabili fino al decennio scorso ed apre possibilità di trasformazione progressiva della città. Di conseguenza la *smart city* diventa oltre che una scommessa anche una necessità per il nostro futuro.

Ambiente come business versus ambiente condizione per lo sviluppo. Un atteggiamento indicatore di una morale ambientale di tipo strumentale è quello che vede l'ambiente naturale e l'eco-sistema come fonti ed occasioni di business e di guadagno economico senza prendere in considerazione l'importanza ed il valore che le azioni di salvaguarda e di valorizzazione assumono di per sé. Alla base di questo approccio, riconducibile all'economia ambientale classica (vedi Capitolo 25), vi è la concezione che

attraverso il progresso tecnologico si possono superare e rendere risolvibili tutti i problemi e che il mercato possa funzionare come agente regolatore per evitare il sovra-consumo e l'esauribilità delle risorse⁶. Secondo questa morale i costi ambientali vengono esternalizzati ed i beni comuni monetizzati. La monetizzazione e la privatizzazione dei principali beni comuni, quali l'acqua, l'aria, le foreste, le sementi agricole e il suolo, diventano pertanto la strategia ottimale da perseguire per salvaguardarne la qualità e l'esistenza. Al contrario, un atteggiamento alternativo a questo approccio meccanicistico è quello che individua nella salvaguardia dei cicli della natura e nella definizione di limiti e confini per gli interventi sul territorio la condizione *sine qua non* e la compatibilità tra crescita e sviluppo, dove il rilancio qualitativo della crescita economica risulta fondamentale. Questa morale, riconducibile all'approccio eco-sistemico, descritto nel Capitolo 3, si traduce nel tentativo di internalizzare i costi ambientali e favorire l'accesso di tutti ai beni comuni.

Generazioni presenti versus generazioni future. Dalla dichiarazione contenuta nel Rapporto della Commissione Brundtland in poi, l'atteggiamento e il comportamento dei decisori dovrebbe essere rivolto ad uno sviluppo sostenibile che, come afferma il Wced (World Commission on Environment and Development)

soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri⁷.

Il concetto cardine è l'acquisizione della consapevolezza, soprattutto da parte di governanti ed amministratori, che le azioni e gli interventi effettuati hanno delle ripercussioni sulla generazione contemporanea e su quelle che verranno. Questo concetto nasce in un periodo storico nel quale nel ricadute a medio-lungo termine di azioni, politiche e progetti non venivano considerate e le ripercussioni negative di tali azioni presentavano spesso il *conto* alle generazioni successive. Normative come la VIA e la VAS rappresentano il superamento di questo impasse, unitamente a direttive orientate a dare continuità a interventi e decisioni prese nel campo della salvaguardia ambientale. Nonostante talune eccezioni e resistenze, questa maggiore attenzione agli impatti futuri è entrata a far parte della cultura e della prassi amministrativa. Gli scenari di sostenibilità tendono ad avere un orizzonte temporale molto ampio, in alcuni casi fino

⁶ Magnaghi A., (2000), *Il progetto locale*, Bollati Boringhieri, Torino, p. 54

⁷ World Commission on Environment and Development, (1987), *Our Common Future*



a cinquanta anni, anche per l'azione di gruppi di interesse economici e finanziari volti a spostare sempre più lontano il tempo della riconversione ecologica dell'economia e della società. Questa situazione comporta da una parte la mancanza di corrispondenza tra azioni e tempi di ripercussione. L'adozione di tali modelli comporta due conseguenze: da una parte non è sempre possibile stimare l'impatto delle scelte prese oggi in tempi di ripercussione così dilatati; dall'altra parte il decisore stesso rischia di trovarsi nella spiacevole situazione di prendere decisioni i cui effetti travalicavano l'orizzonte temporale del suo mandato. Questo rischia di de-responsabilizzare il decisore che, a fronte di un problema ambientale da risolvere, agisce in modo *schizofrenico* con il risultato di non riuscire a soddisfare né le esigenze della generazione presente, né quelle delle generazioni future. L'orizzonte temporale di cinque anni per valutare l'impatto ambientale, economico, sociale e culturale delle politiche da implementare, quindi, rappresenta lo scenario di riferimento ideale di un amministratore per progettare, implementare e monitorare le decisioni prese.

Queste considerazioni aiutano a comprendere come un decisore che voglia mettere in pratica una morale ambientale deve allontanarsi dagli atteggiamenti successivamente descritti, assunti in passato e tutt'oggi ancora presenti:

- a) considerare le questioni ambientali come secondarie e marginali rispetto alle politiche e azioni volte a favorire la crescita economica locale ed il lavoro;
- b) approcciarsi all'ambiente in termini marginali, riparatori o tutto al più di contenimento delle esternalità negative generate dallo sviluppo;
- c) agire in termini precauzionali anziché di preventivi;
- d) avere verso l'ambiente un atteggiamento che non considera la società e le dimensioni economiche e culturali della sostenibilità;
- e) concepire i diversi settori che hanno impatti ambientali sul proprio territorio come *ambiti* a se stanti privi di collegamento e di interdipendenza;
- f) rapportarsi all'ambiente naturale soltanto in termini di business economico e strumentalità senza valutare la capacità di carico.

L'orizzonte temporale ideale per valutare l'efficacia degli interventi e delle decisioni orientate alla sostenibilità non può che essere di medio-breve periodo: orizzonti temporali più lunghi di 5 anni rischiano, infatti, di essere de-responsabilizzanti per chi è chiamato a prendere una decisione non-

ché di ritardare la presa in carico di scelte che esigono dalla collettività delle risposte in tempi brevi.

Altro elemento determinante degli atteggiamenti del decisore dovrebbe essere la consapevolezza che oggi le politiche ambientali sono parte integrante delle politiche di sviluppo a livello nazionale e locale. Le questioni ambientali si applicano e sono efficaci principalmente in ambito locale, in quanto il territorio è il principale campo di applicazione delle azioni che mirano alla sostenibilità. La morale ambientale sostenibile è principalmente rivolta agli amministratori che operano dal Comune alla Regione e deve essere intesa come

la capacità dei soggetti istituzionali locali di cooperare per avviare e condurre percorsi di sviluppo condivisi che mobilitino risorse e competenze locali⁸.

Inoltre, un approccio che inquadra le questioni ambientali nell'ottica dello sviluppo locale è basato sulla valorizzazione sostenibile delle risorse materiali e immateriali presenti in un certo territorio, che coinvolge anche la sfera sociale e culturale dei soggetti⁹.

Una strategia di sviluppo locale sostenibile si fonda su un *pensiero integrato* che ha come obiettivo la crescita armonica ed equilibrata di un'area e si basa su una *visione*, ossia un punto di riferimento futuro realisticamente raggiungibile date le condizioni attuali del territorio, le opportunità di sviluppo e una sufficientemente condivisa divisione dei diversi stakeholder.

Il soggetto di questa strategia non può che essere la Pubblica Amministrazione, in grado di recepire, comprendere e soddisfare le esigenze e i bisogni, di raccogliere le buone pratiche provenienti dal basso. Attraverso il costante dialogo con i cittadini che consenta di conoscere i problemi, i limiti ma anche le risorse che rendono un'area geografica unica rispetto alle altre, la Pubblica Amministrazione può riuscire ad attuare un piano che miri al graduale sviluppo di un contesto territoriale. Solo sfruttando questa fonte di informazione è possibile mirare ad uno sviluppo consapevole del territorio, superando il vecchio approccio morale riepilogato nella Tabella 4.1.

⁸ Trigilia C., (2005), *Sviluppo locale. Un progetto per l'Italia*, Editori Laterza, Roma-Bari, p.6

⁹ Dematteis G., Governa F., [a cura di], (2005), *Territorialità, sviluppo locale, sostenibilità: il modello Slot*, Franco Angeli, Milano, p.16

Tabella 4.1 - Approcci morali a confronto

Vecchio approccio	Nuovo approccio
Questioni ambientali secondarie e marginali nell'agenda setting di governo	Questioni ambientali come prioritarie nel decision-making
Indicatori di precauzione	Indicatori di prevenzione
Politiche correttive e riparatorie	Politiche strategiche
Ambiente fatto naturale	Ambiente fatto sociale
Politiche settoriali	Politiche integrate
Sfruttamento commerciale	Condizione per lo sviluppo
Orizzonte temporale di lungo periodo	Orizzonte temporale di breve-medio periodo
Politiche ambientali	Politiche di sviluppo locale

Strumenti per leggere le espressioni morali di un territorio

Come è stato illustrato nei precedenti paragrafi, non esiste un'unica morale, ma coesistono espressioni morali che in una medesima arena si confrontano, si elidono, si fondono, si trasformano in un credo individuale o in un pensiero collettivo. Tali attitudini devono essere analizzate per conoscerne i condizionamenti operanti sull'accettazione delle soluzioni individuate ai problemi ambientali e per misurare, quindi, in termini di atteggiamento nel contesto, l'impatto delle decisioni. Ogni decisore, affinché si concretizzi il processo decisionale e non rimanga vaga promessa, deve *calare* la propria proposta nel contesto morale di riferimento in quanto le sue decisioni concorrono a delineare situazioni conservative o innovative, che si traducono in un approccio utile alla soluzione dei problemi ovvero in un approccio teso a perseverare di situazioni di degrado del territorio.

Secondo un approccio semplificato, rispetto ad una decisione con valenza o ricadute ambientali, si determina la necessità di analizzare l'oggetto della decisione rispetto ai suoi contenuti tecnici, morali e politici. *Tecnici*: il decisore non essendo nella maggior parte dei casi un esperto della materia ambientale si avvale di esperti che porteranno elementi tecnico-scientifici utili ad individuare la soluzione da adottare. Come è noto, di fronte a problemi ambientali non esiste un'unica soluzione, ma possono co-esistere molteplici che esprimono diversi gradi di efficacia ed efficienza rispetto a paradigmi di produzione della società differenti. Per superare quest'aspetto e consentire a tutte le soluzioni pari dignità sul piano della valutazione, è importante superare una visione che non intenda premiare esclusivamente soluzioni già sperimentate: per ciò, il *panel* degli esperti dovrà rappresentare punti di vista differenti, autorevoli sotto il profilo tecnico, per ambiti di competenza diversi. L'oggetto, pertanto, non avrà un solo contenuto tecnico, ma molteplici, non rispondendo ad una unica logica di definizione degli stessi, come descritto nel

Capitolo 27. *Morali*: in quest'ambito si collocano quegli elementi comunemente definiti *intangibile* che sviluppano effetti sulle connotazioni culturali dell'oggetto della decisione e sul funzionamento del processo decisionale. Il termine *intangibile* identifica un insieme di elementi socialmente definiti come costumi, comportamenti, attitudini e atteggiamenti culturali che non descriveremo rispetto a ciò è giusto o sbagliato o a ciò che bene e male, ma rispetto a ciò che esprimono o rappresentano in una specifica collettività o territorio. Ad esempio, se per il decisore politico il mantenere fede ad una promessa elettorale rappresenta l'istanza morale che lo guida nel processo decisionale, questo sarà elemento dominante a prescindere della valutazione di efficacia della soluzione individuata. Analogamente rintracceremo come prova di morale quell'atteggiamento, bio-centrico ambientale, che esclude qualsiasi confronto finalizzato a trovare soluzioni alternative alla sua proposta di de-industrializzazione di un territorio per la sua salvaguardia. Come per gli aspetti tecnici, ogni oggetto di decisione implica elementi e risvolti morali che non necessariamente possono convergere in una soluzione di ampia condivisione. Le controversie nel campo ambientale sono caratterizzate spesso dal confronto tra posizioni antitetiche che non trovano ambiti di mediazione per loro stessa natura. *Politici*: il decisore pubblico avrebbe le competenze per delineare i contenuti politici dell'oggetto della decisione, in quanto conosce le regole e le dinamiche che concorrono all'affermazione di posizioni e interessi; tuttavia, un'attenta valutazione del posizionamento dei contenuti politici consente di inquadrare e analizzare l'oggetto della decisione rispetto ai possibili interessi in gioco, espressi dai partiti, dalle parti sociali, dagli industriali, dagli opinion leader, dai movimenti e dalla rete. In questa logica, anche i contenuti politici esprimono istanze morali che si caratterizzano proprio per il *framework* organizzato che le contiene, rappresentando solo alcune di quelle presenti in un territorio. Decisioni prese in momenti di emergenza, ovviamente, non rispondono a questi requisiti e



danno adito a fenomeni di *qualunquismo* verso le azioni politiche. Di contro, la decisione politica deve basarsi sulla programmazione degli interventi e su una chiara declinazione dei loro vantaggi e svantaggi, rispetto all'assunzione di responsabilità cui è chiamato il decisore.

A fini puramente metodologici, la valenza morale del processo decisionale, dalla valutazione delle soluzioni alternative alla condivisione delle stesse, dalla assunzione della decisione alla fase attuativa, può essere analizzata attraverso:

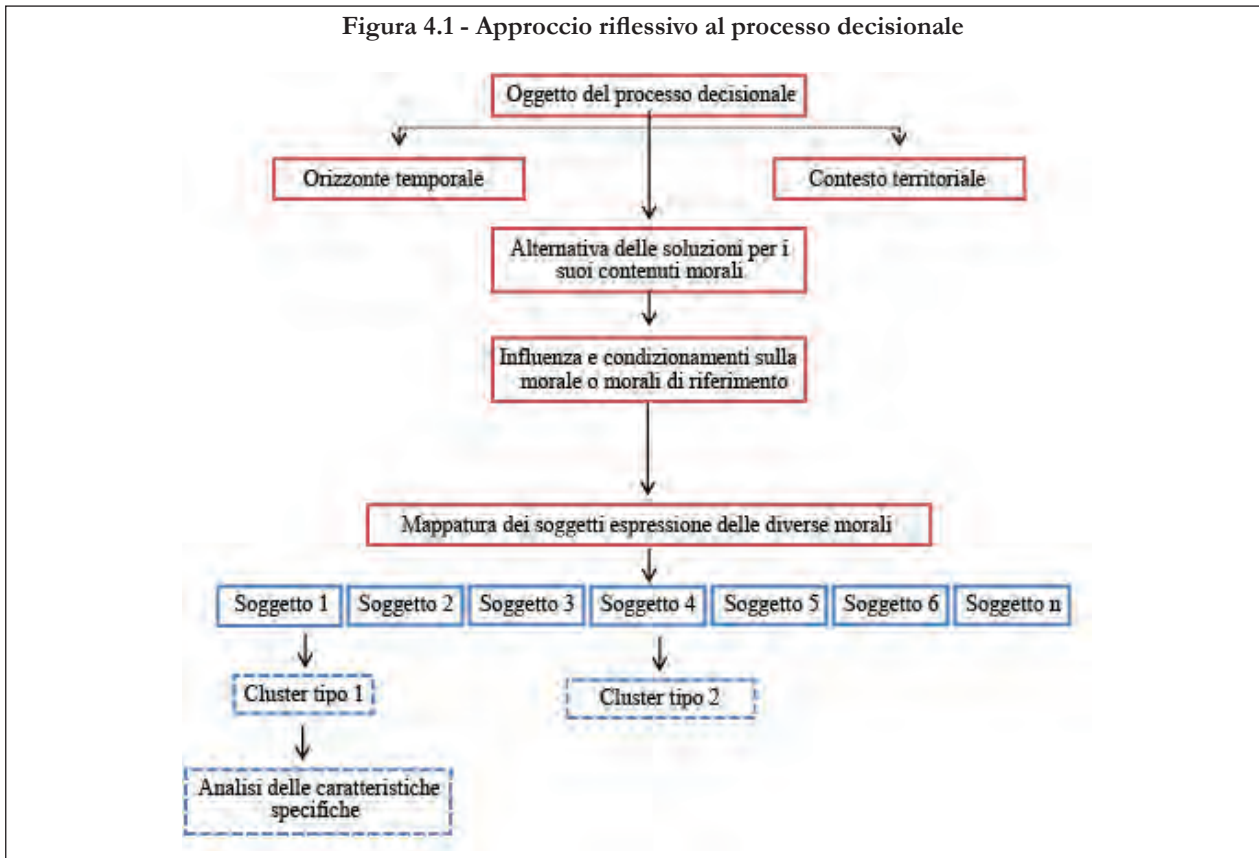
- l'individuazione del *valore morale attribuito all'oggetto della decisione, a cui possono corrispondere una o più soluzioni*, spesso in competizione fra loro, che riguardano il medesimo processo e che possono essere il risultato dell'orizzonte temporale di riferimento e del contesto territoriale di applicazione. Una soluzione di per sé non ha un contenuto morale, ma lo acquisisce tramite le relazioni sociali che ne hanno determinato l'individuazione e può evocare istanze morali diverse a seconda del contesto a parità storica, o evoluzioni delle stesse istanze morali in diverse fasi storiche ed economiche.
- la definizione dell'*orizzonte temporale* su cui si intende valutare l'impatto della soluzione individuata. Secondo l'impostazione fornita nel Capitolo 1, si pone nell'arco dei 5 anni il periodo di valutazione per l'individuazione degli impatti e dei benefici, rispetto a soluzioni che non compromettano comunque scelte a favore delle future generazioni.
- la definizione del *contesto territoriale* delimitato dall'impatto dell'applicazione di una o più proposte, a cui corrisponde una o più morali di riferimento. In molte situazioni il contesto di riferimento può presentare confini variabili a causa di un processo di globalizzazione che va oltre le responsabilità specifiche di un territorio.
- la mappatura di tutti i soggetti, anche di quelli che sono espressione silente di istanze morali del territorio interessato dal processo decisionale. Il processo di mappatura, *core* del modello proposto, si configura come una fase critica dal momento che non esiste alcuna attitudine morale *sganciata* da un soggetto, individuale o collettivo. La mappatura, se condotta con particolare attenzione e in modo critico, consente di intercettare i reali artefici dei contenuti morali con cui l'oggetto e il processo decisionale dovrà fare i conti.
- infine, l'assegnazione di *attitudini morali as-*

similabili ad ogni soggetto o cluster di individui, intercettandone gli elementi caratterizzanti. Questo tipo di analisi comporta la predisposizione di strumenti che permettono di intercettare tutte le espressioni morali presenti capaci di influenzare il processo decisionale e di condizionarne l'esito.

Il risultato dell'applicazione di tali criteri configura una mappa dei contenuti morali tipici di un contesto, in grado di individuare istanze dominanti, anche in modo solo apparente, e recessive, usando una metafora darwiniana; che possono assumere valore con l'evoluzione delle situazioni; istanze imperturbabili; impermeabili al processo decisionale; condizionabili da fattori endogeni ed esogeni di diversa natura e difficilmente riconducibili ad un cluster morale di riferimento.

La rappresentazione di questi elementi su una mappa delle geografie morali consente di gestire in modo organizzato contenuti spesso semplicemente percepiti, ma non adeguatamente considerati dal decisore e di valutare le soluzioni rispetto alle diverse angolazioni, per arrivare ad una sintesi che superi lo stallo, situazione tipica del contesto nazionale, come mostra la Figura 4.1.

Figura 4.1 - Approccio riflessivo al processo decisionale



Come prendere buone decisioni

Il percorso analitico descritto consente al decisore di prendere buone decisioni non in senso etico, ma empirico, nel rispetto delle istanze morali del contesto territoriale di riferimento.

La valutazione dell'oggetto e del processo decisionale sotto il profilo morale consente al decisore un maggior controllo, in termini di consapevolezza e governo, nonché una maggiore garanzia dei suoi esiti. Da approcci morali diversi si può pervenire ad una medesima decisione, così come partendo da uno stesso punto di vista morale si può individuare soluzioni antitetiche: pertanto, la morale non si configura come un filtro di valutazione della decisione stessa e tanto meno ne prefigura la fattibilità o il buon esito.

La discriminante fra il prendere una decisio-

ne e assumere una buona decisione presuppone l'applicazione di un approccio riflessivo: quindi, rispetto ad una medesima decisione da prendere, l'adozione di un modello analitico dovrebbe consentire di adottare una decisione dal contenuto morale. Muovendosi su questa linea il decisore si mette nella condizione di prendere una buona decisione rispetto alla contestualizzazione sociale, spaziale e temporale, mentre, ignorando le componenti morali, rischierà l'improvvisazione, di attuare la non scelta o di assumere decisioni non agganciate ad un framework di riferimento. In questo framework, dato dalla morale ambientale espressa dal contesto sociale, economico ed ambientale, il decisore deve riuscire a prendere decisioni politiche in un ottica di sviluppo locale, secondo una logica che riconosce tutte le istanze, ne determina gli impatti nonché le possibili azioni di bilanciamento.



Conclusioni

Partiamo da una domanda: in un libro che vuole essere di aiuto per prendere buone decisioni che importanza ha una parte generale come questa? La risposta è nella natura del libro e nelle caratteristiche degli Autori.

Partiamo dal primo punto riportando, sarebbe più corretto dire traducendo, una parte dell'introduzione del libro di Daniel Chiras, *Environmental Science: A Framework for Decision Making*, la cui prima edizione è del 1982:

L'obiettivo primario nello scrivere *Environmental Science: A Framework for Decision Making*, era quello di creare un'aggiornata, comprensibile, e olistica introduzione ai principali temi ambientali, utile a lettori con un piccolo, se non assente, background nelle scienze. I vari oggetti, ma anche le controversie, esaminati in questo testo, sono essenziali per ognuno di noi perché servono a fornire strumenti di decisione *oggi*.

Quindi alla prima domanda il testo risponde cercando di creare un linguaggio comune tra diverse persone e diverse esperienze. E' per questo che in questa prima parte si parla di Sostenibilità, Scienza e Sistemi, per creare un clima, se vogliamo un linguaggio comune, fra chi ha poi lavorato sui testi.

Il secondo punto citato è strettamente correlato al primo e riguarda gli Autori. Abbiamo cercato di fare in modo che ad ogni capitolo partecipassero Autori provenienti da esperienze differenti e da organizzazioni differenti, perché riteniamo che interdisciplinarietà, transdisciplinarietà siano parole che implicino la possibilità di confronto tra esperienze diverse. Abbiamo anche chiesto ai diversi Autori di inserire nel testo buone e cattive pratiche svolte in modo da fornire strumenti empirici a chi deve prendere decisioni.

Semplificando: se un capitolo qualsiasi del libro viene scritto da tutti sociologi o ingegneri o architetti e magari appartenenti tutti alla stessa organizzazione come si esprimono la interdisciplinarietà e la transdisciplinarietà? Abbiamo pensato che mischiando le carte tutto sarebbe stato più facile e pensiamo che effettivamente così sia stato. Non a caso già nel Capitolo I, *Ambiente, metodo scientifico e società*, i quattro Autori appartengono a quattro differenti organizzazioni. Questo Capitolo costituisce la vera introduzione a tutta l'opera. Il suo obiettivo è, infatti, quello di spiegare, nel modo più chiaro possibile, a che cosa serve il libro intero e di puntualizzare alcuni concetti che è necessario condividere. Proviamo a citarli brevemente:

1. Il ruolo di una politica attiva di contro a una politica che reagisce e basta di fronte ai temi ambientali;
2. La necessità di integrare le prospettive ecologiche, sociali ed economiche in un modello o schema di lavoro unico e comprensivo in contrasto con la visione, ancora oggi dominante, secondo cui l'ambiente è una risorsa da trattare e sfruttare per un guadagno economico;

3. Il tema dell'incertezza di fronte alle tematiche che riguardano la scienza;
4. Il tema del rischio tecnologico, considerato fonte di conflitto e non come fonte di opportunità;
5. Il tema della tecnologia nella sua accezione sociale;
6. La possibilità di individuare tra discipline differenti elementi comuni, connessioni e affinità e la possibilità di fare emergere dal confronto tra discipline l'esistenza di nuovi dati che fanno da giunzione o snodo tra le discipline stesse;
7. E tutto ciò attraverso un approccio di pianificazione territoriale a livello ecosistemico.

Il Capitolo I, quindi, vuole fornire elementi di condivisione e principi generali e si vuole sperare che abbia centrato l'obiettivo. Poiché l'obiettivo generale del libro era comunque quello di aiutare a prendere *buone decisioni*, come recita il titolo, abbiamo deciso che la parte, per così dire *teoretica* fosse sufficiente.

Il Capitolo II, infatti, inizia con una domanda: *perché l'uomo è un problema per l'ambiente?* Anche qui si è verificato un felice incontro tra differenti esperienze, basti pensare che i quattro Autori sono, nell'ordine, un economista, una naturalista, una sociologa e un fisico. Il presupposto del Capitolo è semplice: l'uomo è, per antonomasia, un *animale culturale*, ovvero un insieme di biologia e cultura, dove la cultura ha assunto, nel tempo, un ruolo sempre più rilevante nel definire i rapporti della specie con l'ambiente rispetto agli aspetti più puramente biologici. Il Capitolo infatti esplora in termini pratici proprio queste relazioni partendo da fattori molto reali, come la demografia che indica il *peso* dell'uomo sull'ambiente, l'analisi dell'atteggiamento umano nei confronti dell'ambiente, ancora oggi ancorato a un modello antropocentrico e per finire alla possibilità concreta che l'attuale modello si trasformi in un nuovo modello, il cui esempio potrebbe essere la *Low Carbon Society* che allo stato attuale sembra offrire molte chance per il cambiamento. Già quindi nel secondo Capitolo vengono proposte soluzioni, magari culturali, comunque basate su dati reali, come sono quelli demografici.

La possibilità di raggiungere obiettivi concreti caratterizza anche il Capitolo III, *Ambiente e Sostenibilità*, dove il rapporto tra i due concetti viene visto alla luce di attività concrete, come la buona pratica che viene riportata nel testo. La domanda che ci si pone è semplice e riassumibile in poche parole: *Come avviene il passaggio dalla teoria alla pratica?* Ora è ovvio che se noi avessimo la possibilità di chiedere ai decisori se sono d'accordo con pratiche sostenibili avremmo una risposta unanime: certo che sì, infatti è ritenuta *cosa buona e giusta*. L'argomento diventa spinoso quando si chiede al cittadino cosa intenda per sostenibilità e come pensa sia possibile realizzarla. Nel Capitolo si puntualizzano alcuni punti fondamentali che ci sembra utile elencare:

1. La prassi della sostenibilità deve considerare una visione nuova dell'economia, in particolare il concetto di Pil;
2. La sostenibilità deve tener conto dei vari aspetti, è bene ribadire il concetto, economici, sociali e politici della vita sociale;
3. La sostenibilità non può essere una guida per il futuro remoto, qui il futuro si intende a cinque anni;
4. Esistono già ora e sono disponibili metodi e tecniche per ragionare sulla sostenibilità, il problema è quindi la volontà politica;
5. Bisogna fare azioni che educino le nuove generazioni alla sostenibilità;
6. *Pensare globalmente – agire localmente* è ancora la filosofia di base dello sviluppo sostenibile e significa semplicemente tradurre a livello locale i suoi principi ispiratori.

Questo ultimo punto introduce, a sua volta, il Capitolo IV, *La morale ambientale*. Questo Capitolo è stato tra i più discussi di tutta l'opera. La prima discussione è avvenuta sul titolo in quanto alcuni si sono

chiesti se non era il caso di parlare di *etica*, come oggi spesso accade, piuttosto che di morale. La scelta è caduta sulla seconda per un motivo molto semplice e ben espresso nel testo: la morale ha a che fare con i comportamenti, l'etica con i principi e rispetto ai decisori a noi interessa molto di più il comportamento piuttosto che i principi. Per questo motivo il Capitolo affronta il passaggio tra la teoria e la prassi per quanto riguarda l'ambiente tentando di far convergere le *politiche ambientali e energetiche*, nella sede opportuna: le *politiche di sviluppo*. Il Capitolo formula ipotesi di comportamento non solo per i decision maker ma per tutti coloro che contribuiscono al successo o all'insuccesso di una nuova visione del modo e del proprio mondo, attraverso la relazione *locale-globale*, che, in un mondo iperconnesso, non può essere ignorata. La pratica, anche qui, non è complessa: basterebbe, ci dicono gli Autori, cambiare il registro passando da un *vecchio approccio a un nuovo approccio* che il testo propone come passaggio appunto dalla teoria alla prassi.

Bibliografia

Parte I - Sostenibilità, Scienza e Sistemi

Capitolo 1 - Ambiente, metodo scientifico e società

Beato F., (1990), *Rischio e comunicazione*, Ecologia antropica, II, 2

Borrelli G. et al., (1999), *Impatto sociale e economico di un impianto sperimentale a fusione: l'esperienza di Porto Torres*, Rapporto Enea, Roma

Borrelli G., Casali O., (2005), *Eco-democrazia: oltre l'individualismo*, in Etica per le Professioni, Fondazione Lanza, anno VII

Borrelli G., Guzzo T., (2011), *Tecnologia, rischio e ambiente. Tra interessi e conflitti sociali*, Bonanno Editore, Acireale

Cannavò L., (2003), *Conoscenza esperta e studi sociali del rischio*, Euroma, La Goliardica, Roma

Chiras D.D., (2012), *Environmental Science. A Framework for Decision Making*, IX Edition, The Benjamin Publishing Company Inc., Melo Park USA

De Marchi B., (1995), *Environmental Problems, Policy Decisions and Risk Communication: What is the Role for the Social Sciences?*, Science and Public Policy, 22, 3, June

De Mauro T., (2000), *Il dizionario della lingua italiana*, Paravia, Torino

Douglas M., Wildavsky A., (1982), *Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers*, University of California Press, Berkeley (CA)

Gallino L., (2007), *Tecnologia e democrazia. Conoscenze tecniche e scientifiche come beni pubblici*, Einaudi, Torino

Kaprow L. M., (1985), *Manufacturing Danger: Fear and Pollution in Industrial Society*, American Anthropologist n. 87

Magnaghi A. (a cura di), (1998), *Il territorio degli abitanti: società locali e sostenibilità*, Dunod, Milano

Marinelli A., (1993), *La costruzione del rischio, modelli e paradigmi interpretativi nelle scienze sociali*, Franco Angeli, Milano

Poincaré H., (1892, 1893, 1899), *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, Tre Volumi, Gauthier – Villars, Parigi

Robertson R., (1999), *Globalizzazione. Teoria sociale e cultura globale*, Asterios, Trieste

Sartori S., (1986), *Politiche ambientali e innovazione tecnologica. Sinergismi e antagonismi*, RT Enea Studi, Roma

Sartori S., (1991), *La percezione del rischio nella VIA*, in Beato (a cura di), *La valutazione di impatto ambientale. Un approccio integrato*, Franco Angeli, Milano

Simon H., (1984), *La ragione nelle vicende umane*, Il Mulino, Bologna

Valentini C., (1992), *Analisi e comunicazione del rischio tecnologico*, Liguori Editore, Napoli

Capitolo 2 - L'ecologia umana: le relazioni con l'ambiente

Ance/Cresme, (2012), *Lo stato del territorio Italiano, Insediamento e rischio sismico e idrogeologico*, Primo Rapporto, Camera dei Deputati, Roma

Baldi P., (2004), *Il ruolo delle Regioni e degli Enti locali nella programmazione statistica ufficiale*, in Baldi P. (a cura di), *Atti della VII Conferenza Nazionale di Statistica*, Istat, Roma

Borrelli G., (2013), *Autorizzazione Unica ambientale: semplificazione o palliativo?*, articolo del 23 giugno, Golem Informazione

Borrelli G., Guzzo T., (2011), *Tecnologia, rischio e ambiente. Tra interessi e conflitti sociali*, Bonanno Editore, Acireale

Christaller W. (1933), *Die zentralen Orten in Süddeutsch-Land*, Gustav Fischer, Jena

European Commission, JRC, EEA, (2012), *The State of the Soil in Europe 2012*, European Commission, Luxembourg

Federico T., (2013), *Smart City: innovazione e sostenibilità*, in *Energia, Ambiente e Innovazione*, Rivista Enea, n. 5, Roma

Ispira, (2012), *Qualità dell'ambiente urbano - VIII Rapporto*, Ispra, Roma

Ispira, (2013), *Annuario dei dati ambientali - Uso del territorio - Impermeabilizzazione del suolo*, Ispra, Roma

Istat, (2013), *15 Censimento generale della popolazione*, Istat, Roma

Istat, (2013), *Demo Istat*, Istat, Roma

Scalenghe R., Ajmone Marsan F., (2008), *The anthropogenic sealing of soils in urban areas* in Landscape and Urban Planning 90

Todescan A., (2007), *Analisi della popolazione: le piramidi delle età in alcuni Paesi del Mondo*, Facoltà di Lettere e Filosofia, Università degli Studi di Pisa

Capitolo 3 - Ambiente e sostenibilità

Borrelli G., (2010), *Prevedere e prevenire*, Rapporto Italia Eurispes, saggio introduttivo, Datanews, Roma

Borrelli L., (2013), *Crescita e sviluppo: opzioni inconciliabili?*, Rapporto Italia Eurispes, Datanews, Roma

Borrelli L., (2013), *Diario della crisi*, Narcissus, Roma

Commissione Europea, (2011), *Acquistare verde! Manuale sugli appalti pubblici verdi*, 2a edizione, Unione Europea

Padovani L. M., Carrabba P., Mauro F., (2003), *L'approccio ecosistemico: una proposta innovativa per la gestione della biodiversità e del territorio*, Energia, Ambiente e Innovazione, Enea, Roma

Capitolo 4 - Morale ambientale

Bentham J., (1907), *An Introduction to the Principles of Morals and Legislation*, Clarendon Press, Oxford, UK

Dematteis G., Governa F., (a cura di), (2005), *Territorialità, sviluppo locale, sostenibilità: il modello Slot*, Franco Angeli, Milano

Featherstone M., Lash S., Robertson R. (a cura di), (1995), *Global Modernities*, Sage, Londra

Magnaghi A., (2000), *Il progetto locale*, Bollati Boringhieri, Torino

Mill J.S., (1983), *Principi di economia politica*, 2 volumi, Utet, Torino

Trigilia C., (2005), *Sviluppo locale. Un progetto per l'Italia*, Editori Laterza, Roma-Bari

World Commission on Environment and Development, (1987), *Our Common Future*, United Nation World Commission on Environment and Development (WCED)

Parte II

Le risorse naturali





Capitolo 5

L'acqua e le acque

Cinzia Coduti, Massimo Angelone, Andrea Bianco, Nica Mirauda, Giorgio Pineschi, Nicola Stolfi

“L'acqua non è un prodotto commerciale al pari degli altri, bensì un patrimonio che va protetto, difeso e trattato come tale” (1° considerando Direttiva 2000/60)

Introduzione

Perché oggi tutta questa attenzione all'acqua? Perché, sempre più spesso, sentiamo parlare di corsa verso l'oro blu? Dobbiamo sentirci tutti coinvolti nella guerra dell'acqua?

Si tratta di domande sempre più frequenti che sottolineano la preoccupazione di quanti si stanno interessando al problema in maniera critica e costruttiva, con l'intenzione di sensibilizzare la collettività su temi che impongono di agire in fretta e senza più sprechi.

La questione dell'acqua impone una riflessione non solo sulla sua tendenziale scarsità ma anche sulla necessità di una più efficace gestione.

L'acqua, fonte primigenia di vita, rappresenta ciò che di più sacro e prezioso l'uomo abbia ricevuto in dono dalla natura per rendere possibile la sua esistenza.

L'acqua è sacra ed è preziosa perché utile. Ma la sua utilità discende dalla cura e dal rispetto che l'umanità è in grado di riservare ad una fonte tanto ricca ma anche delicata e destinata a esaurirsi.

Occorre guardare all'acqua con ammirazione e stupore, perché è grazie all'acqua che possiamo disporre di cibo ed è sempre grazie all'acqua che la vegetazione si rinnova, seppure con ritmi sempre più lenti, offrendo scenari paesaggistici ineguagliabili e caratteristici in ogni angolo del mondo.

L'acqua, tuttavia, deve essere osservata anche con preoccupazione, perché il suo scorrere impetuoso è capace di sconfinare gli argini e causare danni economici e umani a volte irreparabili.

La contaminazione dell'acqua, come pure gli sprechi, sollevano, oggi più che mai, interrogativi e dibattiti accesi sulle misure più idonee da adottare per garantirne qualità e quantità.

Si parla spesso di *water footprint*, cioè di impronta

idrica, intesa come lo strumento per misurare il volume di acqua dolce consumata, in via diretta e indiretta, nelle attività industriali, agricole e domestiche. Si distingue, in percentuali, il consumo di acqua blu, di acqua verde e di acqua grigia, per indicare, rispettivamente, l'acqua dolce dei corpi idrici sotterranei o superficiali, l'acqua derivante dalle piogge, in parte trattenuta dal suolo e in parte soggetta al processo di evapotraspirazione e, infine, l'acqua inquinata recuperata nella sua dimensione qualitativa.

L'impronta idrica viene menzionata tra le tecniche in grado di controllare ed evitare gli sprechi, causati, secondo alcuni, dagli usi dell'acqua specialmente in agricoltura, usi che potrebbero essere sostituiti producendo del cibo con un ridotto apporto di acqua o, in casi estremi, anche senza¹.

Se il punto fermo della questione consiste nell'evitare gli sprechi, allora conviene guardare non tanto ai volumi di acqua consumati in sé perché l'acqua svolge numerose funzioni quando viene utilizzata e restituisce nuovo valore sotto forma di cibo, biodiversità e forme paesaggistiche².

Occorre, invece, individuare gli strumenti più adatti per razionalizzarne l'uso e per garantirne il più efficiente impiego, ricorrendo a sistemi di irrigazione più adeguati e specifici in base alle diverse finalità, provvedendo alla manutenzione delle infrastrutture deputate alla raccolta e allo smistamento delle acque.

Impariamo pure dagli antichi Romani, verrebbe da dire, tanto che un grande storico e geografo greco come Strabone³ poteva affermare:

i Romani ebbero la migliore lungimiranza in quelle questioni che i Greci trascurarono, come la costruzione di strade pavimentate e acquedotti e di cloache (...). E gli acquedotti condu-

¹ Si suggerisce la lettura dei seguenti articoli: *Le strade invisibili dell'acqua*, in *Nova*, il Sole24Ore, 18 marzo 2012, p. 50; *Carne sintetica? Sì grazie*, in *Nova*, il Sole24Ore, 21 aprile 2013, p. 13

² Sul tema v. le riflessioni degli Autori che hanno partecipato al Workshop organizzato da Inea il 28 novembre 2013, *Water and Food Security: Food-Water and Food Value Supply Chain*

³ Strabone, Libro V - *Geografia. L'Italia*, ed. BUR

cono (a Roma) una tal quantità d'acqua che veri fiumi scorrono per la città e nelle sue fogne; e quasi ogni casa ha cisterne e tubature di servizio e copiose fontane (...).

Tante cose sono cambiate da allora: la popolazione è notevolmente aumentata, le città si sono riempite di mezzi di trasporto altamente inquinanti, il lavoro si è industrializzato e meccanizzato, le abitazioni, gli uffici e i locali pubblici sono stati dotati di sistemi di riscaldamento e raffrescamento sempre più sofisticati. Eppure, le infrastrutture costruite dai Romani ancora resistono, nonostante il primo acquedotto di Roma sia stato costruito nel 312 a.C. dal censore Appio Claudio e l'ultimo, l'undicesimo, nel 226 d.C. dall'Imperatore Alessandro Severo⁴.

L'acqua zampilla tutti i giorni dalle fontane e dalle fontanelle disseminate in ogni parte della città provocando ogni volta l'effetto sorpresa tra i passanti, richiamati dal fragore e dai giochi d'acqua che rendono vivi i centri storici, le piazze e le strade.

Il potere dell'acqua è tale da rendere viva una città: e anche in questo i romani ci hanno preceduto, non solo attraverso la costruzione di vere e proprie opere d'arte, ma anche attraverso l'attenzione rivolta alla sua tutela giuridica e alle sue diverse funzioni. Partendo dal principio che l'acqua è *un bene di tutti*, tutti potevano usarla per i propri interessi privati, ma nessuno poteva costruire opere o interventi in modo da deviare il corso naturale dell'acqua.

L'acqua destinata all'agricoltura non poteva essere confusa con quella riservata all'igiene o all'alimentazione, perché erano stati creati appositi punti di captazione, canali e derivazioni, e costante era il ricorso alle acque di recupero e di riutilizzo. Non mancavano, tra l'altro, le occasioni per un uso dell'acqua a fini ludici: piazze e anfiteatri venivano appositamente allagati per allestire spettacoli e realizzare vere e proprie battaglie navali. Le terme romane, d'altro canto, erano particolarmente apprezzate per l'effetto curativo prodotto dalle sorgenti naturali di acqua calda.

Questi diversi usi dell'acqua, pertanto, esprimono una grande attenzione dei romani verso la gestione dell'acqua. Non esistevano, è vero, i problemi di inquinamento attuali e neppure si poneva un problema di redistribuzione, dal momento che l'acqua fluiva in abbondanza: ma questo, tuttavia, non deve portare a credere che vi fosse un utilizzo incontrollato della risorsa. Vi era, al contrario, una gestione minuziosa e altamente specializzata, diretta

⁴ Al riguardo si leggano le osservazioni di Buzzacchi C., *La gestione dell'acqua in Roma antica*, in *Produzione e consumo verso la green economy: uso e gestione sostenibile delle risorse*, a cura di Castellani, Storni, Cicirello e Sala, Trento, 2013, p. 174-174

a diversificare le sue forme di impiego e a garantire, in questo modo, la massima qualità⁵.

E proprio la qualità rappresenta l'obiettivo primario delle politiche ambientali attuali, che tengono conto dei cambiamenti climatici in atto, responsabili, sempre più spesso, di precipitazioni violente e abbondanti, di smottamenti dovuti all'incapacità dei terreni di trattenere le piogge, di lunghi periodi di siccità, dei fenomeni di subsidenza.

La qualità rappresenta l'obiettivo principale da perseguire perché è dalla qualità che passano la lotta allo spreco e la garanzia di una redistribuzione equa e proporzionata dell'acqua tra tutti gli aventi diritto. Se consideriamo che il 70% del mondo è coperto di acqua, sebbene soltanto il 2,5% sia di acqua dolce e solo l'1% sia disponibile, e che i prelievi d'acqua sono triplicati negli ultimi cinquant'anni, ma che, allo stesso tempo, oltre un miliardo di persone non ha accesso all'acqua potabile, la necessità di adottare misure efficaci si pone come priorità assoluta non più rinviabile.

Se a questi dati si aggiunge il diffuso fenomeno del *water grabbing*, collegato a quello del *land grabbing*, a causa del quale società spesso di dimensioni multinazionali espropriano le popolazioni più povere delle loro terre, privandole anche dell'acqua presente sul territorio, un problema di redistribuzione si pone con accentuata evidenza, non solo sul piano propriamente sociale, ma anche su quello economico. Infatti, il fenomeno del *water grabbing*, come pure il ricorso a sistemi di irrigazione che captano direttamente l'acqua dai fiumi e che impediscono alle popolazioni a valle di farne uso, sono frutto di speculazioni economiche ingenti che falsano il gioco della concorrenza.

L'Italia, d'altra parte, pur nella generale diminuzione della risorsa a livello mondiale, dispone di risorse idriche sufficienti per far fronte alle richieste derivanti dai cittadini, dalle industrie e dall'agricoltura, ma ancora oggi le perdite di rete sono frequenti e sono, oltretutto, di gran lunga superiori rispetto a quelle della media europea; il sistema fognario non è ancora in grado di raggiungere l'intera popolazione, mentre i sistemi di depurazione sono in gran parte insufficienti o del tutto inesistenti.

La sempre minore disponibilità idrica, determinata da maggiori consumi registrati in tutti i settori (potabile, industriale, agricolo, ricreativo) e dall'inquinamento diffuso delle risorse idriche superficiali e sotterranee, sta diventando uno dei problemi ambientali più ardui a livello mondiale.

D'altro canto, il profilo normativo si presenta particolarmente complesso a causa del sovrapporsi

⁵ Si rinvia, per un maggiore approfondimento, a Buzzacchi C., *La gestione dell'acqua in Roma antica*, cit., p. 171

di leggi adottate in tempi e per fini diversi, con conseguenti stratificazioni di competenze e funzioni che fanno capo ad autorità diverse e che non agevolano, neppure sul piano della comunicazione con la cittadinanza, la diffusione di una visione accettata e condivisa della strategia da adottare per la salvaguardia della risorsa idrica.

Inquadramento normativo

Il quadro normativo italiano, in materia di acque, fa riferimento principalmente alla legge 18 maggio 1989 n. 183 recante *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*, alla legge 5 gennaio 1994 n. 36, recante *Disposizioni in materia di risorse idriche*, al decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152 recante *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento* e al decreto legislativo 3 aprile 2006 n.152, che riordina la legislazione ambientale in sei settori chiave: le procedure di valutazione ambientale, la difesa del suolo, la tutela e la gestione delle acque, i rifiuti e le bonifiche, la tutela dell'aria e il danno ambientale.

Le leggi 183/89 e 36/94, pur riguardando oggetti e funzioni diversi, si pongono come obiettivo il superamento della frammentazione delle competenze e del disordine gestionale che interessava il settore delle acque, obbligando i diversi soggetti interessati alla gestione delle risorse idriche a coordinarsi e ad integrare la visione delle diverse problematiche derivanti dall'attuazione delle singole norme speciali di settore.

In particolare, la legge 183/89 ha istituito le Autorità di Bacino che hanno il compito di gestire i fiumi nella loro interezza, considerandoli ecosistemi unitari, al fine di contenere il dissesto idrogeologico (Capitolo 23) che è una delle massime piaghe del territorio del nostro Paese.

La legge 36/94, nota come *legge Galli*, ha promosso il servizio idrico integrato e quindi ha previsto una riorganizzazione radicale del settore della captazione, distribuzione e depurazione delle acque sostituendo al mosaico degli acquedotti esistenti unità più razionali per dimensione e gestione. Ha individuato a livello regionale uno o più Ambiti Territoriali Ottimali (ATO), strutture a livello sovramunicipale che hanno il compito di coordinare e indirizzare l'attività dei diversi Comuni.

Tale legge, rafforzata anche dalle varie leggi regionali, ridefinisce le funzioni e i compiti dei diversi Enti (Regioni, Comuni e soggetti gestori) operando una chiara e netta distinzione tra le attribuzioni dei diversi livelli di funzioni relative al servizio idrico.

Il d.lgs. 152/99 ha anticipato i concetti presenti nella Direttiva 60/2000/CEE (c.d. Direttiva Acque

o Direttiva Quadro) e ha fatto propria una strategia di tutela quali-quantitativa, che è entrata a pieno titolo nell'impianto legislativo sulle acque in Italia. Esso contiene misure specifiche di protezione, acquisisce il principio di interrelazione tra tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrica e disegna, inoltre, un sistema di verifiche più moderno e razionale. Le disposizioni normative sul bilancio idrico hanno rilanciato l'esigenza di una vera e propria pianificazione degli usi della risorsa.

Il decreto legislativo sull'ambiente 152/2006, *Testo unico ambientale*, infine, nella sua Parte III, agli articoli dal 73 al 140, abrogando la maggior parte dei provvedimenti del settore, tra i quali anche il d.lgs. 152/99, rappresenta l'attuale Legge Quadro sulla tutela delle acque dall'inquinamento. Tale decreto ha recepito la Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane, la Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole e la Direttiva 60/2000/CEE relativa all'istituzione di un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. In particolare, il recepimento della Direttiva 60/2000/CEE ha consentito di compiere un salto di qualità assai rilevante guardando alle acque in modo unitario e circolare – il ciclo integrato dell'acqua – sia di quelle superficiali sia di quelle sotterranee nonché di quelle marine, al fine di assicurarne un uso sostenibile, equilibrato ed equo basato sull'intervento pubblico.

Parallelemente, l'attuale sistema di *governance* dei distretti idrografici, basato sulla stretta collaborazione tra amministrazioni centrali e regionali, ha consentito di attuare la Direttiva 2007/60/CEE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni con l'obiettivo di coordinare le politiche di tutela *delle acque* con le politiche di tutela *dalle acque*.

Il decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152

L'applicazione della Direttiva 60/2000/CEE attraverso il d.lgs. n.152 del 2006 al territorio italiano sta presentando degli elementi di particolare complessità. L'Italia è un Paese densamente abitato, quasi il doppio della media europea, caratterizzato da un territorio estremamente vario e disomogeneo dove sono contemporaneamente presenti le montagne più alte d'Europa e isole che si trovano più a sud del nord-Africa. In Italia ci sono gli unici vulcani attivi in Europa, circa una decina di siti la cui attività ha un'importante influenza sulle acque sotterranee, ghiacciai e zone desertiche, un esteso sviluppo costiero, inferiore in Europa solo a quello della Grecia e del Regno Unito, bacini idrografici



grandi come il fiume Po, medi, piccoli e piccolissimi, molti dei quali caratterizzati da regimi idrici effimeri o temporanei.

Nonostante la piovosità media annua dell'Italia sia di gran lunga superiore alla media europea, la disponibilità media annuale di acqua dolce è una delle più scarse tra i paesi Ocse (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) principalmente a causa della non omogenea distribuzione della risorsa sul territorio e delle elevate temperature medie che favoriscono l'evapotraspirazione. Il tasso di prelievo lordo d'acqua pro capite è superiore alla media Ocse ed è circa pari al 30% delle risorse idriche rinnovabili, classificando l'Italia come un paese soggetto ad uno stress idrico medio-alto, secondo la definizione dell'Ocse. E' evidente allora che eventuale carenze hanno cause di tipo infrastrutturale e non naturali.

Il settore agricolo permane il principale consumatore di acqua, utilizzando per fini irrigui quasi il 60% del totale delle acque prelevate. Circa il 19% dell'acqua è utilizzata a fini domestici, il 17% dall'industria e il 15% per i sistemi di raffreddamento nella produzione di energia elettrica.

La fornitura idrica idropotabile e civile avviene per la maggior parte attraverso l'approvvigionamento da acque sotterranee e rappresenta il prelievo pro capite più elevato tra i paesi dell'Ue, nettamente al di sopra della media Ocse. Le acque sotterranee costituiscono una riserva strategica per il Paese, soggette ad una forte pressione al punto che, in alcuni bacini idrografici, il tasso di sfruttamento delle acque sotterranee supera la capacità di rigenerazione della falda stessa con ripercussioni negative sull'ambiente e sulle attività produttive.

Sebbene la qualità delle acque superficiali e sotterranee negli ultimi anni sia migliorata grazie alla riduzione dell'inquinamento industriale, a investimenti nelle strutture igienico-sanitarie e a migliori pratiche agricole, l'analisi effettuata nell'ambito della preparazione dei Piani di Gestione dei bacini idrografici evidenzia che il 36% dei corpi idrici superficiali e l'11% di quelli sotterranei non raggiungeranno l'obiettivo del *buono stato* fissato dalla direttiva quadro al 2015, ma piuttosto alla scadenza dei prossimi cicli sessennali di pianificazione, e cioè nel 2021 o nel 2027. Per raggiungere tali obiettivi sarà, pertanto, necessario incrementare l'efficienza delle misure di controllo dell'inquinamento da fonti puntuali e ridurre le pressioni provenienti dalle fonti diffuse specialmente di origine agricola.

L'insufficiente livello di raccolta e trattamento delle acque reflue continua a costituire il principale fattore di inquinamento dei corpi idrici in diverse aree del Paese. Numerosi sono gli agglomerati an-

cora non conformi alle disposizioni della Direttiva acque reflue urbane (Direttiva 91/271/CEE) e altrettante sono le procedure di infrazione avviate dagli organismi comunitari. L'ultima relazione della Commissione europea sull'attuazione della direttiva concernente il trattamento delle acque reflue urbane, pubblicata lo scorso 7 agosto 2013, evidenzia che, nonostante i progressi, è ancora elevatissimo il numero di agglomerati non conformi ai requisiti della direttiva. Per tali situazioni si sta comunque ponendo rimedio realizzando i necessari interventi di fognatura e depurazione, finanziati attraverso la Delibera del CIPE n.60 del 2012 e inseriti negli Accordi di Programma rafforzati stipulati con le Regioni meridionali. Un'iniziativa analoga è in corso di definizione per superare le criticità nelle Regioni del Centro-Nord.

La conformità dei livelli di raccolta e trattamento delle acque reflue urbane rappresenta, dunque, un requisito indispensabile per raggiungere gli obiettivi fissati dalla Direttiva Acque.

Le iniziali difficoltà riscontrate nell'attuazione della norma nazionale, hanno compresso il tempo disponibile per la preparazione dei Piani di Gestione e costretto le autorità competenti (le Autorità di Bacino di Rilievo Nazionale e le Regioni) a lavorare a ritmo serrato facendo il miglior uso delle informazioni e degli strumenti disponibili per rispettare le scadenze comunitarie. Attraverso la legge n. 13 del 2009 sono state prorogate le Autorità di Bacino di rilievo nazionale istituite ai sensi della legge 183/89, assegnando loro il ruolo di coordinamento delle attività di pianificazione nel relativo territorio di competenza, istituendo in questo modo un regime transitorio che ha consentito e sta consentendo di dare attuazione alla direttiva senza ritardi: le prime versioni degli otto Piani di Gestione dei bacini idrografici sono state adottate alla fine di luglio del 2009 e sottoposte a Valutazione Ambientale Strategica (VAS), come previsto dalle norme nazionali e sono stati messi a disposizione del pubblico, come previsto dalla Direttiva Acque e dalle procedure nazionali di VAS. Tutti gli otto Piani di Gestione sono stati approvati nel 2010 rappresentando probabilmente il massimo risultato che l'Italia poteva ottenere considerato il poco tempo e le scarse risorse finanziarie ed umane a disposizione. I Piani di Gestione, con i limiti e le carenze che anche la Commissione Europea ha puntualmente rilevato, costituiscono comunque un importante risultato che pone saldamente il Paese sui binari del lungo ed ambizioso percorso di attuazione della Direttiva Acque. I Piani di Gestione dei distretti italiani hanno, in particolare, consentito di:

- aggiornare e rendere completo, con il prezioso ed indispensabile supporto del sistema

agenzia Ispra/Arpa, il quadro conoscitivo sullo stato delle risorse idriche nazionali (isole comprese);

- gettare le basi per la costruzione del nuovo sistema di monitoraggio e classificazione dei corpi idrici, conformemente ai requisiti della Direttiva Acque, completando le fasi di tipizzazione ed identificazione dei corpi idrici;
- definire il Programma di Misure per la tutela ed il ripristino della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Oggi il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, le Regioni e le Autorità di Bacino sono impegnati nel proseguire questo importante percorso lavorando al nuovo ciclo di pianificazione che porterà all'adozione dei nuovi Piani di Gestione entro il 2015. Questa volta il lavoro è iniziato per tempo e in modo coordinato, con l'obiettivo di recuperare le lacune e le criticità che hanno caratterizzato il primo ciclo di pianificazione e produrre Piani completamente conformi ai requisiti della Direttiva Acque.

Pur persistendo, pertanto, ancora situazioni di criticità, l'Italia ha intrapreso con impegno e determinazione il percorso di attuazione della Direttiva Acque, anche mettendo a frutto il grande bagaglio di esperienza maturato attraverso l'attuazione dell'impianto normativo nazionale precedente l'emanazione della Direttiva Acque che anticipava contenuti e strategie introdotti dalla direttiva stessa.

Le attività e le competenze

La visione integrata in materia di ambiente esige che si adotti un approccio integrato anche sul piano degli interventi: pertanto, al fine di garantire la tutela e il risanamento del suolo e del sottosuolo, il risanamento idrogeologico del territorio, la messa in sicurezza delle situazioni a rischio, è richiesta un'azione congiunta tra lo Stato, le Regioni, le Province, i Comuni, le Comunità montane e i Consorzi di bonifica e di irrigazione, nell'ambito delle rispettive competenze (art. 53, d.lgs. 152/06).

In particolare si tratta di mettere in campo azioni di carattere conoscitivo, azioni di programmazione e pianificazione degli interventi, nonché azioni dirette alla loro esecuzione.

L'attività conoscitiva è finalizzata alla creazione di una vasta banca dati gestita dal Servizio geologico d'Italia - Dipartimento difesa del suolo di Ispra, dove confluiscono tutti i dati raccolti e selezionati nel settore della difesa del suolo dalle autorità pubbliche nazionali, regionali e locali.

Anche l'Associazione Nazionale dei Comuni Ita-

liani (Anci) svolge un ruolo fondamentale nell'attività conoscitiva: attraverso la diffusione delle informazioni in materia ambientale, anche in materia di inquinamento dell'aria, delle acque, dell'inquinamento acustico, elettromagnetico e luminoso, della tutela del territorio, dello sviluppo sostenibile, del ciclo integrato dei rifiuti, delle energie da fonti rinnovabili, dei parchi e delle aree protette.

Attività di programmazione, pianificazione e attuazione degli interventi competono anche al Servizio nazionale di protezione civile e riguardano, ai sensi dell'art. 56, d.lgs. 152/06:

- la sistemazione e il recupero del suolo nei bacini idrografici, con interventi idrogeologici, idraulici, idraulico-forestali, idraulico-agrari, silvo-pastorali, di forestazione e di bonifica;
- la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua, dei rami terminali dei fiumi e delle loro foci nel mare, nonché delle zone umide;
- la moderazione delle piene;
- la disciplina delle attività estrattive nei corsi d'acqua, nelle lagune e nel mare, al fine di prevenire il dissesto del territorio, inclusi l'erosione e l'abbassamento degli alvei e delle coste;
- la difesa e il consolidamento dei versanti, e delle aree instabili, la difesa degli abitati e delle infrastrutture contro i movimenti franosi, le valanghe e i fenomeni di dissesto;
- il contenimento dei fenomeni di subsidenza dei suoli e di risalita delle acque marine lungo i fiumi e nelle falde idriche;
- la protezione delle coste e degli abitati dall'invasione e dall'erosione delle acque marine e il ripascimento degli arenili anche mediante opere di ricostituzione dei cordoni dunosi;
- la razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde con una efficiente rete idraulica, irrigua ed idrica, garantendo che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il minimo deflusso vitale negli alvei sottesi nonché la polizia delle acque;
- lo svolgimento funzionale dei servizi di polizia idraulica, di navigazione interna, nonché della gestione dei relativi impianti;
- la manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere e degli impianti nel settore e la conservazione dei beni;
- il riordino del vincolo idrogeologico.

Le competenze, invece, si suddividono tra diverse istituzioni politiche e scientifiche. La Presidenza del Consiglio dei Ministri ha, tra i suoi compiti, quello di approvare i Piani di Bacino. Il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del



Mare formula proposte, per consentire al Presidente del Consiglio dei Ministri l'adozione di misure in materia di polizia idraulica, di navigazione interna e in materia di realizzazione, gestione e manutenzione delle opere e degli impianti e la conservazione dei beni. Lo stesso Ministero ogni due anni presenta al Parlamento una Relazione sullo stato dell'ambiente che guarda anche alle condizioni dell'assetto idrogeologico e alla utilizzazione delle acque. Da parte sua la Conferenza Stato-Regioni interviene a formulare pareri, proposte e osservazioni in materia ambientale e inoltre formula osservazioni anche sui Piani di Bacino. Dal punto di vista tecnico scientifico l'Ispira, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, si occupa della raccolta e conservazione di dati, realizza il sistema informativo unico e la rete nazionale integrati di rilevamento e sorveglianza, fornendo gli stessi su richiesta a chiunque ne faccia richiesta e dietro versamento di una tariffa fissata ogni biennio con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri. Le Regioni hanno un ruolo rilevante nella preparazione dei Piani di Bacino dei Distretti Idrografici, provvedono alla elaborazione, adozione, approvazione ed attuazione dei Piani di Tutela delle Acque e svolgono importanti funzioni legislative e di controllo come previsto dalla Carta Costituzionale che assegna loro competenza sulla gestione del territorio in collaborazione con altre unità amministrative come Comuni, le Province, i loro consorzi o associazioni, le Comunità Montane, i Consorzi di bonifica e di irrigazione, i Consorzi di bacino. La Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture idriche ed elettriche del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti svolge le funzioni, prima a carico del disciolto RID (Registro Italiano Dighe), di identificazione e controllo dei progetti delle opere di sbarramento, delle dighe di ritenuta o traverse che superino i 15 metri di altezza o che comportino un volume di invaso superiore a 1 milione di metri cubi. Le Autorità di Bacino, istituite dalla legge 183/1989, continuano ad operare in via transitoria, nelle more della costituzione dei distretti idrografici, alla cui gestione saranno preposte le Autorità di Bacino Distrettuale.

Nelle intenzioni del legislatore tutti i soggetti competenti devono agire e collaborare al fine di tutelare la vita delle persone, il territorio, gli abitati e i beni.

I Piani di Bacino e Piani di Gestione

Per l'esercizio delle attività di pianificazione, programmazione e attuazione, l'intero territorio nazionale, comprese le isole minori, è stato suddiviso in distretti idrografici: ciascun distretto comprende

un'area di terra e di mare costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle corrispondenti acque sotterranee e costiere. Il bacino idrografico indica il territorio nel quale scorrono tutte le acque superficiali attraverso una serie di torrenti, fiumi ed eventualmente laghi per sfociare al mare in un'unica foce, a estuario o delta.

A differenza del bacino idrografico, il sottobacino o sub-bacino è costituito dalla porzione di territorio nella quale scorrono tutte le acque che sfociano in un punto specifico di un corso d'acqua, di un lago o di una confluenza del fiume.

Il riferimento al distretto, ai fini della individuazione della risorsa idrica, costituisce una novità introdotta dalla Direttiva 60/2000/CEE e fornisce un criterio maggiormente rispondente alle caratteristiche naturali, fisiche e ambientali del territorio interessato rispetto alla precedente suddivisione basata su confini di carattere puramente amministrativo.

Il territorio nazionale risulta suddiviso in 8 distretti: Distretto idrografico delle Alpi orientali; Distretto idrografico Padano; Distretto idrografico dell'Appennino settentrionale; Distretto idrografico pilota del Serchio; Distretto idrografico dell'Appennino centrale; Distretto idrografico dell'Appennino meridionale; Distretto idrografico della Sardegna; Distretto idrografico della Sicilia.

Documento di riferimento in materia è il Piano di Bacino Distrettuale che rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo redatto dall'Autorità di Bacino posta a capo del singolo distretto idrografico di propria competenza per pianificare e programmare le azioni dirette alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque. Particolare attenzione deve essere dedicata ai bacini montani, ai torrenti di alta valle e ai corsi d'acqua di fondo valle. Inoltre piani e programmi comunitari, nazionali, regionali e locali che riguardano la difesa del suolo, la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque e la gestione delle risorse idriche, devono essere coerenti con gli obiettivi del Piano di Bacino.

I contenuti del Piano di Bacino sono molto articolati e complessi e sono immediatamente vincolanti per le Amministrazioni e gli Enti pubblici come pure per i soggetti privati. I piani territoriali e i programmi regionali, in particolare quelli relativi alle attività agricole, zootecniche ed agroforestali, alla tutela della qualità delle acque, alla gestione dei rifiuti, alla tutela dei beni ambientali e alla bonifica, devono essere adeguati alle prescrizioni contenute nel Piano.

Anche le Regioni collaborano alla predisposizione del Piano di Bacino in particolare nella organizzazione e funzionamento del servizio di polizia idraulica.

Le Autorità di Bacino sono anche chiamate a promuovere la partecipazione attiva di tutte le parti interessate, compresi gli utenti, alla elaborazione, al riesame e all'aggiornamento dei Piani, attraverso la pubblicazione del calendario e del programma di lavoro per eventuali osservazioni del pubblico per un periodo minimo di sei mesi.

Prima dell'approvazione il Piano è sottoposto alla procedura di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) da parte del Presidente del Consiglio dei Ministri. I Piani approvati sono pubblicati nella Gazzetta Ufficiale e nei Bollettini Ufficiali delle Regioni territorialmente competenti.

Non sono assoggettati alla procedura di VAS i Piani Stralcio di Distretto per l'Assetto Idrogeologico (PAI), che contengono, in particolare, l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico, la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia e la determinazione delle misure medesime (vedi Capitolo 23).

Le misure di salvaguardia sono immediatamente vincolanti e restano in vigore sino all'approvazione del Piano di Bacino e comunque per un periodo non superiore a tre anni. La mancata attuazione o inosservanza da parte delle Regioni, delle Province e dei Comuni, delle misure di salvaguardia, qualora da ciò discenda un grave danno al territorio, comporta l'intervento del Ministro dell'Ambiente, che adotterà, previa diffida ad adempiere entro congruo termine, le necessarie misure di salvaguardia. Il Ministro può anche adottare opportuni provvedimenti per inibire il compimento di opere, lavori o attività antropiche, previa comunicazione alle amministrazioni competenti.

I Piani di Bacino sono attuati attraverso programmi triennali di intervento, e contengono l'indicazione dei mezzi per farvi fronte e della relativa copertura finanziaria. I programmi triennali di intervento devono destinare una quota non inferiore al 15% degli stanziamenti ad interventi di manutenzione ordinaria delle opere, degli impianti e dei beni, compresi mezzi, attrezzature e materiali dei cantieri-officina e dei magazzini idraulici e allo svolgimento del servizio di polizia idraulica, di navigazione interna, di piena e di pronto intervento idraulico, nonché alla compilazione e aggiornamento dei Piani di Bacino, svolgimento di studi, rilevazioni nelle materie riguardanti la difesa del suolo, redazione dei progetti generali, degli studi di fattibilità, dei progetti di opere e degli studi di valutazione dell'impatto ambientale delle opere principali.

Per ciascun distretto idrografico è adottato, inoltre, un Piano di Gestione, che rappresenta l'articolazione interna del Piano di Bacino Distrettuale: esso è definito come il Piano Stralcio del Piano di Bacino

e contiene le seguenti indicazioni:

1. la descrizione delle caratteristiche del distretto idrografico, con particolare riferimento alle acque superficiali e sotterranee;
2. una sintesi delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dalle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sotterranee;
3. la specificazione e la rappresentazione cartografica delle aree protette;
4. la mappa delle reti di monitoraggio e la rappresentazione cartografica dei risultati dei programmi di monitoraggio effettuati allo scopo di verificare lo stato delle acque superficiali (stato ecologico e chimico), delle acque sotterranee (stato chimico e quantitativo) e delle aree protette;
5. un elenco degli obiettivi ambientali fissati per le acque superficiali, per le acque sotterranee e per le aree protette;
6. una sintesi dell'analisi economica relativa all'utilizzo idrico;
7. una sintesi del programma o dei programmi di misure adottati, compresi i modi in cui realizzare gli obiettivi;
8. il repertorio di eventuali programmi o Piani di Gestione più dettagliati adottati per il distretto idrografico e relativo a determinati sottobacini, settori, tematiche o tipi di acque, corredato da una sintesi dei contenuti;
9. una sintesi delle misure adottate in materia di informazione e consultazione pubblica, con relativi risultati e conseguenti modifiche del Piano;
10. l'elenco delle autorità competenti all'interno di ciascun distretto;
11. i referenti e le procedure per ottenere la documentazione e le informazioni di base, i particolari dettagli sulle misure di controllo adottate e sugli effettivi dati del monitoraggio raccolti.

La Direttiva Alluvioni

La Direttiva 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, mira a realizzare un quadro comune a tutta l'Europa per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni con l'obiettivo di ridurre gli impatti negativi sulla sicurezza delle popolazioni, l'ambiente e il patrimonio culturale e umano.

In particolare, tale strategia è ben definita nel punto 12 del preambolo alla Direttiva:

Per poter disporre di un efficace strumento d'informazione e di una



solida base per definire le priorità e adottare ulteriori decisioni di carattere tecnico, finanziario e politico riguardo alla gestione del rischio di alluvioni è necessario prevedere l'elaborazione di mappe della pericolosità e di mappe del rischio di alluvioni in cui siano riportate le potenziali conseguenze negative associate ai vari scenari di alluvione, comprese informazioni sulle potenziali fonti di inquinamento ambientale a seguito di alluvioni. In tale contesto, gli Stati membri dovrebbero valutare le attività che determinano un aumento dei rischi di alluvioni.

Il processo di attuazione della Direttiva è organizzato in cicli sessennali articolati in tre tappe temporalmente successive e logicamente consequenziali.

La prima tappa consiste nella valutazione preliminare del rischio di alluvione. Per questa fase l'Italia ha deciso di avvalersi dei Piani di Assetto Idrogeologico che forniscono un livello di informazioni equivalente ai requisiti saltando questa tappa. La seconda tappa è orientata a predisporre le mappe della pericolosità e dei rischi alluvionali, nelle zone individuate a rischio significativo rispetto ai tre scenari di alluvione:

- Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità);
- Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità);
- Alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità).

Questa fase è stata completata a dicembre 2013 con la presa d'atto del Comitato Istituzionale delle Autorità di Bacino Nazionali delle nuove mappe di pericolosità e rischio e con l'adozione da parte delle Regioni di equipollenti atti per le mappe del territorio di loro competenza.

L'ultima tappa dovrà definire il Piano per la gestione dei rischi di alluvioni che deve fissare a livello di distretto idrografico, gli obiettivi della gestione dei rischi di alluvioni e le misure da implementare per raggiungerli e scadrà il 22/12/2015. Questa fase è comunque in corso di svolgimento attraverso le attività di consultazione ed informazione dei progetti di Piano.

La Direttiva Alluvioni prevede, inoltre, che

I Piani di Gestione del rischio di alluvioni riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di

allertamento, e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. I Piani di Gestione del rischio di alluvioni possono anche comprendere la promozione di pratiche sostenibili di utilizzo del suolo, il miglioramento di ritenzione delle acque nonché l'inondazione controllata di certe aree in caso di fenomeno alluvionale.

L'attuazione di tali disposizioni comporta un'azione complessa che deve essere articolata a partire dalla scala nazionale a quella locale senza trascurare, specie a livello locale, la messa in atto delle specifiche azioni previste dal Piano di Gestione e adeguate forme di informazione alle popolazioni.

L'individuazione delle zone a rischio significativo di alluvione costituisce, quindi, una tappa fondamentale del processo di attuazione della Direttiva perché dispone un percorso logico che a partire dai quadri complessivi di pericolosità e rischio deve portare ad una selezione delle aree a rischio in relazione alla quale definire gli obiettivi e le azioni del Piano quantificate e organizzate secondo un ordine di priorità. La Direttiva Alluvioni, infatti, indica espressamente che:

in alcune zone della Comunità si potrebbe ritenere che i rischi di alluvioni non siano significativi, ad esempio nel caso di aree disabitate o scarsamente popolate oppure in zone che presentano limitati beni economici o un ridotto valore ecologico.

La corretta gestione dei bacini idrografici richiede una stretta connessione tra le politiche volte alla riduzione del rischio alluvione e le politiche di tutela e gestione delle acque anche al fine di evitare che le azioni portate avanti ai fini del raggiungimento rispettivamente della Direttiva Alluvioni e della Direttiva Acque possano andare in conflitto. Già nelle finalità (art.1), la Direttiva Acque pone degli obiettivi che possono essere tra loro conflittuali: tutela degli ecosistemi e mitigazione del rischio da alluvioni, che si traduce solitamente nella difesa idraulica del territorio. Infatti, tanto più alto è il livello di antropizzazione, tanto maggiore sarà il ricorso a misure strutturali di difesa idraulica, quali, ad esempio, argini, briglie, serbatoi di laminazione. Tali opere incidono, anche pesantemente, sulla dinamica dei processi geomorfologici ed idrologici, interrompendo, riducendo o differendo i flussi di sedimenti ed acqua, con conseguente impatto sugli ecosistemi. A tali effetti possono essere aggiunti anche quelli indotti dallo sfruttamento del potenziale idroelettrico dei corsi d'acqua, incentivato dalle politiche energe-

tiche europee, e, non ultimi, gli impatti delle politiche di consumo di territorio che incidono pesantemente sulla qualità e dinamica dei deflussi.

Tali esempi fanno emergere con forza la necessità di coordinare le politiche di tutela delle acque, che si unisce all'esigenza di armonizzare gli obiettivi e le misure atte a raggiungerli, in un contesto territoriale, il bacino idrografico, in cui le poste in gioco sono decisamente alte e gli interessi degli attori coinvolti (sociali, economici e istituzionali) sono spesso conflittuali e divergenti.

L'acqua ad uso potabile

Secondo i dati diffusi dall'Istat nel 2012, la principale fonte di prelievo di acqua ad uso potabile è costituita dalle acque sotterranee (sorgente e pozzo) per l'85,6%, seguita dalle acque superficiali per il 14,3% e, infine, dalle acque marine e salmastre per lo 0,1%.

Pertanto, risulta che le acque sotterranee rappresentano

la risorsa più grande e preziosa di acqua dolce, necessaria a soddisfare le richieste idropotabili della popolazione. Le acque sotterranee, infatti, sono generalmente di migliore qualità, in quanto meno esposte ai fenomeni di inquinamento di origine antropica, costituendo quindi la fonte d'acqua potabile più economica. Le acque superficiali, al contrario, necessitano di idonei trattamenti di potabilizzazione, con costi anche elevati. Nel caso delle acque marine, il processo di desalinizzazione, necessario all'uso potabile comporta procedure tanto complesse quanto costose⁶.

Poiché le acque sotterranee sono una risorsa di grande importanza, costituendo la principale fonte di approvvigionamento di acqua potabile per la popolazione, si pone, quindi, la questione della loro qualità perché essa influenza l'uso finale della risorsa idrica. Infatti, le acque sotterranee possono contenere livelli di concentrazioni di sostanze d'origine naturale e/o antropica tali da non poter essere utilizzate per il consumo umano richiedendo appropriati interventi, spesso costosi, per renderle potabili. E' del tutto evidente che il mantenimento di elevati standard di qualità per le acque sotterranee rappresenta un primario interesse per la società e costituisce la principale priorità per le istituzioni preposte alla tutela ambientale.

⁶ Istat, (2012), *Focus statistiche*, 21 marzo, p. 4

Le precipitazioni sono la principale fonte di alimentazione delle acque sotterranee. Tuttavia solo un terzo dell'acqua meteorica riesce a penetrare effettivamente nel sottosuolo. Un'altra fonte di alimentazione delle falde sotterranee è l'acqua di migrazione dei bacini lacustri e fluviali, favorita dalle variazioni di permeabilità del mezzo.

In alcune Regioni se le acque sotterranee non sono sufficienti o il loro prelievo prolungato può comportare fenomeni di subsidenza e/o di dissesto idrogeologico, l'acqua può essere acquistata da gestori che operano in altre Regioni o all'estero oppure può essere prelevata da corpi idrici extra regionali, così come può essere venduta a gestori di Regioni diverse o distribuita recuperandola da comuni extra-regionali o dall'estero attraverso le risorse locali. Si riportano, al riguardo, i dati forniti dall'Istat:

Gli scambi di acqua più apprezzabili, in termine di volume, si concentrano nelle Regioni del Centro-Sud. Importanti volumi di acqua, provenienti da Basilicata, Campania e Molise, affluiscono in Puglia, che si caratterizza come la regione con il maggiore volume di acqua in ingresso, pari a circa 335,5 milioni di metri cubi. Significativo è anche il volume di acqua in ingresso in Campania, dove giungono circa 228 milioni di metri cubi da Lazio e Molise. Valle d'Aosta, provincia autonoma di Trento, Abruzzo, Sicilia e Sardegna sono le aree territoriali che risultano autosufficienti dal punto di vista idrico, ovvero l'acqua utilizzata nelle reti comunali di trasporto e distribuzione proviene esclusivamente da risorse interne. In particolare, Valle d'Aosta, Sicilia e Sardegna si contraddistinguono, inoltre, come Regioni chiuse dal punto di vista idrico, in quanto non effettuano scambi di acqua a uso potabile con altre Regioni⁷.

In Italia, nel 2008, è risultato che le Regioni hanno avuto una disponibilità di 9,04 miliardi di metri cubi d'acqua ad uso potabile da destinare alla rete comunale. Tuttavia, la risorsa idrica risulta distribuita in modo disomogeneo sul territorio, anche a causa di infrastrutture fatiscenti e metodi di gestione poco sostenibili che impediscono una equa accessibilità e uno sfruttamento efficace delle risorse.

Calcoli più o meno prudenziali fanno oscillare rispettivamente le perdite medie che si registrano nelle tubazioni che distribuiscono acqua tra il 30 e

⁷ Istat, (2012), op. cit., p. 8-10



il 40%, arrivando in alcune aree meridionali anche a punte del 70%, mentre si fissa al 20% il livello di una ragionevole perdita fisiologica. Per trovare soluzioni razionali a questo gravissimo problema, bisogna tener conto che quelle perdite non sono sempre imputabili integralmente a perdite *fisiche*, dovute cioè alla vetustà delle tubazioni. Le perdite, essendo calcolate come differenza tra volume immesso nella condotta a monte e volume d'acqua fatturato, possono essere dovute o a acqua non fatturata per inefficienza e noncuranza da parte del gestore del servizio idrico o a acqua prelevata abusivamente.

Dunque un'azione razionale per la salvaguardia delle risorse idriche deve contemplare interventi integrati che vanno da una maggiore efficienza del sistema di fatturazione dei volumi consumati a interventi efficaci e continui di rinnovo e manutenzione delle condotte di distribuzione, allo sfruttamento di tutte le forme alternative di approvvigionamento, alla privatizzazione dei servizi idrici sempre che si possa verificare, in modo certo, la maggiore efficienza della gestione da parte del privato rispetto al pubblico e bisogna dire che attualmente non ci sono prove evidenti che avvalorino la maggiore efficienza da parte del privato.

Utilizzando ed elaborando, ad esempio, dati e informazioni contenute nella Relazione al Parlamento *Rapporto sullo stato dei servizi idrici* elaborato dall'ex Commissione Nazionale di Vigilanza sulle risorse idriche, dal confronto tra indicatori registrati rispettivamente negli ATO (Ambiti Territoriali Ottimali) con gestioni pubblico-private e miste rispetto a quelle pubbliche risulterebbero alcune conclusioni parziali che si possono così riassumere:

- sono praticamente equivalenti dal punto di vista della onerosità del servizio a carico del contribuente;
- sono identiche dal punto di vista della efficienza della rete idrica o dell'efficienza impositiva dell'Ente gestore;
- risultano più onerose per quanto riguarda le spese correnti per abitante.

Il bilancio idrico e il servizio idrico integrato

La qualità delle acque può essere garantita soltanto attraverso un uso razionale delle stesse sul piano quantitativo. La gestione della risorsa è affidata al bilancio idrico, strumento attraverso il quale le Autorità di Bacino adottano le misure necessarie per pianificare l'uso delle acque al fine di evitare impatti negativi sulla qualità delle stesse e al fine di consentire un consumo idrico sostenibile. L'equilibrio del

bilancio idrico deve essere garantito tenendo conto dei fabbisogni, delle disponibilità, del minimo deflusso vitale, della capacità di ravvenamento della falda e delle destinazioni d'uso della risorsa compatibili con le rispettive caratteristiche qualitative e quantitative. Il bilancio idrico è periodicamente aggiornato dall'Autorità di Bacino al fine di assicurare l'equilibrio fra le disponibilità di risorse reperibili o attivabili nell'area di riferimento e i fabbisogni per i diversi usi. La gestione delle risorse idriche si realizza anche attraverso il servizio idrico integrato, che costituisce un servizio pubblico locale di rilevanza economica, secondo la pronuncia della Corte Costituzionale.

Il servizio idrico integrato è, quindi, il servizio pubblico che comprende la captazione, l'adduzione e la distribuzione di acqua ad usi civili e industriali, i servizi di fognatura e di depurazione delle acque reflue.

L'approvvigionamento idrico, la fognatura e la depurazione delle acque reflue, ovvero l'insieme delle attività industriali che compongono il cosiddetto servizio idrico integrato, rappresentano un servizio essenziale per i cittadini che va ad incidere in modo decisivo sullo stile e sulla qualità della vita di ciascuno di noi ed ha, a differenza di altri servizi pubblici locali, un'enorme ricaduta in termini di impatto ambientale.

L'attuale assetto organizzativo e regolatorio del servizio idrico integrato deriva in gran parte dalla legge n. 36 del 1994 (legge Galli) che a suo tempo impostò una profonda riforma del settore seguendo una logica di tipo industriale che vedeva la netta separazione delle funzioni di indirizzo e controllo (spettanti allo Stato) da quelle di conduzione e gestione (in forma unitaria a livello di Ambito Territoriale Ottimale – ATO) dei servizi di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili, di fognatura e di depurazione delle acque reflue da affidare ad un soggetto industriale secondo le norme che regolano l'affidamento dei servizi di pubblica utilità.

Nel corso degli anni il legislatore è intervenuto più volte sulla materia dei servizi idrici. Nonostante tali interventi normativi, le criticità non sono state superate ed il servizio idrico integrato vive oggi una fase di trasformazione che necessita di un importante sforzo di coordinamento e coesione tra Amministrazioni centrali, Enti locali ed operatori industriali.

Dopo anni di sostanziale immobilismo, la ormai improcrastinabile necessità di rilanciare il settore e gli esiti della consultazione referendaria hanno innescato un processo che ha portato, attraverso il Decreto "Salva Italia", al trasferimento all'Autorità dell'Energia Elettrica e del Gas (Aeeg) delle funzioni di regolazione e controllo del servizio idrico integrato.

L'Autorità ha, quindi, elaborato un nuovo metodo tariffario, prima in forma transitoria, e poi, in forma definitiva, andando in questo modo a ridefinire le regole per la determinazione delle tariffe idriche, ferme al vecchio metodo, *Metodo Normalizzato*, mai aggiornato dal 1996. Si tratta evidentemente di un passaggio importante che consentirà di restituire al settore delle regole certe e trasparenti sulle modalità di contribuzione dell'acqua a tutela dei cittadini consumatori.

In questo contesto negli ultimi anni si è attivato a più livelli un confronto istituzionale che ha coinvolto gli operatori pubblici e privati del settore che, purtroppo, non ha ancora individuato soluzioni pratiche e condivise per rispondere alle questioni dalle quali dipende la possibilità di avere servizi idrici integrati efficienti, efficaci ed economici.

Il *referendum* del giugno 2011 ha sicuramente rappresentato il culmine dell'attenzione sulle problematiche del servizio idrico, registrando una partecipazione ed un *quorum* deliberativo senza uguali nella storia repubblicana che trovano una spiegazione nel generalizzato timore del rischio di una privatizzazione dell'acqua o comunque di un'inaccettabile speculazione economica su un bene pubblico essenziale. L'esito del referendum ha nello specifico abrogato la quota tariffaria relativa alla remunerazione del capitale e ha ripristinato le regole di diritto comunitario per l'affidamento del servizio che prevedono anche l'affidamento *in house, full public*, accanto alle altre forme di affidamento come *full private* e società mista pubblico-privata. Sebbene l'obiettivo dei movimenti promotori del *referendum* fosse essenzialmente quello di tendere ad un modello di gestione del servizio idrico totalmente pubblico, il principale risultato ottenuto è la sostanziale conferma dei modelli gestionali esistenti e l'introduzione di una forte autorità di regolazione, l'Aeeg che ha provveduto a riformulare la struttura della tariffa eliminando la componente relativa alla remunerazione del capitale investito pur mantenendo il riconoscimento dei costi finanziari. Il nuovo metodo tariffario elaborato dall'Aeeg è stato oggetto di un ricorso al TAR di Milano da parte dei movimenti promotori del *referendum* che ritengono non rispettati gli esiti dello stesso.

Tra le vicende istituzionali che hanno determinato un significativo impatto sull'assetto organizzativo del settore va ricordata l'abolizione delle Autorità di Ambito disposta dal Decreto Calderoli che ha attribuito alle Regioni le funzioni degli enti soppressi. Molte Regioni hanno interpretato tale passaggio come la necessità di centralizzare le funzioni organizzative a livello di ATO unico regionale cercando di conservare, in qualche modo, la rappresentatività dei singoli Comuni i quali, evidentemente, dovreb-

bero continuare ad avere un ruolo importante trattandosi di un servizio pubblico locale.

In tal senso l'assetto istituzionale e regolatorio del servizio idrico integrato, nonostante il positivo passaggio all'Aeeg delle funzioni di regolazione centrale, continua a non essere sufficientemente definito, determinando il perdurare di una situazione di precarietà ed incertezza che ostacola il flusso di investimenti necessari a migliorare la qualità del servizio reso agli utenti, con particolare riferimento alle disastrose condizioni delle reti di distribuzione in molte aree del paese, ed alla gravi inadempienze di molti impianti di depurazione testimoniato dall'elevatissimo numero delle procedure di infrazione comunitarie aperte nei confronti dell'Italia.

Il fabbisogno totale per i prossimi 30 anni, quantificato sulla base dei piani economici e finanziari dei Piani di Ambito, ammonta a circa 65,1 miliardi di euro (2,17 miliardi di euro l'anno). Il finanziamento pubblico disponibile copre circa il 9% del fabbisogno e la parte restante deve necessariamente essere coperta attraverso la tariffa. Tali cifre non tengono conto degli investimenti necessari a soddisfare i requisiti aggiuntivi derivanti dalla Direttiva 2000/60/CE i quali, nel triennio 2013-2015 sono stimabili in circa 8,7 miliardi di euro, corrispondenti a 2,9 miliardi di euro l'anno. La stima degli investimenti complessivi richiesti dal comparto, fino al 2015, si attesta pertanto a 5,1 miliardi di euro l'anno, per un totale di 15,2 miliardi di euro nel prossimo triennio e 19,5 miliardi di euro nei prossimi 5 anni. E' importante sottolineare che una parte consistente di questo fabbisogno è rappresentato dalla manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture, aspetto che enfatizza la necessità di pervenire ad una condizione di finanziabilità a regime degli interventi. E' evidente che, a fronte di un fabbisogno finanziario così cospicuo, né la tariffa né, tantomeno, l'erogazione di sporadici finanziamenti a fondo perduto sono in grado di assicurare la sostenibilità economica della realizzazione delle nuove infrastrutture e della manutenzione di quelle esistenti. Va, inoltre, messo in evidenza che l'assenza di un sistema chiaro, stabile ed affidabile di *governance* dei servizi idrici scoraggia gli istituti economici e finanziari pubblici o privati ad investire nel settore.

Serve pertanto intervenire per dare chiarezza e stabilità al sistema delle regole e delle competenze e tracciare un rigoroso piano pluriennale di investimenti nel settore idrico attraverso il quale pianificare un adeguato sviluppo tariffario per l'attuale ed i futuri periodi regolatori ed individuare strumenti finanziari dedicati, certi e costanti nel tempo.

Aspetti di incertezza, ritardi ed incongruenze caratterizzano, più in generale, tutto il settore del-



le acque: la Parte III del d.lgs. 152/06, attraverso il quale è stata recepita la più volte citata Direttiva Acque 2000/60/CE, non risolve il problema delle possibili interferenze tra la pianificazione di competenza regionale (Piano di Tutela delle Acque), e quella di area vasta, prevista dalla Direttiva Quadro, comprensiva di uno o più bacini idrografici, di competenza dell'Autorità di Distretto (Piano di Gestione Distrettuale) determinando sovrapposizioni e duplicazioni nella pianificazione ed una generale confusione nel riparto delle competenze tra i vari livelli istituzionali. Le Autorità di governo dei Distretti Idrografici non sono state ancora istituite e perdura, pertanto, una situazione transitoria che ostacola il governo efficiente delle risorse idriche.

A fronte di tali criticità alcune soluzioni ed indirizzi strategici sono stati individuati dalla Commissione Europea come strumenti chiave per il miglioramento delle politiche comunitarie in materia di acque nel contesto della Comunicazione della Commissione al Parlamento del novembre 2012 attraverso il *Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources* che costituisce il più avanzato strumento di *policy* predisposto a livello comunitario con la finalità di proporre agli Stati membri una serie di strumenti per migliorare la gestione idrica a livello nazionale, regionale o a livello di bacini idrografici. Va sottolineato, al riguardo, che l'orientamento della Commissione è quello di vincolare l'erogazione dei fondi comunitari all'impegno degli Stati membri di tragguardare gli obiettivi del *Blue Print*.

A livello nazionale il MATT ha avviato una serie di iniziative confluite nel Disegno di Legge Collegato alla Legge di Stabilità 2014, *Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali* attualmente all'attenzione della Camera. Il Collegato prevede alcune importanti misure specifiche per il settore delle risorse idriche e, più in particolare:

- L'istituzione di un fondo destinato a promuovere gli investimenti per la realizzazione degli interventi programmati nel comparto idrico con la finalità di rilanciare la politica di sviluppo delle infrastrutture idriche, completare le reti di fognatura e depurazione, evitare sanzioni europee per inadempimento dell'Italia, ridurre l'onere finanziario della realizzazione di investimenti nel settore idrico (a vantaggio degli utenti finali) e avviare la realizzazione di infrastrutture finalizzate al recepimento dei principi e delle strategie definiti a livello comunitario (*Blue Print*).
- La definizione di una tariffa sociale per garantire l'accesso alla risorsa e la sostenibilità economica e sociale soprattutto per gli utenti

a basso reddito. La disposizione mira a realizzare e a rendere effettivo tale obiettivo, impartendo indirizzi all'Aeeg, che ha già definito misure analoghe nel campo di altri servizi a rete prevedendo contestualmente, al fine di assicurare la sostenibilità dell'intervento e la copertura dei relativi costi, un'apposita componente tariffaria per le utenze non agevolate del servizio idrico integrato.

- L'assunzione di provvedimenti per il contenimento del fenomeno della morosità con lo scopo di trasferire nel settore idrico gli approcci e le esperienze che l'Aeeg ha già applicato nei settori energetici, cercando, da un lato, di limitarne l'insorgenza e assicurarne l'efficace contrasto in modo che i costi non ricadano sugli utenti non morosi e, dall'altro, di garantire un livello minimo di fornitura di acqua anche alle utenze non in regola con i pagamenti.
- L'istituzione stabile e permanente delle Autorità di Bacino distrettuali in ciascun distretto idrografico, apportando, contemporaneamente le modifiche necessarie a migliorare la configurazione geografica dei confini distrettuali, razionalizzare la *governance* e coordinare la pianificazione di distretto.

Monitoraggio quali-quantitativo delle acque

L'evoluzione del quadro normativo in materia di acque, sia nazionale che comunitario, ha modificato nel tempo il ruolo svolto dal monitoraggio della risorsa idrica che è diventato l'elemento fondamentale per combattere le diverse forme di inquinamento e per programmare e pianificare una corretta gestione dei corpi idrici superficiali e sotterranei prevedendo la normativa nazionale e comunitaria la messa in opera di reti che permettano di monitorare lo stato dei corpi idrici nell'ambito del distretto idrografico, in particolare di quelli definiti *a rischio*, per il raggiungimento degli obiettivi ambientali stabiliti. Successivamente tali reti, opportunamente riviste dopo un periodo di esercizio, dovranno essere utilizzate anche per valutare l'efficacia delle misure di salvaguardia e risanamento da inserire nel redigendo Piano di Gestione del Distretto Idrografico.

Le attività di monitoraggio, pertanto, risultano fondamentali ai fini:

- della predisposizione dei Piani di Tutela delle Acque, Piani di Bacino, Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Piani di Gestione del Distretto Idrografico;

- della predisposizione e programmazione di sistemi di previsione, allerta e coordinamento di interventi di protezione civile;
- della valutazione del deflusso minimo vitale in grado di garantire la naturale integrità ecologica, con particolare riferimento alla tutela della vita acquatica;
- dell'analisi del trasporto solido, dei fenomeni erosivi, di interrimento dei serbatoi e di arretramento delle coste;
- della stima dei bilanci idrici di ogni bacino;
- della determinazione dei quantitativi di inerti da estrarre dai corsi d'acqua naturali;
- della progettazione delle opere di difesa lungo le aste fluviali e lungo i litorali;
- della progettazione delle opere di captazione delle acque lungo i corsi d'acqua naturali;
- dello studio dei fenomeni di siccità e desertificazione.

Nell'ultimo decennio le tendenze al decentramento amministrativo e gestionale che hanno caratterizzato i settori tecnici dello Stato hanno prodotto una drammatica frammentazione e dispersione delle iniziative, con conseguente penalizzazione dell'omogeneità conoscitiva e di controllo dei fenomeni naturali e ambientali.

Ciò ha avuto un impatto *drammatico* nel settore del monitoraggio quantitativo delle acque, laddove l'eredità del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (Simn) è andata dispersa essendo risultato insufficiente il trasferimento degli Uffici Compartimentali alle Regioni, mentre la Direzione del Servizio Idrografico Nazionale è entrata a far parte della struttura dell'Ispra.

In pratica, è stato smantellato un sistema organico di migliaia di rilevatori di precipitazione al suolo (pluviometri e pluviografi) e di varie centinaia di misuratori di livelli fluviali (idrometri) ed insieme ad esso tutto l'apparato di competenze che permetteva l'elaborazione statistica delle misure, la loro archiviazione organica e la diffusione capillare dell'informazione.

Attualmente le Regioni italiane, soprattutto quelle del Sud, presentano una rete di monitoraggio quali-quantitativo delle acque non adeguata a soddisfare sia le indicazioni individuate dalle ultime direttive europee sia delle leggi nazionali, coinvolgendo allo stesso modo le aree ricche di risorsa idrica e di forte interesse paesaggistico e naturalistico e quelle soggette ad elevato rischio idrogeologico.

Risultano, infatti, carenti e insufficienti le attività di misurazione della portata dei corsi d'acqua principali, delle sorgenti sulle quali vengono effettuati solo campionamenti spot, di determinazione del bilancio idrologico per bacino idrografico, e, in particolare,

dei colmi in occasione delle piene e del trasporto solido. Ad oggi il monitoraggio idraulico-idrologico è caratterizzato da una marcata criticità, per quanto attiene sia la struttura della rete sia la disponibilità di serie storiche sufficientemente lunghe. La maggior parte delle stazioni di misura sono state dismesse comportando una notevole perdita di dati indispensabili per la caratterizzazione idraulico-idrologica dei bacini. Si sottolinea, inoltre, come il sistema delle reti di monitoraggio richieda gradualmente potenziamenti e, soprattutto, la sostituzione di sensori ormai obsoleti e seriamente danneggiati insieme alla verifica della corretta posizione e installazione.

A ciò si aggiunge la mancata o parziale possibilità di validazione del dato stesso che ne vanifica la successiva utilizzabilità per i fini precisi. Riguardo al protocollo di validazione del dato, la maggior parte dei parametri rilevati non sono sottoposti a procedure automatiche (I° e II° livello) o semiautomatiche di validazione (III° livello e IV° livello) per cui i processi di verifica dell'affidabilità del dato sono legati all'esperienza degli operatori. Tale criticità, relativa alla validazione e certificazione del dato, rappresenta, tra l'altro, un elemento trasversale all'insieme dei sensori e della rete operante sul territorio e spinge a ulteriori considerazioni in merito all'individuazione di uno strumento normativo finalizzato al riordino delle competenze in materia di gestione, accentrato ed archiviazione delle misure, nonché delle procedure per la condivisione di tali informazioni, certificate, tra i vari soggetti istituzionali e privati per specifici fini.

Deve, altresì, essere sottolineata l'esigenza di definire idonee procedure atte alla classificazione delle *reti fiduciarie* nonché dei requisiti minimi da soddisfare sia in termini di tipologia e grado di funzionamento/efficienza dei sensori sia delle modalità di dispacciamento delle informazioni definendo le opportune priorità di accesso in relazione alla sensibilità del dato condiviso/condivisibile.

Un punto di debolezza generalizzato è, inoltre, la mancanza di sistemi di monitoraggio per le acque sotterranee, fondamentali per la costruzione di attendibili strumenti di pianificazione del settore idrico come il Piano di Tutela e Piano di Gestione del bacino idrografico.

Un'altra criticità riscontrata nel settore del monitoraggio quali-quantitativo delle acque riguarda il flusso delle informazioni. La Direttiva 2000/60 e il d.lgs. 152/2006 prevedono che gli Stati Membri comunichino, in forma sintetica, le caratteristiche dei distretti, l'analisi delle pressioni e degli impatti delle attività antropiche sui corpi idrici superficiali e sotterranei e l'analisi economica dell'utilizzo idrico, così come derivato dall'analisi di rischio del non rag-



giungimento degli obiettivi di qualità, analisi che gli Stati Membri sono tenuti a fare a livello di ciascun distretto idrografico. La novità del differente livello di aggregazione, in termini di distretto idrografico, pone la necessità, pertanto, di studiare un modello di flusso delle informazioni in grado di tenere conto della provenienza in massima parte regionale dei dati di monitoraggio, che devono però essere elaborati in modo da fornire una visione unitaria a livello di distretto, rispetto al quale deve essere effettuata la valutazione del raggiungimento degli obiettivi ambientali.

A livello nazionale il flusso delle informazioni ambientali, compreso quello che riguarda i parametri ambientali provenienti da reti fisiche di monitoraggio, parte dai Punti Focali Regionali (PFR), che in alcune Regioni sono costituiti dalle Arpa in altre, invece, da strutture regionali. Tali punti sono strutture autonome che rappresentano la funzione di riferimento territoriale della rete SINAnet (Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale) gestita dall'Ispra. In effetti in molti casi il flusso di dati origina anche da strutture di livello sub-regionale, basti pensare alle reti di monitoraggio della qualità dell'aria, molte delle quali sono gestite dalle Province.

In base all'accordo sottoscritto in ambito Conferenza Stato-Regioni nel novembre 2001, il PFR è inteso, dal punto di vista organizzativo, come nodo di raccordo tra il livello regionale e quello nazionale per tutti i flussi di dati destinati a transitare attraverso la rete SINAnet. In particolare è chiamato a svolgere funzioni di raccolta dei dati e informazioni necessari, per garantirne poi l'elaborazione e la tra-

missione secondo formati e protocolli procedurali concordati. Dal punto di vista delle infrastrutture, i Punti Focali Regionali dovrebbero rappresentare il nodo regionale della rete SINAnet, connesso al Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA) in modo tale che i dati e le informazioni di interesse nazionale, opportunamente estratti, elaborati ed aggregati, possano essere resi disponibili sulla rete per via telematica.

Nonostante siano stati individuati tutti i Punti Focali Regionali, la creazione del SIRA, in cui dovrebbero confluire tutti i dati provenienti dalle diverse iniziative di monitoraggio, rimane una struttura *ideale* e nella migliore delle ipotesi in fase progettuale, priva di capacità operativa e di idonei protocolli di comunicazione per l'alimentazione dei dati. Questa situazione è soprattutto riscontrata nelle Regioni del Sud dove la regolarità dei flussi informativi sull'ambiente è condizionata da alcuni nodi strutturali e tra questi:

1. l'eccessiva frammentazione delle competenze tra i diversi soggetti;
2. lo stato di attuazione della riforma istitutiva del sistema agenziale Ispra- Arpa;
3. l'assenza di un quadro chiaro e definito degli ambiti di competenza;
4. la mancanza di un raccordo istituzionale e/o di un protocollo procedurale di regolazione dei flussi di informazione.

A queste situazioni vanno ricondotti i casi di inefficienza provocati dall'assenza di finanziamenti, mancata definizione e/o assegnazione delle responsabilità, carenza di dotazione organica e di attrezzature.



Capitolo 6

L'aria e il clima

Silvia Brini, Mariantonia Bencardino, Mario Cirillo, Ilaria D'Elia, Domenico Gaudioso, Arianna Lepore

Introduzione

Forse non ci pensiamo molto spesso, ma tutti noi, insieme agli organismi della biosfera, viviamo immersi nei gas dell'atmosfera. Proprio sul fondo di questo strato di gas di circa 1000 km di spessore si compiono le funzioni vitali degli organismi, insieme a tutte le attività realizzate dagli esseri umani per la loro sopravvivenza. Non è difficile comprendere perché tutto quello che avviene nella parte più bassa dell'atmosfera può avere ripercussioni dirette sulla composizione dell'aria. Il fenomeno accade oggi, e lo chiamiamo inquinamento (vedi Capitolo 19 per i dettagli), ma è accaduto anche altre volte nella storia della Terra. Circa 2,5 miliardi di anni fa, gli antenati degli attuali vegetali, i microscopici organismi fotosintetici che popolavano i mari dell'era archeozoica, inquinarono di ossigeno l'atmosfera di allora, mettendo in serio pericolo la sopravvivenza delle primitive forme vita. L'adattamento alla nuova composizione dell'aria fu la risposta della maggior parte degli organismi, che seppero trarre un vantaggio da questa forma di inquinamento imparando a respirare. Anche oggi sono in atto progressivi cambiamenti della composizione dell'aria causati dalle attività umane, che arricchiscono l'atmosfera di anidride carbonica e di altre sostanze, alcune molto dannose per la salute e l'ambiente. Adattarci rapidamente a queste nuove condizioni nell'arco di qualche generazione è impossibile. Trovare strategie per ridurre l'inquinamento (vedi Capitolo 19) è invece l'unica strada percorribile per conservare la *risorsa aria*.

Struttura dell'atmosfera

L'atmosfera circonda il globo terrestre ed è uno strato sottilissimo in confronto alla grandezza del pianeta che ci ospita. Tuttavia, a causa del peso dei gas che la compongono, della forza centrifuga dovuta alla rotazione terrestre e all'irradiazione solare, l'aria atmosferica viene trascinata nei movimenti di rotazione e rivoluzione del pianeta e possiede a sua volta una struttura stratificata.

In generale, gli strati dell'atmosfera, raffigurati in Figura 6.1 insieme al profilo di temperatura media con la quota, vengono così denominati:

- Lo *strato di confine* (ABL). Chiamato in inglese *Atmospheric Boundary Layer* (ABL), è lo strato più vicino ed a contatto con la superficie terrestre, che risponde velocemente (con scala temporale di un'ora o meno) ai cambiamenti di condizioni (temperatura, umidità, ecc.) che si verificano alla superficie, proprio perché è fortemente influenzato dal terreno sottostante.¹ Il suo spessore varia da qualche metro (10 metri circa) in condizioni di stabilità (notturne), fino ad un massimo di 2 km in condizioni fortemente convettive. Fa parte della troposfera ed in esso avviene la pressoché totalità dei fenomeni di inquinamento atmosferico.
- La *troposfera*. È lo strato basso. La parola troposfera deriva dal greco *Tropos* che significa variazione, proprio perché all'interno di questa sfera troviamo i maggiori valori di pressione e densità. La troposfera è anche il luogo della vita: tutte le piante e tutti gli esseri umani vivono in essa, utilizzando alcuni dei gas che la costituiscono. È anche lo strato in cui si verificano quasi tutti i fenomeni meteo e contiene l'80% della massa gassosa totale e il 99% del vapore acqueo: l'aria della troposfera è riscaldata dalla superficie terrestre ed ha una temperatura media globale di 15°C al livello del mare. La temperatura diminuisce con l'altitudine (0,65°C ogni 100 m di quota) fino ai circa -60°C della tropopausa. L'aria degli strati più bassi che tende a salire genera grandi correnti convettive da cui hanno origine i venti equatoriali costanti. La troposfera ha uno spessore variabile a seconda della latitudine: ai poli è spessa 8 km, mentre raggiunge i 17 km all'equatore, a causa della maggiore forza centrifuga originata dalla rotazione terrestre. La composizione chimica dell'aria atmosferica si mantiene pressoché co-

¹ Stull, R. B., 1988: *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*. Kluwer Academic, 666 pp

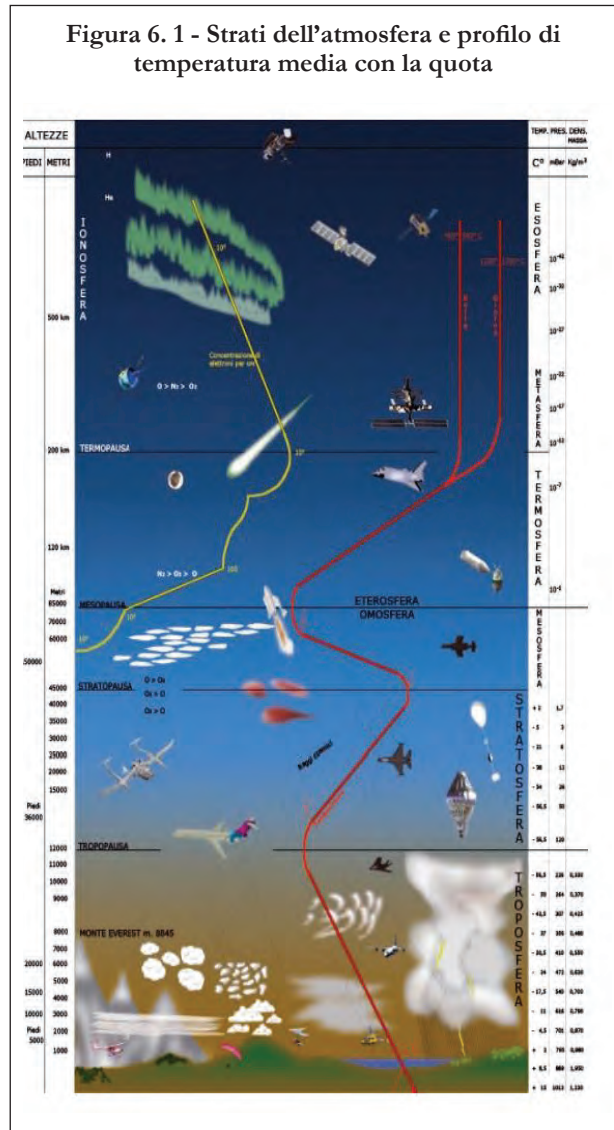
stante anche oltre i limiti della troposfera, per lo meno fino a 25 km di altezza. Verso i 35-45 km di quota, cioè verso la parte alta della stratosfera, il contenuto di ozono diviene più abbondante. All'ozono si deve l'assorbimento di alcune radiazioni solari, in particolare di quelle a breve lunghezza d'onda (fino a 295 nm), i cui raggi (tra 200 e 260 nm) nocivi agli esseri viventi, vengono perciò trattenuti.

- La *stratosfera*. È lo strato atmosferico situato al di sopra della tropopausa e raggiunge un'altezza di 45-50 km. Qui avviene il fenomeno chiamato *inversione termica*: mentre nella troposfera la temperatura diminuisce con l'altezza, nella stratosfera aumenta, fino al valore di 0°C. Ciò è causato dalla presenza di uno strato di ozono, la cosiddetta ozonosfera, che assorbe quasi tutte le radiazioni solari ultraviolette. Nella stratosfera le componenti si presentano sempre più rarefatti, il vapore acqueo e il pulviscolo diminuiscono bruscamente, ma resistono ancora particolari tipi di nubi chiamate cirri.
- La *mesosfera*. In questa zona, che si spinge sino a 80 km di quota, l'atmosfera non subisce più l'influsso della superficie terrestre ed è costante a tutte le latitudini. Non ci sono più né venti né correnti ascensionali, né nubi o perturbazioni: l'aria è completamente calma. In queste condizioni, i gas si stratificano per diffusione, e la composizione chimica media dell'aria inizia a variare man mano che si sale. L'anidride carbonica scompare rapidamente e il vapore acqueo ancora più in fretta, e anche la percentuale di ossigeno inizia a diminuire con la quota. Aumentano le percentuali di gas leggeri come elio e idrogeno. L'effetto riscaldante dell'ozono è terminato e la temperatura diminuisce sempre più con la quota fino a stabilizzarsi, in un limite superiore della mesosfera, a circa -80°C, denominato mesopausa. In quest'ultimo strato hanno origine le stelle cadenti o meteore. Oltre la mesopausa, alla quota di circa 100 km, l'aria è tanto rarefatta da non opporre una resistenza tangibile al moto dei corpi, e quindi diventa possibile muoversi con un moto orbitale. Perciò la mesopausa viene considerata il confine con lo spazio.
- La *termosfera*. In questo strato, che si spinge sino a 500 km d'altezza, i gas presenti sono talmente rarefatti che ricevono quasi interamente la radiazione solare diretta e sono quindi in prevalenza allo stato ionizzato (insieme agli strati superiori della mesosfera, la

termosfera costituisce la ionosfera terrestre). La temperatura in questo strato sale con l'altitudine, per l'irraggiamento solare, ed arriva ai 1700°C al suo limite esterno. Al confine fra mesopausa e termosfera hanno luogo le spettacolari aurore boreali. La composizione chimica è ancora simile a quella media, con una predominanza di azoto e ossigeno, ma cambia sempre più con l'altitudine. A circa 500 km di quota, questi due gas cessano di essere i componenti principali dell'atmosfera, che diventano elio e idrogeno.

- L'*esosfera*. È la parte più esterna della atmosfera terrestre, dove la composizione chimica cambia radicalmente e non ha un vero limite superiore. I suoi costituenti sono per lo più idrogeno ed elio, in maggioranza particelle del vento solare catturate dalla magnetosfera terrestre. La temperatura aumenta rapidamente con l'altezza sino a raggiungere e forse superare i 2000°C.

Figura 6.1 - Strati dell'atmosfera e profilo di temperatura media con la quota



Composizione dell'atmosfera

Non tutti gli strati hanno le stesse concentrazioni di gas: ad esempio il vapore acqueo è presente quasi soltanto nella troposfera, lo strato più basso, ed è praticamente assente nella termosfera e nell'esosfera, che viceversa contengono quasi tutto l'elio e l'idrogeno. L'ozono è contenuto in massima parte nella stratosfera, in cui costituisce un importante strato.

In riferimento alla composizione standard dell'atmosfera, l'aria secca al suolo (a 0°C e 1013,25 mbar) è composta all'incirca per il 78% in volume di azoto, per il 21% in volume di ossigeno e per l'1% in volume di argon, più altri componenti in quantità minori.

Nella composizione standard dell'aria vanno però considerati anche altri elementi:

- Il vapore acqueo: è presente in proporzione molto variabile, esso deriva dall'evaporazione delle acque superficiali per azione del calore; normalmente si ritrova in quantità maggiore sopra le zone a clima caldo umido che su quelle desertiche o polari. Quando l'umidità relativa dell'aria supera determinati valori, si ha condensazione di acqua attorno a particelle, nuclei di condensazione, con formazione di gocce di nube.
- I gas dovuti alle attività che si svolgono nell'atmosfera: la maggior parte dei gas emessi rimane confinata nella troposfera, alcuni concentrati vicino alla superficie terrestre, altri come ozono (O₃), anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), sono distribuiti in modo più uniforme. Il tasso di diossido di carbonio risulta molto variabile negli ultimi tempi. In particolare le attività umane (industria, inquinamento, combustione, deforestazione) hanno prodotto un grosso incremento di questa percentuale nell'ultimo secolo, passata da circa 280 ppm nel 1900 a 315 ppm nel 1970 fino a 350 ppm negli ultimi anni.
- Gli aerosol: sono particelle solide o liquide in sospensione in un gas, differenti per caratteristiche dimensionali, composizione e provenienza. Possono essere di tipo *primario* se emesso direttamente in atmosfera oppure *secondario* se formatosi in atmosfera da una serie di reazioni chimiche (si rimanda al cap. 19 per dettagli). Nel corso della loro vita, le particelle si modificano attraverso processi di diluizione, dispersione, coagulazione e reazioni chimiche. Le dimensioni degli aerosol vanno da pochi nm (1 nm = 10⁻⁹ m) fino a circa 100 µm. Hanno effetti nocivi sia sull'ambiente che sull'uomo (direttamente e indirettamente). Gli aerosol più grandi e pesanti hanno la tendenza a

mantenersi nello strato più basso dell'atmosfera, lo strato di confine (ABL), che purtroppo è la zona più frequentata dalle attività umane.

Principali fattori delle variazioni spatio-temporali della composizione dell'aria

Un qualsiasi fattore o sostanza che determina l'alterazione della composizione normale dell'atmosfera, causando effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso, viene definito come *inquinante atmosferico*.² L'alterazione dell'aria ambiente può avvenire attraverso:

- Una modifica dei parametri fisici e/o chimici;
- Una variazione di rapporti quantitativi di sostanze già presenti;
- L'introduzione di composti estranei deleteri per la vita in modo diretto o indiretto.

L'alterazione dell'atmosfera è pertanto il risultato di una complessa competizione tra fattori che portano ad un accumulo delle sostanze inquinanti ed altri che invece determinano la loro rimozione e la loro diluizione in atmosfera. L'entità e le modalità di emissione (sorgenti puntiformi, diffuse, altezza di emissione), i tempi di persistenza degli inquinanti atmosferici, il grado di mescolamento dell'aria, le condizioni meteorologiche locali e su grande scala, sono alcuni dei principali fattori che producono variazioni spatio-temporali della composizione dell'aria. I fattori meteorologici quali, ad esempio, la stabilità atmosferica, la direzione e velocità del vento e le inversioni termiche sono fra quelli che più fortemente influenzano l'inquinamento atmosferico. La stabilità atmosferica assume un ruolo fondamentale nella dispersione degli inquinanti.

Nella troposfera la temperatura normalmente decresce all'aumentare dell'altitudine. Il profilo di temperatura di riferimento per valutare il comportamento delle masse d'aria è quello osservato per una particella d'aria che si innalza espandendosi adiabaticamente, ovvero senza scambi di calore. Quando il profilo reale coincide con quello di riferimento, una particella d'aria - a qualsiasi altezza venga portata - si trova in equilibrio indifferente, cioè non ha alcuna tendenza né a salire né a scendere (atmosfera *neutra*). Quando la temperatura decresce con l'altezza più velocemente del profilo di riferimento, le particelle d'aria ad ogni quota si trovano in una condizione *instabile* perché se vengono spostate sia verso il basso che verso l'alto continuano il loro movimento nella

² Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, n.155. *Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*



medesima direzione allontanandosi dalla posizione di partenza. Se invece la temperatura decresce con l'altezza più lentamente del profilo adiabatico, o addirittura aumenta (situazione detta di inversione termica), le particelle d'aria sono inibite sia nei movimenti verso l'alto che verso il basso e la situazione è detta *stabile*. Condizioni neutre si verificano tipicamente durante le transizioni notte-giorno, in presenza di copertura nuvolosa, o con forte vento. Condizioni instabili si verificano quando il trasporto di calore dal suolo verso l'alto è notevole, come accade nelle giornate assolate. Le condizioni stabili, che si verificano tipicamente nelle limpide notti continentali con vento debole, sono le più favorevoli ad un ristagno ed accumulo degli inquinanti. I più gravi episodi di inquinamento si verificano in condizioni di inversione termica: in questi casi infatti gli inquinanti emessi al di sotto della quota di inversione, a meno di possedere un'energia meccanica sufficiente a forare l'inversione, non riescono ad innalzarsi poiché risalendo si trovano ad essere comunque più freddi e dunque più pesanti dell'aria circostante.

Altri fattori che possono influire sulle variazioni della composizione dell'atmosfera sono:

- **Orografia:** per orografia si intende la conformazione del territorio considerando i monti, valli, pianure. Questo fattore è importante particolarmente nelle valli, dove, in base alla loro conformazione (valli strette, larghe, protette dai venti) può crearsi un accumulo di sostanze inquinanti, in particolare nei periodi invernali, dove, in condizioni di valli strette il sole riesce difficilmente ad arrivare in fondo alla valle e quindi è molto facile l'instaurazione di condizioni di inversione termica, che come già detto provoca un ristagno degli inquinanti.
- **Urbanistica:** anche l'urbanistica delle zone abitate è un fattore che incide sulla qualità dell'aria, infatti strade strette con edifici alti molto vicini tra loro si comportano come le pareti di una valle, o meglio di un canyon cittadino che impedisce al vento di soffiare con la medesima intensità che viene registrata nelle aree aperte fuori della città. Gli effetti eolici possono essere inferiori fino al 30% rispetto alle aree rurali limitrofe con differenze di temperatura comprese fra 1 e 6°C. Si tratta di vere e proprie *Isole di calore* in cui il ricircolo di aria al suolo è limitato con un conseguente forte accumulo di inquinanti.³

³ Golden, J.S., (2004), *The Built Environment Induced Urban Heat Island Effect in Rapidly Urbanizing Arid Regions – A Sustainable Urban Engineering Complexity*, Environmental Sciences, 1:4, 321-349

Il clima: le caratteristiche l'evoluzione nelle ere geologiche e cambiamenti climatici indotti dall'uomo

Prima di tutto è importante distinguere il concetto di clima da quello di tempo meteorologico. Il tempo meteorologico descrive le condizioni dell'atmosfera in un luogo e in un momento determinati, con riferimento alla temperatura, alla pressione, all'umidità, al vento e ad altri parametri chiave (elementi meteorologici) come la presenza di nuvole, le precipitazioni, e il verificarsi di fenomeni speciali, quali i temporali e i cicloni.

Il clima, in senso stretto, è di solito definito come il tempo medio, o in modo più rigoroso, come la descrizione statistica in termini di media e variabilità delle variabili significative, per un periodo di tempo che va da mesi a migliaia o milioni di anni. Queste variabili, come temperatura, precipitazioni e vento, sono spesso misurate alla superficie terrestre. Il periodo classico per una media di queste variabili è di 30 anni, secondo le indicazioni dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale.

In un senso più ampio, il clima è definito non solo dalle condizioni medie, ma anche dalle statistiche associate (frequenza, intensità, persistenza, tendenze, ecc.), e spesso è necessario combinare questi parametri per descrivere fenomeni come la siccità. I cambiamenti climatici si riferiscono a una modifica nello stato del clima che può essere identificata (ad esempio, mediante test statistici) da cambiamenti della media e/o della variabilità delle sue proprietà, e che persiste per un periodo prolungato, di decenni o più.

Anche se il clima terrestre viene descritto attraverso variabili misurate alla superficie terrestre, i fenomeni che lo determinano coinvolgono tutto il pianeta. Si definisce quindi un sistema climatico costituito da cinque componenti principali: l'atmosfera, l'idrosfera, la criosfera, la litosfera e la biosfera, e dalle interazioni tra di loro.

Il sistema climatico si evolve nel tempo sotto l'influenza delle proprie dinamiche interne e a causa di forzanti esterne, come eruzioni vulcaniche e variazioni solari e di forzanti antropiche, quali i cambiamenti della composizione dell'atmosfera e dell'uso del suolo. Il sistema climatico terrestre è alimentato dalla radiazione solare. Circa metà dell'energia dal sole è fornita da radiazioni la cui lunghezza d'onda si situa nella parte visibile dello spettro elettromagnetico. Dal momento che la temperatura della Terra è stata relativamente costante nel corso di molti secoli, l'energia solare in ingresso deve essere quasi in equilibrio con la radiazione uscente. Circa la metà dell'irraggiamen-

to solare a onde corte è assorbita dalla superficie terrestre. La frazione di radiazione a onde corte riflessa verso lo spazio da gas e aerosol, nuvole e superficie terrestre (albedo) della Terra è di circa il 30% e circa il 20% viene assorbito nell'atmosfera.

In base alla temperatura della superficie terrestre, la maggior parte del flusso di energia uscente dalla Terra è concentrata nella parte infrarossa dello spettro. La radiazione a onde lunghe – detta anche radiazione infrarossa – è assorbita da alcuni costituenti atmosferici come il vapore acqueo, l'anidride carbonica (CO_2), il metano (CH_4), il protossido di azoto (N_2O) e altri gas ad effetto serra e dalle nuvole, che a loro volta emettono radiazioni infrarosse in tutte le direzioni. La componente diretta verso il basso di questa radiazione a onde lunghe aggiunge calore agli strati inferiori dell'atmosfera e alla superficie terrestre, creando il cosiddetto *effetto serra*.

Il clima terrestre è quindi caratterizzato dall'equilibrio tra l'energia entrante nel nostro pianeta dal sole, e l'energia uscente, (radiazione solare riflessa dall'atmosfera, dal suolo e dalle nubi, ed energia emessa o irraggiata dalla superficie terrestre). Le condizioni climatiche variano sulla superficie terrestre in relazione al grado di irraggiamento, che dipende a sua volta dalla latitudine, e al trasporto dell'energia da parte della circolazione atmosferica e oceanica.

L'equilibrio del clima può modificarsi sia per cause esterne, sia per cause interne al sistema terrestre. Tra le cause esterne, si possono citare le variazioni nella radiazione solare in arrivo provocate da cambiamenti nella produzione di energia da parte del sole. Possibili cause interne sono invece i cambiamenti di albedo della Terra o i cambiamenti nella radiazione a onde lunghe uscente provocati da modifiche nelle proprietà della copertura nuvolosa e nelle concentrazioni di gas a effetto serra e di aerosol. Il bilancio energetico radiativo della Terra è quasi in equilibrio, ma il contenuto di calore dell'oceano e le misurazioni satellitari indicano un piccolo squilibrio positivo.

Per comprendere i cambiamenti recenti del sistema climatico, è necessario combinare le osservazioni delle variabili climatiche, lo studio dei processi di feedback del sistema climatico e le simulazioni realizzate con l'uso dei modelli climatici. La disponibilità di osservazioni più dettagliate e relative a periodi più lunghi e di migliori modelli climatici permette di identificare chiaramente un contributo umano alla base delle variazioni riscontrate nelle varie componenti del sistema climatico.

I problemi dell'aria causati dalle attività antropiche alle diverse scale spaziali: globale, transfrontaliero/emisferico, nazionale, locale

L'inquinamento dell'aria generato dalle attività antropiche interessa più ambiti spaziali.

Per il controllo della qualità dell'aria alle diverse scale spaziali è necessario tenere in conto la fenomenologia che, a partire dai processi di emissione, interessa la diffusione e la trasformazione delle specie inquinanti nell'atmosfera. Le molecole degli inquinanti dell'aria, una volta rilasciate dalla sorgente emissiva, possono essere trasportate dalle masse d'aria in movimento anche a distanze di centinaia o migliaia di chilometri. Le molecole più stabili rimangono nella stessa forma in cui sono emesse mentre quelle meno stabili possono partecipare a reazioni chimico-fisiche che le trasformano in sostanze diverse da quelle di partenza. Gli *inquinanti primari* sono quelli che si ritrovano nell'atmosfera nella forma in cui sono emessi; tra questi menzioniamo a titolo di esempio il monossido di carbonio (CO) e il benzene (C_6H_6). Gli *inquinanti secondari* sono quelle sostanze che si formano in atmosfera a partire da inquinanti primari detti, in questo caso, precursori degli inquinanti secondari; tra gli inquinanti secondari quelli più critici nelle città italiane sono il biossido di azoto (NO_2) e la componente secondaria del particolato (PM). Il particolato che si rileva in atmosfera è infatti la combinazione di PM primario e di PM secondario. Un caso particolare è l'ozono (O_3) che inquina la bassa atmosfera (denominata troposfera, da cui il termine ozono troposferico): esso non viene emesso tal quale da alcuna sorgente emissiva antropica, ma si forma in atmosfera a partire dagli ossidi di azoto (NO_x) e dai composti organici volatili (COV – inquinanti per lo più di origine antropica) in presenza di radiazione solare (ciclo fotochimico dell'ozono).

È chiaro quindi che, per il controllo degli inquinanti primari, le azioni da mettere in campo possono essere diverse da quelle necessarie per il contenimento degli inquinanti secondari. Nel primo caso infatti a una riduzione delle emissioni corrisponde una riduzione proporzionale dei livelli di concentrazione della specie considerate. Nel secondo caso invece è molto più difficile individuare le misure più efficaci: non è infatti certo che riducendo le emissioni dei precursori si ottenga una corrispondente riduzione nelle concentrazioni degli inquinanti secondari.

I fenomeni a scala globale si dispiegano su una scala spaziale che coinvolge l'intera atmosfera terrestre e riguarda i composti che ne determinano alte-



razioni permanenti. Un fenomeno globale è l'assottigliamento dello strato di ozono dell'alta atmosfera (ozono stratosferico, che contrariamente all'ozono troposferico si trova naturalmente nella stratosfera e ha l'effetto benefico di bloccare le radiazioni solari ultraviolette considerate pericolose per la salute umana) a causa dell'emissione di clorofluorocarburi (CFC), composti sintetizzati per la prima volta negli anni '30 del secolo scorso e utilizzati come fluidi refrigeranti fino a quando non sono stati banditi dal protocollo di Montreal del 1990.

Un altro fenomeno globale è il cambiamento del clima indotto dall'emissione di sostanze gassose denominate *gas a effetto serra* che tendono a trattenere la radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre con un effetto riscaldante, le principali sono l'anidride carbonica (CO_2), il metano (CH_4), il protossido di azoto (N_2O), i CFC e l'ozono troposferico. È interessante notare il duplice ruolo giocato dal vapore acqueo: da una parte è un gas serra, anzi il principale gas serra (senza la sua presenza la temperatura sulla terra sarebbe drammaticamente più bassa), dall'altra le nubi tendono a diminuire la quantità di energia radiante assorbita dalla superficie del pianeta. Un'influenza sul clima è dovuta anche al particolato (non solo quello di origine antropica ma anche quello di origine naturale, per esempio emesso durante le eruzioni vulcaniche) che in parte favorisce la dispersione nello spazio della radiazione solare che altrimenti raggiungerebbe la superficie terrestre e in parte (soprattutto il black carbon) la assorbe. Inoltre il particolato è un'importante fonte di nuclei di condensazione delle nubi.

La scala emisferica/transfrontaliera dell'inquinamento atmosferico si determina a partire dalle emissioni in aria ambiente di specie inquinanti suscettibili di trasformarsi (ad esempio i composti dello zolfo, i composti dell'azoto, i composti organici volatili) per dare origine a inquinanti secondari oppure di specie particolarmente stabili (quali ad esempio: metalli pesanti e composti organici persistenti). Questi inquinanti, dopo essere stati rilasciati in atmosfera, a causa del movimento delle masse d'aria, vengono trasportati anche per centinaia e migliaia di chilometri per deporsi, nella forma in cui sono state emessi o nei prodotti di trasformazione, sul suolo, sulle acque, sulla vegetazione, sui manufatti, spesso di paesi diversi da quelli in cui sono state emesse provocando effetti dannosi sull'ambiente e sull'uomo.

A livello nazionale, l'inquinamento dell'aria in Italia è attualmente caratterizzato principalmente dagli inquinanti a totale o parziale carattere secondario come l'ozono, il particolato, il biossido di

azoto. La natura secondaria di questi inquinanti ne determina l'accumulo in regioni diverse da quelle in cui sono stati emessi, anche molto distanti (fino all'ordine delle centinaia di chilometri) dalle fonti di emissione; di conseguenza perché le misure di contenimento delle concentrazioni a livelli inferiori rispetto a quelli stabiliti dalla normativa per la tutela della salute delle persone siano efficaci, è necessario che abbiano un carattere sovra-regionale e/o nazionale. La presenza in atmosfera di questi inquinanti deriva dall'emissione di particolato, ossidi di azoto, composti organici volatili che vengono emessi soprattutto da traffico veicolare, attività industriali e, nel periodo invernale, riscaldamento domestico, più l'ammoniaca che viene emessa prevalentemente dal settore agricolo ed è rilevante per la componente secondaria del particolato. Per quanto detto sopra misure a carattere locale e temporanee come i blocchi del traffico o le targhe alterne hanno effetti limitati.

I fenomeni locali si esplicano in tempi brevi – fino a qualche ora – e sono caratteristici degli inquinanti primari come il benzene e il monossido di carbonio ad esempio in un canyon urbano trafficato. Condizioni atmosferiche sfavorevoli alla dispersione favoriscono inoltre l'accumulo anche di inquinanti secondari. Si tratta quindi di problematiche tipiche delle aree urbane.

Anche negli ambienti di vita (casa, ufficio, scuola, etc.) gli inquinanti atmosferici provenienti dall'aria esterna o emessi da sorgenti interne possono accumularsi fino ad arrivare a concentrazioni elevate esponendo l'uomo a effetti non trascurabili sulla salute: in questo caso si parla di inquinamento atmosferico indoor.

Scala globale: cambiamenti climatici, ozono stratosferico

Secondo le indicazioni più aggiornate contenute nel 5° Rapporto di Valutazione, pubblicato dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (Ipcc) nel marzo 2013, il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile e, a partire dagli anni '50, molti dei cambiamenti osservati sono senza precedenti nei decenni a millenni passati. L'atmosfera e l'oceano si sono riscaldati, le quantità di neve e ghiaccio sono diminuite, il livello del mare è aumentato, e le concentrazioni di gas a effetto serra sono aumentate.

Temperatura: gli ultimi tre decenni sono stati i più caldi dal 1850, l'anno nel quale sono iniziate le misure termometriche a livello globale. L'ultimo decennio è stato il più caldo. In base alle analisi dei

record paleoclimatici, il periodo 1983–2012 è stato il periodo di 30 anni più caldo degli ultimi 1400 anni. Stimando la tendenza lineare, la temperatura media globale alla superficie terrestre è aumentata di $0,85^{\circ}\text{C}$ (all'interno di un *range* tra $0,65 - 1,08^{\circ}\text{C}$) nel periodo 1880–2012. L'aumento totale della temperatura media globale tra la media del periodo 1850-1900 e quella del periodo 2003-2012 è di $0,78^{\circ}\text{C}$ ($0,72 - 0,85^{\circ}\text{C}$).

Precipitazione: nelle terre emerse alle medie latitudini, la precipitazione è aumentata dal 1901 e in particolare dal 1951. Nelle altre aree del pianeta, invece, i dati di precipitazione non sono sufficienti o non sono disponibili per una valutazione dei cambiamenti a lungo termine.

Eventi estremi: dal 1950 sono stati osservati cambiamenti negli eventi estremi meteorologici e climatici:

- a livello globale, il numero di giorni e notti fredde è diminuito e il numero di giorni e notte calde è aumentato;
- la frequenza di ondate di calore è aumentata in vaste aree dell'Europa, Asia e Australia;
- ci sono più terre emerse con un aumento del numero di eventi di intensa precipitazione che con una diminuzione del loro numero;
- in Europa e Nord America la frequenza e l'intensità degli eventi di forte precipitazione sono aumentate.

Oceani: tra il 1971 e il 2010, gli oceani hanno accumulato più del 90% dell'aumento dell'energia all'interno del sistema climatico: in questo periodo, il riscaldamento degli strati superficiali dell'oceano (0-700 m) è stato più evidente rispetto al passato, superando $0,11^{\circ}\text{C}/\text{decennio}$ (tra $0,09$ e $0,13$) nei primi 75 m. Il riscaldamento è però probabile anche per gli strati più profondi, tra i 700 m e i 2000 m e perfino oltre i 3000 m, con valori maggiori nell'emisfero sud.

Criosfera: la massa delle calotte glaciali in Groenlandia e Antartide si è ridotta negli ultimi due decenni, i ghiacciai si sono ristretti quasi in tutto il pianeta, mentre la banchisa artica e le coperture nevose primaverili dell'emisfero settentrionale hanno continuato a ridursi di superficie.

Livello del mare: nel periodo tra il 1901 e il 2010, il livello globale medio del mare è cresciuto di $0,19$ m ($0,17 - 0,21$ m). Sulla base di ricostruzioni paleoclimatiche, si può concludere che, a partire dalla metà del 19° secolo, il tasso di crescita è stato superiore a quello dei due millenni passati, e pari a $1,7$ mm/anno nel periodo 1901-2010 e a $3,2$ mm/anno nel periodo 1993-2010.

Gas serra e aerosol: le concentrazioni atmosferiche globali di tutti i gas-serra, e quindi non solo dell'anidride carbonica (CO_2), ma anche del metano (CH_4)

e del protossido di azoto (N_2O) sono maggiori di quelle misurate nei carotaggi di ghiaccio negli ultimi 800.000 anni: se quelle di CO_2 sono aumentate del 40% rispetto al 1750, quelle di CH_4 sono aumentate del 150% e quelle di N_2O del 20%. Dal 1750 al 2011 le emissioni di CO_2 , provocate dall'uso dei combustibili fossili e dalla produzione di cemento, sono state pari a 365 miliardi di tonnellate di carbonio, mentre la deforestazione e altri cambi di uso del territorio hanno rilasciato in atmosfera 180 miliardi di tonnellate di carbonio. Le emissioni cumulative antropogeniche sono quindi di 545 miliardi di tonnellate di carbonio, delle quali 240 si sono stoccate nell'atmosfera 155 negli oceani e 150 negli ecosistemi naturali terrestri.

L'assorbimento oceanico della CO_2 di origine antropogenica provoca acidificazione oceanica; il pH marino è diminuito di 0,1 dall'inizio dell'era industriale, causando un aumento del 26% nell'acidificazione oceanica.

Secondo il 5° Rapporto di Valutazione dell'Ipcc, più della metà dell'aumento osservato della temperatura superficiale dal 1951 al 2010 è stato provocato dall'effetto antropogenico sul clima (emissioni di gas-serra, aerosol e cambi di uso del suolo). Questo effetto antropogenico è confermato in maniera più dettagliata rispetto al 4° Rapporto di Valutazione, mediante la stima del forzante radiativo (la perturbazione del bilancio energetico planetario) di ogni possibile driver dei cambiamenti climatici. I risultati mostrano che il forzante radiativo totale causato da attività antropogeniche è positivo ed è $2,29 \text{ W}/\text{m}^2$ nel periodo 1750 – 2011, molto più grande quindi di quello causato dalla attività solare nel medesimo periodo ($0,05 \text{ W}/\text{m}^2$).

I futuri cambiamenti climatici globali e regionali

Le emissioni di gas serra che continuano a crescere provocheranno un ulteriore riscaldamento nel sistema climatico. Il riscaldamento causerà cambiamenti nella temperatura dell'aria, degli oceani, nel ciclo dell'acqua, nel livello dei mari, nella criosfera, in alcuni eventi estremi e nella acidificazione oceanica. Molti di questi cambiamenti persisteranno per molti secoli.

Temperatura: l'aumento della temperatura media globale alla superficie per il periodo 2016–2035 *probabilmente* sarà nel range di $0,3^{\circ}\text{C} - 0,7^{\circ}\text{C}$ per tutti i quattro scenari considerati dall'Ipcc. E' *molto probabile* che le ondate di calore si verificheranno con maggior frequenza e durata.

Le proiezioni climatiche, infatti, mostrano che



entro la fine di questo secolo la temperatura globale superficiale del nostro pianeta raggiungerà probabilmente 1,5°C oltre il livello del periodo 1850 – 1900: questo è infatti il livello minimo dell'aumento di temperatura secondo tre dei quattro scenari presi in esame dall'Ipcc. Senza serie iniziative mirate alla mitigazione e alla riduzione delle emissioni globali di gas serra, l'incremento della temperatura media globale rispetto al livello preindustriale potrà superare i 2°C e arrivare anche oltre i 5°C. Il riscaldamento sarà più accentuato nelle aree subtropicali e tropicali del pianeta.

Livello del mare: il livello globale medio del mare continuerà a crescere durante il XXI secolo: queste proiezioni sono considerate più adeguate dalla comunità scientifica rispetto a quelle presentate nel 4° Rapporto di Valutazione perché riproducono meglio le osservazioni e includono la dinamica rapida di fusione delle calotte glaciali (ice-sheet rapid dynamical changes). L'innalzamento del livello medio globale marino per il 2100 potrà variare tra un minimo di 0,26 m e un massimo di 0,82 m, in relazione allo scenario considerato. In queste proiezioni di innalzamento del livello medio marino, l'espansione termica vale per il 30 - 55% e la fusione dei ghiacciai per il 15 - 35%.

Precipitazioni: la precipitazione media diminuirà in molte aree aride alle medie latitudini e in molte aree aride subtropicali, mentre nelle aree umide alle medie latitudini aumenterà entro la fine di questo secolo.

Eventi estremi: con l'aumento della temperatura media globale, entro la fine di questo secolo gli eventi estremi di precipitazione diventeranno più intensi e più frequenti nella maggior parte delle terre emerse alle medie latitudini e nelle aree umide tropicali.

Oceani: secondo tutti i quattro scenari, gli oceani continueranno a riscaldarsi per secoli, a causa della loro inerzia termica, anche se le emissioni di gas serra diminuiranno o le concentrazioni di gas serra rimarranno costanti.

Criosfera: la banchisa artica continuerà a ridursi e ad assottigliarsi nel corso del secolo e anche la copertura nevosa nell'emisfero settentrionale continuerà a diminuire con l'aumento della temperatura media globale. Anche la copertura di permafrost nelle alte latitudini si ridurrà con l'aumento delle temperature. Il volume dei ghiacciai diminuirà in tutti gli scenari. L'assorbimento di carbonio da parte degli oceani causerà un aumento dell'acidificazione oceanica.

Gas serra e aerosol: al fine di limitare l'entità di questi impatti, le emissioni di CO₂ e degli altri gas serra devono essere ridotte in maniera sostanziale. Limi-

tare il riscaldamento globale causato dalle emissioni antropogeniche di CO₂ a meno di 2°C rispetto ai livelli preindustriali richiederà che le emissioni cumulative di CO₂ di tutte le sorgenti antropogeniche rimangano al di sotto i 1000 GtC.

545 GtC sono già state emesse entro il 2011.

Alle proprietà radiative dell'atmosfera è legato anche il fenomeno dell'impoverimento dello strato di ozono stratosferico, messo in evidenza dalle ricerche effettuate a partire dai primi anni '70.

La radiazione ultravioletta solare crea uno strato di ozono nell'atmosfera, che a sua volta assorbe completamente la frazione di questa radiazione con maggiore energia. Questo processo riscalda la stratosfera tra 15 e 50 km di altezza, e protegge le attività biologiche alla superficie terrestre da queste radiazioni dannose.

La principale causa di variazione di origine naturale dell'ozono stratosferico è legata all'attività solare e in particolare alle macchie solari, alle variazioni del vento solare e soprattutto alle variazioni del flusso solare incidente sull'alta atmosfera terrestre. Altre cause sono legate ad anomalie meteorologiche e alle interazioni energetiche tra stratosfera e troposfera.

Si tratta, comunque, di cause naturali che però non spiegano la diminuzione marcata e accelerata di ozono stratosferico osservata negli ultimi decenni in particolare sulla stratosfera antartica, dove il fenomeno è particolarmente vistoso sul finire dell'inverno australe a settembre. La diminuzione dell'ozono stratosferico comporta una riduzione dell'azione filtrante che esso normalmente esercita nei confronti delle radiazioni solari ultraviolette, considerate potenzialmente pericolose per la salute umana. Inoltre, poiché l'ozono è un gas capace di trattenere la radiazione infrarossa, la diminuzione di ozono stratosferico provoca un minore assorbimento di energia termica e contribuisce, quindi, al raffreddamento della stratosfera. Il raffreddamento della stratosfera, a sua volta, oltre che essere un effetto è anche causa del riscaldamento dei bassi strati dell'atmosfera.

Nell'ultimo mezzo secolo, sono stati evidenziati i meccanismi chimici che operano all'interno dello strato di ozono, che comprendono reazioni a catena catalitiche molto efficienti che coinvolgono le diverse specie chimiche. Le crescenti emissioni di clorofluorocarburi, molecole sintetiche, provocano un deterioramento significativo del contenuto di ozono della stratosfera, con il risultato che più radiazione solare ultravioletta raggiunge la superficie. L'ulteriore produzione di clorofluorocarburi è stata vietata dalla revisione del 1992 del Protocollo di Montreal delle Nazioni Unite, del 1987. Misurazioni atmosferiche

riche hanno confermato che il Protocollo ha avuto molto successo nel ridurre ulteriormente le emissioni di queste molecole. Il ritorno della stratosfera alle concentrazioni di ozono del 1950 avverrà però lentamente nel resto del XXI secolo, a causa della lunga durata delle molecole delle specie chimiche precursori.

Inquinamento transfrontaliero/emisferico

La problematica dell'inquinamento transfrontaliero ha cominciato ad assumere peso fin dagli anni '60 quando per la prima volta sono stati collegati i danni provocati dal fenomeno dell'acidificazione, riscontrati in alcuni laghi scandinavi, con le emissioni di ossidi di zolfo provenienti dall'Europa continentale. La percezione dell'estensione spaziale dei fenomeni di inquinamento atmosferico ha reso indispensabile la cooperazione internazionale al fine di affrontare efficacemente il problema. Tale cooperazione prese le mosse nel 1972, anno della prima conferenza mondiale sull'ambiente organizzata dall'Onu, in cui la Svezia ha presentato un rapporto sull'acidificazione nel quale viene posta l'enfasi sulla natura transfrontaliera del problema, rapporto accolto freddamente da molti Paesi, restii ad ammettere che le loro emissioni in atmosfera causassero danni in altri Paesi. La conferma della natura transfrontaliera dell'inquinamento da composti dello zolfo arriva nel 1977 quando viene pubblicato un rapporto Ocse (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico che

comprende i principali Paesi industrializzati) su uno studio iniziato nel 1972, che evolverà poi nel Programma cooperativo per il monitoraggio e la valutazione dell'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza in Europa (EMEP). Come risultato si ebbe l'introduzione del primo strumento giuridico internazionale vincolante volto ad affrontare i problemi correlati all'inquinamento atmosferico in modo congiunto. Per proteggere l'ambiente e la salute dell'uomo dall'azione transfrontaliera dei vari inquinanti chimici, i paesi membri dell'Unece (United Nations Economic Commission for Europe) hanno così firmato a Ginevra il 13 novembre 1979, e entrerà poi in vigore il 16 marzo 1983, la Convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza (CLRTAP - Convention on Long-range Transboundary Air Pollution), che ha dato vita a impegni a livello internazionale di riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici attraverso l'adozione di otto specifici Protocolli (vedi Box 1). La CLRTAP, che copre attualmente 51 parti in Europa e il Nord America, prevede lo sviluppo di politiche e strategie per tagliare le emissioni degli inquinanti atmosferici attraverso impegni al controllo delle emissioni stesse, scambi di informazioni, ricerca e monitoraggio. Il primo dei protocolli attuativi della Convenzione di Ginevra, che ha come obiettivo la riduzione delle emissioni e dei flussi transfrontalieri di inquinanti da parte dei Paesi che vi aderiscono, è il protocollo di Helsinki del 1985, sostituito poi dal protocollo di Oslo del 1994, che riguarda la riduzione delle emissioni di zolfo di almeno il 30% al 1993 rispetto al 1980.

Convenzione Unece su inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza - Firmata a Ginevra il 13 novembre 1979, ratificata dall'Italia con Legge 27 aprile 1982, n. 289

- Protocollo per il finanziamento a lungo termine del programma EMEP Ginevra 198428/01/198845 Parti12/01/1989
- Protocollo per il controllo delle emissioni di zolfo Helsinki 198502/09/198725 Parti05/02/1990
- Protocollo sul controllo delle emissioni degli ossidi di azoto Sofia 198814/02/199135 Parti19/05/1992
- Protocollo sul controllo delle emissioni di composti organici volatili non metanici Ginevra 199129/09/199724 Parti30/06/1995
- Protocollo per una ulteriore riduzione delle emissioni di zolfo Oslo 199405/08/199829 Parti14/09/1998
- Protocollo per il controllo delle emissioni di metalli pesanti Aarhus 199829/12/200333 Partinon ratificato
- Protocollo per il controllo delle emissioni di composti organici persistenti Aarhus 199823/10/200333 Parti20/06/2006
- Protocollo per la riduzione di acidificazione, eutrofizzazione e ozono a livello del suolo Gothenburg 199917/05/200525 Parti non ratificato.



Dopo il protocollo sulle emissioni di zolfo volto soprattutto alla riduzione del fenomeno dell'acidificazione, nel periodo che va dalla seconda metà degli anni '80 fino a tutti gli anni '90, seguono una serie di protocolli successivi che si propongono di fronteggiare gli altri problemi transfrontalieri che nel frattempo erano emersi: lo smog fotochimico, i metalli pesanti e gli inquinanti organici persistenti.

Il termine smog fotochimico indica un particolare tipo di inquinamento dell'aria che si produce in giornate caratterizzate da condizioni meteorologiche stabili (vedi par. 6.1) e forte insolazione. Gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (COV) reagiscono in atmosfera attraverso un complesso sistema di reazioni fotochimiche indotte dalla radiazione solare formando ozono (O_3), perossiacetilnitrito (PAN), perossibenzoilnitrito (PBN), aldeidi e numerose altre sostanze.

I metalli pesanti sono sostanze con una densità maggiore di 4,5 grammi per centimetro cubo; esempi di metalli pesanti sono arsenico, cadmio, nichel, piombo e mercurio. Gli inquinanti organici persistenti (POPs) sono sostanze organiche tossiche e persistenti, che tendono ad accumularsi negli organismi viventi e causano effetti negativi alla salute umana e all'ambiente, come per esempio il DDT, gli idrocarburi policiclici aromatici, le diossine. Sia i metalli pesanti che gli inquinanti organici persistenti in atmosfera si trovano prevalentemente nel particolato. Avendo riconosciuto che l'inquinamento da particolato – soprattutto da particolato fine – è un fenomeno che interessa scale spaziali di centinaia e migliaia di chilometri, tanto che si parla addirittura di inquinamento emisferico (vedi paragrafo successivo), sono stati predisposti e sottoscritti il protocollo di Aarhus del 1998 per il controllo delle emissioni di metalli pesanti e POPs. L'ultimo dei protocolli attuativi della CLRTAP è stato firmato il 30 novembre 1999 a Gothenburg (Svezia) ed è entrato in vigore nel Maggio 2005 con l'obiettivo di ridurre le problematiche legate all'acidificazione, all'eutrofizzazione e all'ozono troposferico fissando degli obiettivi di riduzione delle emissioni di ossidi di zolfo (SO_2), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili (COV) e ammoniaca (NH_3) al 2010 e da non superare nel prosieguo. Tale era la portata di questo protocollo che a livello europeo si è deciso di adottare una Direttiva che obbligasse i Paesi Membri a ridurre le proprie emissioni. Nel 2001 entra così in vigore la direttiva 2001/81/EC relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici (Direttiva NEC - National Emission Ceilings) recepita in Italia dal Decreto Legislativo n. 171/2004. L'accordo tra i limiti proposti dal protocollo e dalla direttiva per l'Italia è pressoché totale (si confronti Tabella 6.1).

Tabella 6.1 - Obiettivi di riduzione delle emissioni per l'Italia

Inquinante	Limiti anno 2010 (kt)		Riduzione emissioni 2020 rispetto al 2005 (%)
	Protocollo Gothenburg 1999	NEC (2001/81/CE)	Protocollo Gothenburg 2012
SO_2	500	475	35%
NO_x	1000	990	40%
COV	1159	1159	35%
NH_3	419	419	5%
$\text{PM}_{2.5}$			10%

Nel 2009 tale protocollo ha subito un lungo processo di revisione conclusosi nel maggio 2012 con l'adozione di nuovi obiettivi di riduzione delle emissioni da raggiungere e mantenere dal 2020 in poi.

Importanti novità del protocollo rivisto sono l'introduzione di un obbligo di riduzione delle emissioni in termini percentuali fra l'anno base 2005 e il 2020, l'introduzione di un tetto alle emissioni di particolato fine ($\text{PM}_{2.5}$), e l'inserimento del monitoraggio del cosiddetto black carbon, pigmento prodotto dalla combustione incompleta di prodotti petroliferi pesanti (principalmente carbone fossile e catrame), soprattutto in virtù delle sue caratteristiche climalteranti. Per quanto riguarda l'Italia, i limiti di riduzione delle emissioni previsti al 2020 rispetto al 2005 sono del 35% per SO_2 , 40% per NO_x , 10% per $\text{PM}_{2.5}$, 35% per COV e 5% per NH_3 (vedi tab. 6.1). Queste limitazioni sono state negoziate sulla base di valutazioni scientifiche degli effetti dell'inquinamento e sulle opzioni di abbattimento, senza trascurare l'impatto economico delle maggiori restrizioni. Una volta che obblighi di riduzione delle emissioni nazionali saranno implementati al 2020 il protocollo di revisione dovrebbe tradursi in significative riduzioni nelle conseguenze sulla salute umana dovute agli inquinanti atmosferici, nonché maggiori benefici per l'ambiente nel suo complesso. È pur vero che, nonostante i nuovi target fissati dal Protocollo, quest'ultimo sembrerebbe ancora lungi dall'essere sufficiente per proteggere adeguatamente la salute e l'ambiente⁴. Molti gruppi ambientalisti hanno infatti caratterizzato il nuovo protocollo come una *opportunità mancata*. Il protocollo nella sua nuova versione può pertanto certamente contribuire ad alcuni miglioramenti, ma se non si agisce ulteriormente e con interventi mirati ed efficaci molti dei problemi sopra menzionati potranno ancora permanere nel 2020.

⁴ Amann M., Bertok I., Borken-Kleefeld J., Cofala J., Heyes C., Hoeglund-Isaksson L., Klimont Z., Rafaj P., Schoepp W., Wagner F., (2012), *Environmental improvements of the 2012 revision of the Gothenburg Protocol*, CIAM Report 1/2012, Version 1.1, CIAM & IIASA

Inquinamento emisferico

Sebbene gli inquinanti atmosferici siano emessi a livello locale e regionale, alcuni di questi hanno la capacità di essere trasportati su scala globale o emisferica. In particolare è stato riconosciuto che mentre le attuali emissioni regionali da sole comportino livelli di inquinamento che superano gli obiettivi di qualità dell'aria concordate a livello nazionale e/o comunitario, il trasporto emisferico potrebbe esacerbare i problemi di qualità dell'aria a livello sia locale che regionale. Al fine di ottenere una migliore comprensione del trasporto intercontinentale dell'inquinamento dell'aria nell'emisfero settentrionale, l'organo esecutivo della convenzione Unesco sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (convenzione LRTAP) ha istituito nel Dicembre del 2004 la Task Force sul trasporto emisferico dell'inquinamento atmosferico (HTAP – Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution). Sebbene la Task Force sia guidata da Unione Europea e Stati Uniti, la partecipazione è aperta a tutti gli esperti interessati. Le autorità nazionali (sia all'interno che all'esterno della Unesco), così come le organizzazioni intergovernative e quelle non governative accreditate, sono incoraggiate a nominare un esperto come focal point nazionale o organizzativo. La Task Force funge da forum per la comunicazione e la collaborazione scientifica internazionale oltre che da ponte tra la comunità di ricerca internazionale e la comunità politica internazionale. Per meglio focalizzare il proprio lavoro, la Task Force ha identificato una serie di questioni scientifiche con rilevanza politica. Una delle principali questioni di interesse della Task Force riguarda i vantaggi della cooperazione internazionale per ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici. Nello specifico, le questioni di maggiore interesse, cui la Task Force si prefigge di dare delle risposte, sono le seguenti:

- Come la concentrazione (o la deposizione) di un inquinante atmosferico in una regione del mondo cambia in funzione di come cambiano le emissioni in altre regioni?
- Come le variazioni delle emissioni al di fuori di una regione influenzano gli impatti dell'inquinamento atmosferico sulla salute, sugli ecosistemi e sul clima all'interno di una data regione?
- Come la fattibilità di un ulteriore controllo delle emissioni differisce nelle varie regioni del mondo?

La Task Force sta lavorando per rispondere a queste domande attraverso report di valutazione periodici e attraverso la ricerca di nuove collaborazioni compiendo sforzi di analisi relativi alla modellazio-

ne regionale e globale, alle emissioni e alle loro proiezioni, nonché alle osservazioni sperimentali. Una prima valutazione completa sul trasporto intercontinentale dell'inquinamento dell'aria nell'emisfero settentrionale è stata prodotta dalla Task Force nel 2010 con la stesura di specifici report⁵ in cui viene descritto lo stato dell'arte della conoscenza relativa ai principali inquinanti soggetti a trasporto emisferico: Ozono e i suoi precursori, Particolato; Mercurio e Inquinanti Organici Persistenti (POP – Persistent Organic Pollutants). Per ciascuno di questi inquinanti, le diverse osservazioni sperimentali effettuate nel corso degli ultimi anni hanno fornito un'ampia evidenza tale per cui si può oggi asserire che il valore di concentrazione o di deposizione osservato in un dato luogo può essere pensato come somma di diverse frazioni, una delle quali è certamente legata al trasporto atmosferico intercontinentale. Le altre frazioni possono essere associate a fonti di emissione naturali o di origine antropica sia locali che regionali. Per quanto riguarda la scala intercontinentale o emisferica, la quantità di un inquinante emesso in un luogo e la frazione di questo che raggiunge una specifica destinazione finale, dipende da tre fattori:

- la quantità di inquinante emesso o prodotto alla fonte;
- le condizioni meteorologiche che consentono il trasporto dell'inquinante da un continente all'altro;
- i processi di trasformazione chimico-fisica che modificano la quantità e la composizione dell'inquinante durante il trasporto intercontinentale.

Per quanto riguarda il primo punto si può asserire che molte delle fonti antropiche dei precursori di O₃ e PM e le emissioni di mercurio sono associate alla combustione di combustibili fossili o alla combustione della biomassa a cielo aperto, e di conseguenza, sono distribuite in modo simile. Molti POP, invece, sono pesticidi o sostanze chimiche industriali che hanno tipologie molto diverse di produzione e di utilizzo. Pertanto, l'importanza del loro trasporto intercontinentale è fortemente dipendente dal luogo dove tali prodotti chimici sono stati utilizzati in passato o dove sono ancora in uso. I processi di trasformazione chimico-fisici e di rimozione che interessano O₃ e PM e che avvengono durante il trasporto variano a seconda che l'aria inquinata venga trasportata nello strato limite atmosferico vicino alla superficie oppure innalzata sino alla parte centrale e superiore della troposfera. Il mercurio ed alcuni inquinanti organici persistenti

⁵ HTAP Assessment Report (2010), Par. A-B-C : *Ozone and Particulate; Mercury; Persistent Organic Pollutants*, United Nations Publications, ISSN 1014-4625



ti hanno invece in comune la capacità di circolare fra l'atmosfera e gli altri comparti ambientali (acqua, suolo, vegetazione, neve e ghiaccio) facendo sì che attraverso le relative re-emissioni tali inquinanti siano in grado di essere trasportati su distanze molto lunghe con diversi saltelli, che consistono in cicli ripetuti di trasporto, deposizione e volatilizzazione che, a sua volta, consente loro di ri-entrare nuovamente in atmosfera. Tale meccanismo consente ad inquinanti come appunto il mercurio e alcuni POP di raggiungere livelli elevati di concentrazione anche in zone remote, come le regioni polari, ben distanti

dalle sorgenti di emissione. Le varie evidenze scientifiche che hanno comprovato negli ultimi anni tali meccanismi hanno così rappresentato il pretesto per l'avvio di specifici forum intergovernativi atti a promuovere la cooperazione globale per ridurre le fonti di inquinanti organici persistenti e di mercurio (vedi Box 2 e 3⁶). Non vi è attualmente alcun accordo internazionale in vigore che disciplini invece i flussi globali o intercontinentali di O₃ e PM.

⁶ Driscoll, C., Mason, R.P., Chan, H.M., Jacob, D.J., Pirrone, N. (2013), *Mercury as a Global Pollutant: Sources, Pathways, and Effects*, Environmental Science & Technology, Vol. 47, pp.4967-4983

POPs (Inquinanti Organici Persistenti)

La Comunità europea ha firmato, nel giugno 1998, il Protocollo di Aarhus sugli inquinanti organici persistenti (sotto l'egida della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite), nell'ambito della convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza (vedi Box1). L'obiettivo del protocollo è di limitare, ridurre o eliminare gli scarichi, le emissioni e le fuoriuscite di inquinanti organici persistenti che hanno effetti nocivi significativi sulla salute umana o sull'ambiente a causa del loro trasporto atmosferico transfrontaliero a grande distanza.

Nel 2001 è stata firmata la Convenzione ONU di Stoccolma sugli inquinanti organici che mira all'eliminazione (o perlomeno alla progressiva riduzione in condizioni di sicurezza) di 12 inquinanti organici persistenti considerati prioritari (aldrin, clordano, DDT, dieldrin, endrin, eptacloro, mirex, toxafene, bifenili policlorati (PCB), esaclorobenzene, diossine e furani). È entrata in vigore il 17 maggio 2004 ed hanno già aderito 150 paesi tra cui gli stati membri dell'Unione Europea.

Mercurio

Il 10 Ottobre 2013 è stata firmata la Convenzione di Minamata sul Mercurio, trattato globale che regolerà l'uso e il commercio di mercurio per prevenire forme di inquinamento derivanti da questa sostanza. Il trattato è stato adottato nell'ambito della conferenza internazionale organizzata dall'Unep, il Programma ambientale delle Nazioni Unite, nel sud-ovest del Giappone e a cui hanno partecipato circa 1.000 delegati provenienti da 140 Paesi, compreso l'Italia. Il trattato entrerà in vigore 90 giorni dopo la ratifica da parte di 50 Paesi.

La Convenzione prende il nome dalla città giapponese, Minamata, che fu vittima di un grave caso di inquinamento da mercurio e che dà anche il nome a una malattia neurologica, la Sindrome di Minamata, causata da intossicazione acuta da mercurio, scoperta appunto nella città della Prefettura di Kumamoto, nel 1956. A causarla, il rilascio di metilmercurio nelle acque reflue dell'industria chimica Chisso Corporation, che perdurò dal 1932 al 1968 che finì per accumularsi nei molluschi, nei crostacei e nei pesci della baia di Minamata e del mare di Shiranui, entrando nella catena alimentare e causando l'avvelenamento da mercurio degli abitanti del luogo.

Scala nazionale e locale, inquinanti primari e secondari

A livello nazionale, le serie storiche di lungo periodo reperite ed elaborate durante le attività della Commissione Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico (Cneia, 2006, Grafici 1 e 2) mostrano come in Italia a partire dagli anni '80 si sono perseguiti buoni risultati per la riduzione delle concentrazioni in aria ambiente di inquinanti quali biossido di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), benzene (C_6H_6). Questi inquinanti vengono chiamati *inquinanti primari*, perché si ritrovano in aria nella stessa forma in cui sono emessi, e il controllo dei loro livelli di concentrazione in atmosfera è diretto: basta agire sulle fonti per ridurre il rilascio in atmosfera di queste sostanze.

Nel caso del biossido di zolfo il risultato si è raggiunto utilizzando combustibili a basso e bassissimo tenore, o addirittura privi di zolfo (il gas naturale).

L'introduzione della benzina senza piombo ha ridotto le emissioni di piombo così come le marmitte catalitiche hanno ridotto le emissioni di monossido di carbonio e di benzene, e di conseguenza si è avuta una riduzione strutturale delle concentrazioni in aria per questi inquinanti.

Il discorso è completamente diverso per un'altra categoria di inquinanti dell'aria che comprende l'ozono (O_3), inquinante tuttora critico per le nostre città. In pratica non esistono sorgenti antropiche di emissione di O_3 : questo inquinante si forma interamente in atmosfera, o più precisamente nella bassa atmosfera⁷ a seguito di reazioni chimiche che avvengono principalmente tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili alla presenza di luce solare – e per questo si chiamano reazioni fotochimiche. Per questo motivo l'ozono viene denominato *inquinante secondario*, perché si forma interamente in atmosfera a partire da altre sostanze inquinanti dette *precursori* dell'ozono.

Il PM_{10} ⁸ è in un certo senso in una situazione intermedia tra il monossido di carbonio e l'ozono, ovvero tra gli inquinanti interamente primari e quel-

li interamente secondari: la sua presenza in aria è infatti dovuta a una *componente primaria*, che è quella che deriva dal rilascio in atmosfera di PM_{10} direttamente dalle fonti di emissione, più una *componente secondaria*, che si forma in atmosfera a seguito di processi chimici e fisici a partire dai precursori del PM_{10} : ossidi di azoto, biossido di zolfo, ammoniaca, composti organici volatili. Per il PM_{10} , che si rivela essere un inquinante molto critico in ragione degli alti livelli di concentrazione e dell'entità degli effetti negativi sulla salute⁹, è possibile affermare che le concentrazioni in massa nell'aria si sono ridotte notevolmente tra la fine degli anni '80 e gli inizi degli anni '90 grazie all'abbattimento delle emissioni di PM_{10} primario, per poi attestarsi su uno zoccolo duro di concentrazioni che, a quanto sembra, non si riesce a ridurre ulteriormente. Ora, questo zoccolo duro è dovuto per la maggior parte alla componente secondaria¹⁰.

Un altro inquinante attualmente critico è il biossido di azoto (NO_2) che si forma quasi interamente in atmosfera per ossidazione del monossido di azoto¹¹.

La difficoltà che attualmente si incontra nel ridurre le concentrazioni in aria di PM_{10} (e $\text{PM}_{2,5}$), O_3 e NO_2 deriva dal fatto che sono inquinanti in cui la *componente secondaria* è esclusiva (ozono) o preponderante (NO_2 e, nelle condizioni attuali, PM_{10}). La conseguenza è che le concentrazioni in aria di questi inquinanti non sono legate in maniera semplice alle fonti di emissione, ma sono mediate da una serie di processi chimici e fisici *non lineari*.

Le ricadute in termini di strategie di controllo delle concentrazioni in aria sono cruciali: se si riducono del 50% le emissioni di monossido di carbonio in una certa zona, nella stessa zona si avrà una riduzione delle concentrazioni in aria di questo inquinante della medesima entità. Lo stesso discorso non si può fare per ozono e PM_{10} : la loro presenza in atmosfera dipende da una molteplicità di *ingredienti*, i precursori: ossidi di azoto e composti organici volatili per l'ozono, ai quali si aggiungono gli ossidi di zolfo e l'ammoniaca per il PM_{10} ^{secondario}. Non è assolutamente detto che una riduzione delle emissioni di qualche precursore comporti riduzioni delle concentrazioni di ozono o PM_{10} ^{secondario} della stessa entità.

⁷ Si parla qui dell'ozono troposferico (cioè della bassa atmosfera) che è a tutti gli effetti un inquinante, e non dell'ozono stratosferico (ovvero della alta atmosfera) che è utilissimo in quanto scherma la terra dai raggi ultravioletti e il cui assottigliamento ha dato luogo al fenomeno noto come *buco dell'ozono*

⁸ Il PM_{10} è il particolato (PM , *particulate matter*) di dimensione (più correttamente *diametro aerodinamico*) inferiore ai 10 μm (micrometri: 1 μm è pari a un milionesimo di metro), così come il $\text{PM}_{2,5}$ è di dimensione inferiore ai 2,5 μm . Esistono da tempo valori limite di concentrazione in massa in aria ambiente per il PM_{10} . La Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, introduce soglie di concentrazione anche per il $\text{PM}_{2,5}$

⁹ L'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (IARC, International Agency for Research on Cancer) ha annunciato che l'inquinamento atmosferico, e il PM in particolare, è stato classificato cancerogeno per gli esseri umani (Gruppo 1) (IARC, 2013)

¹⁰ Billo, Grechi, Udisti, (2009), PASF – 2, *Particolato Atmosferico a Sesto F.no, PM10 e PM2.5*, Luglio 2005 – Marzo 2007. Relazione Finale Marzo 2009, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Chimica

¹¹ I processi di combustione che generano ossidi di azoto ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) emettono generalmente per il 90-95% monossido e per la restante quota biossido di azoto



Tra l'altro, la loro formazione avviene contemporaneamente ai processi di trasporto e dispersione in atmosfera dovuti al vento e alla turbolenza, per cui una caratteristica tipica dell'inquinamento da O_3 , NO_2 e PM_{10} è che l'area interessata è molto più estesa rispetto, per esempio, a quella impattata dall'inquinamento da monossido di carbonio.

Quanto detto fa capire perché provvedimenti a carattere locale, quali quelli che comunemente si prendono sul traffico o sugli impianti di riscaldamento nelle città, abbiano un'efficacia limitata.

Se si vuole combattere efficacemente le alte concentrazioni di PM_{10} e di O_3 , occorre:

1. individuare i *fattori limitanti*, ossia su quali precursori agire riducendone le emissioni per abbassare con profitto le concentrazioni O_3 e di PM_{10} (oltre naturalmente a ridurre le emissioni di PM_{10} primario che comunque sono tuttora significative);
2. agire a livello di area vasta, ad esempio l'intero bacino padano¹².

Finora, bisogna dirlo, si è andati avanti un po' *alla cieca*, tentando di ridurre le emissioni ma senza sapere su quali, fra gli inquinanti emessi dalle diverse attività (trasporti, usi civili, industria, agricoltura eccetera), sia necessario agire prioritariamente: i risultati, sotto gli occhi di tutti, sono il perdurare di concentrazioni in aria di PM_{10} al di sopra delle soglie stabilite dalla normativa.

Con la Direttiva Europea 2008/50/CE sulla qualità dell'aria si sono posti valori-soglia anche al $PM_{2,5}$.

A livello locale sono le aree urbane i luoghi dove più critici sono i problemi di qualità dell'aria. Inoltre vi è un'alterazione del microclima a causa dell'elevata densità di popolazione e conseguente eccesso di rilascio di calore rispetto alle zone rurali circostanti per le attività metaboliche, il riscaldamento/raffrescamento degli ambienti e i trasporti, cui si aggiunge una modificazione dell'albedo e del bilancio termico a causa della cementificazione e/o impermeabilizzazione di ampie porzioni del territorio urbano (*isola di calore urbana*).

Ancora, le nostre città sono caratterizzate da una congerie di altre formidabili pressioni ambientali quali congestione da traffico, elevata occupazione di suolo da parte di autoveicoli, presenza di grandi attrattori di traffico privato come centri commerciali e centri di svago, elevata contaminazione dei suoli,

¹² Uno studio modellistico condotto dall'Agenzia regionale prevenzione e ambiente dell'Emilia Romagna che ha considerato l'intero bacino padano mostra che se si *azzerassero le emissioni inquinanti di tutta l'Emilia Romagna* sul territorio della stessa regione la media diurna estiva dell'ozono rimarrebbe sostanzialmente invariata, e la media annuale del PM_{10} sempre sul territorio regionale dove, ripetiamo, le emissioni inquinanti sono azzerate, si ridurrebbe al massimo del 30-40%. Evidentemente il contributo maggiore alle concentrazioni di PM_{10} e ozono dell'Emilia Romagna proviene dalle aree esterne alla regione, M. Deserti et al., 2006.

elevati consumi di acqua e produzione di rifiuti, inquinamento acustico ed elettromagnetico¹³.

A tutto questo si aggiunge il fenomeno espansivo dell'urbanizzazione diffusa conosciuto come *sprawl* urbano. Le implicazioni di queste dinamiche espansive sono molto pesanti in termini di consumi di suoli agricoli e aree boschive, e di mobilità; per quanto riguarda quest'ultimo aspetto una indagine sul fenomeno del pendolarismo registra che i pendolari italiani sono più di 13 milioni, cresciuti fra il 2001 e il 2007 del 36%. Predominante è il ruolo dell'auto privata, usata da più del 70% dei pendolari, prevalentemente da sola e marginalmente in combinazione con altri mezzi di trasporto¹⁴.

Da qualche anno crescente attenzione si sta prestando alle particelle *ultrafini* o *nanoparticelle*; con questi termini in genere si intende designare le particelle di dimensioni inferiori a 100 nm¹⁵.

In termini di massa le particelle ultrafini contribuiscono pochissimo al PM_{10} e al $PM_{2,5}$ mentre invece in termini di numero esse sopravanzano di gran lunga le particelle di dimensioni maggiori.

La considerazione delle particelle ultrafini rimette in discussione le modalità di misura del particolato in atmosfera: finora infatti la presenza delle particelle in atmosfera si misura come concentrazione in massa¹⁶, e anche i valori limite in aria ambiente di PM_{10} e $PM_{2,5}$ previsti dalla normativa sono espressi in microgrammi di particolato per metro cubo di aria. Per valutare in maniera appropriata la presenza delle particelle ultrafini è invece necessario *contare* le particelle presenti nell'aria, per cui si parla di numero di particelle per centimetro cubo di aria.

L'interesse per le particelle ultrafini nasce dal fatto che queste, a causa delle loro ridottissime dimensioni, mostrano proprietà peculiari, radicalmente differenti dalle particelle di maggiori dimensioni, essenzialmente in virtù del *maggior rapporto superficie/volume* delle particelle ultrafini rispetto a quelle più grandi (Grafico 6.1 e 6.2).

Se da una parte queste straordinarie peculiarità delle particelle ultrafini hanno consentito la nascita di un settore tecnologico tuttora in rapida evoluzione, quello delle cosiddette *nanotecnologie*, dall'altro ciò ha indotto a preoccuparsi anche dei possibili effetti sulla salute delle nanoparticelle in quanto si è visto che alcune possono attraversare le diverse barriere protettive degli organismi viventi.

¹³ IX Rapporto Ispra, (2013), *Qualità dell'ambiente urbano*

¹⁴ Ministero dei Trasporti-CENSIS, (2007), *Indagine sul fenomeno del pendolarismo: gli scenari e le strategie*

¹⁵ nanometri, 1 nanometro è un miliardesimo di metro.

¹⁶ In realtà la determinazione in massa del particolato è una misura molto grossolana per un inquinante così complesso, e peraltro non esente da notevoli complicazioni a paragone degli inquinanti gassosi

Grafico 6.1 - Concentrazione media annua di biossido di zolfo nella stazione di Juvara di Milano

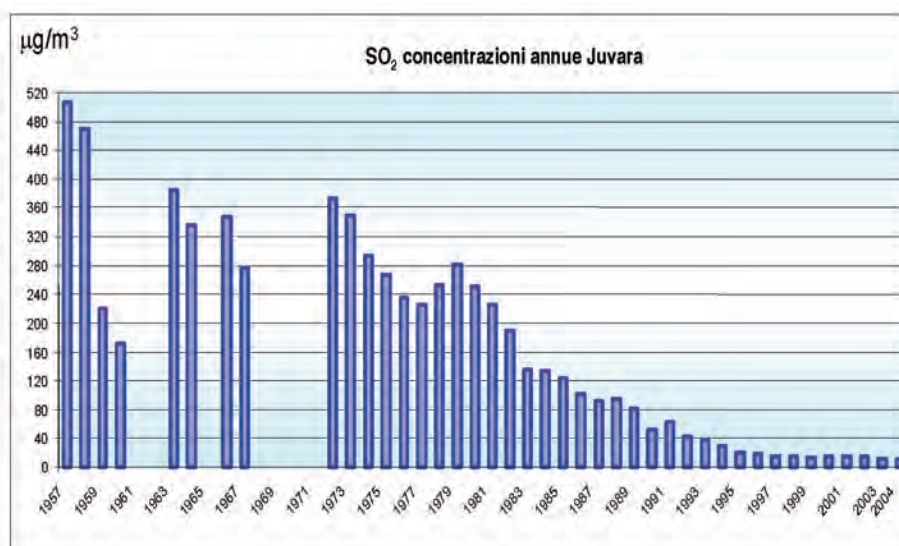
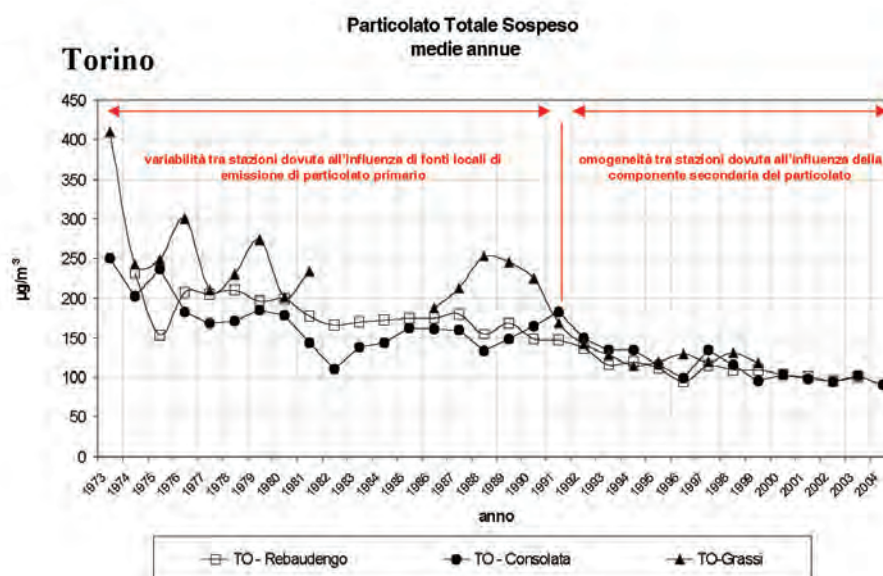


Grafico 6.2 - Concentrazione media annua di particolato sospeso totale a Torino



Inquinamento indoor

Già alla fine degli anni '80 l'U.S. Epa (*United States Environmental Protection Agency*) poneva attenzione al fatto che la popolazione statunitense trascorrevva gran parte del proprio tempo – circa il 90% - in ambienti chiusi (*indoor*)¹⁷. Da allora sono stati condotti studi successivi, sia in Nord America che in Euro-

pa¹⁸, che hanno confermato il dato. Anche in Italia sono state effettuate ricerche mirate all'acquisizione di informazioni sugli stili di vita relativamente alla

¹⁷ U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation (1989). *Report to Congress on Indoor Air Quality*, Volume II: *Assessment and Control of Indoor Air Pollution*, pp. I, 4-14. EPA 400-1-89-001C

¹⁸ Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, et al. (2001), *The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants*. *J Expo Anal Environ Epidemiol*;11:231-52

Künzli N, Oglesby, L., (1997) *Air Pollution Exposure Distributions of Adult Urban Populations in Europe EXPOLIS*, Intermediate Scientific Report for the Federal Office for Education and Sciences (BBW), Basel, Switzerland, July

Leech JA, Nelson WC, Burnett RT, et al. (2002), *It's about time: a comparison of Canadian and American time-activity patterns*. *J Expos Anal Environ Epidemiol*;12:427-32



popolazione residente in aree urbane¹⁹, arrivando a risultati confrontabili con quelli nord americani ed europei.

La considerazione che la popolazione, soprattutto nelle aree urbane, trascorre la maggior parte del tempo in ambienti chiusi ha indotto la comunità scientifica internazionale ad interrogarsi sull'importanza della qualità dell'aria negli ambienti indoor. Mentre da diverso tempo si è sviluppata una forte attenzione per l'inquinamento atmosferico dell'aria ambiente (*outdoor*) che ha portato all'emanazione di idonee misure volte alla riduzione di alcuni contaminanti nell'ambiente atmosferico, nel caso dell'ambiente indoor non c'è una diffusa consapevolezza che pure i luoghi di vita e di lavoro non industriali possono costituire ambienti insalubri. Le diverse abitudini e attività degli occupanti, la ventilazione, la penetrazione di inquinanti provenienti dall'aria esterna, oltre che la presenza di fonti interne di inquinamento, sono tutti fattori che possono influire sulla qualità dell'aria indoor.

Inquinanti e fonti di inquinamento

Gli *inquinanti indoor* sono numerosi e possono essere originati da diverse *fonti*. La concentrazione può variare nel tempo e dipende dalla natura della fonte stessa, dalla temperatura, dalla ventilazione, dalle abitudini e dalle attività svolte dagli occupanti negli ambienti interessati.

La composizione dell'aria all'interno degli ambienti di vita e di lavoro è spesso caratterizzata da una miscela di composti molto variabile rispetto a quanto riscontrabile nell'aria atmosferica esterna. A volte si registrano valori di concentrazione di inquinante all'interno superiori a quelli presenti nello stesso momento all'esterno dell'ambiente oppure può riscontrarsi la presenza di sostanze inquinanti non rilevabili all'esterno. Gli effetti sulla salute, oltre che alla concentrazione degli inquinanti, sono legati all'esposizione, ovvero alla concentrazione integrata nel tempo. Ricordando che il tempo di permanenza medio in un ambiente confinato può raggiungere il 90% del tempo giornaliero disponibile, ben si com-

prende come questo costituisca un aspetto chiave nella valutazione degli effetti dell'inquinamento indoor.

Gli inquinanti possono derivare da fonti situate negli ambienti stessi (fonti interne) o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale *outdoor*. Si possono ricondurre tutte le sostanze inquinanti alle tre classificazioni: agenti chimici, biologici e fisici.

I principali *contaminanti chimici* comprendono i gas di combustione (biossido di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio), l'ozono, il particolato aerodisperso, il benzene, la formaldeide e i composti organici volatili in generale, gli idrocarburi policiclici aromatici, i pesticidi e l'amianto. Il fumo di tabacco ambientale (*ETS, Environmental Tobacco Smoke*) contiene una combinazione di numerose sostanze, di cui molte irritanti, tossiche o cancerogene. Tra queste troviamo i gas di combustione (monossido di carbonio, biossido di zolfo, biossido di azoto), la formaldeide, il benzene, gli idrocarburi policiclici aromatici e il particolato aerodisperso. I gas di combustione sono generati anche dagli impianti di riscaldamento a gas, da fornelli, stufe e camini, mentre i prodotti per la pulizia e la manutenzione della casa, i prodotti antiparassitari, colle, adesivi, solventi, possono essere importanti fonti di composti organici volatili. Anche l'utilizzo di strumenti di lavoro quali stampanti, plotter e fotocopiatrici produce composti organici volatili oltre che ozono. Altre fonti sono costituite dai materiali utilizzati per la costruzione, come gli isolamenti contenenti amianto, e per l'arredamento, come i mobili fabbricati con legno truciolato, con compensato o con pannelli di fibre di legno di media densità, oppure trattati con antiparassitari.

Gli *inquinanti biologici* più comuni sono i batteri, i virus, i pollini delle piante (provenienti soprattutto dall'ambiente esterno), i funghi e le muffe, gli acari e gli allergeni degli animali domestici. Le principali fonti di inquinamento microbiologico nei locali sono rappresentate dagli occupanti (uomo, animali, piante) che trasmettono gli inquinanti, dalla polvere (ottimo ricettacolo per i microrganismi), dalla struttura e dalla manutenzione degli edifici. Negli ambienti indoor le condizioni per la proliferazione dei batteri sono l'umidità o l'acqua stagnante che si può formare negli impianti di riscaldamento, di umidificazione e di condizionamento ma anche nei vari materiali edili e d'arredamento. Sorgenti in aria di batteri sono anche l'uomo e gli animali. Le muffe si sviluppano principalmente su pareti e pavimenti umidi, su carte da parati, nel materasso, nei divani e tappezzerie, nei sistemi di condizionamento d'aria, negli umidificatori e in tutti quegli ambienti dove si

¹⁹ Bastone A, Soggiu ME, Vollono C, Viviano G, Masciocchi M, Rago G, Sellitri C, Spagnolo S, Spartera M., (2006), *Stili di vita e comportamenti delle popolazioni di Taranto, Massafra, Crispiano e Statte ai fini della valutazione dell'esposizione inalatoria ad inquinamento atmosferico*. Rapporti ISTISAN.;06(36).
Carrer, P., Maroni, M., Alcini, D., Cavallo, D., Fustinoni, S., Lovato, L., Visigalli, F., (2000), *Assessment through Environmental and Biological Measurements of Total Daily Exposure to Volatile Organic Compounds of OfficeWorkers in Milan, Italy*, *Indoor Air*; 10: 258-268
Simoni, M., Biavati, P., Carrozzi, L., Viegi, G., Paoletti, P., Matteucci, G., Ziliani, G.L., Ioannilli, E., Sapigni, T., (1998), *The Po River Delta (North Italy) indoor epidemiological study: home characteristics, indoor pollutants, and subjects' daily activity pattern*. *Indoor air*; 8: 70-79

crea un alto tasso di umidità. Anche gli acari della polvere trovano il proprio ambiente ideale nei luoghi caldi e umidi e si rilevano, quindi, soprattutto all'interno delle imbottiture dei cuscini, materassi e piumini, nei tappeti e nella moquette. Pure gli allergeni degli animali domestici si concentrano particolarmente nella polvere, nei cuscini, materassi, coperte e piumoni e possono essere trasportati tramite gli indumenti e gli oggetti dove si depositano facilmente. Un'altra possibile sorgente di inquinamento indoor è rappresentata dai sistemi di climatizzazione, in cui la presenza di elevata umidità e un'inadeguata manutenzione possono facilitare l'insediamento e la moltiplicazione dei contaminanti biologici che poi vengono diffusi nei vari ambienti. Anche un'inopportuna installazione del sistema di climatizzazione può comportare un'importante penetrazione di inquinanti dall'esterno.

Per completezza di trattazione, non riguardando agenti atmosferici, ci limitiamo in questa sede a citare gli agenti *fisici* che possono influire negativamente sulla qualità dell'ambiente indoor: i campi elettromagnetici, il rumore e il radon.

Gli effetti sulla salute

L'esposizione agli inquinanti indoor può essere causa di effetti negativi sulla salute soprattutto per quelle categorie di popolazione più vulnerabile come quella rappresentata dai bambini, che trascorrono la maggior parte del loro tempo a casa e a scuola. Può essere difficile individuare il rapporto causa-effetto, poiché spesso i sintomi non sono specifici e gli inquinanti responsabili di uno stesso effetto possono essere più di uno. Inoltre vi è una considerevole incertezza circa le concentrazioni o i periodi di esposizione necessari a generare problemi di salute specifici. In aggiunta, numerosi effetti si manifestano grazie ad una contemporanea presenza di stress, pressioni lavorative, fattori di origine stagionale; infine la risposta degli individui all'esposizione ad uno stesso inquinante può variare a seconda delle diverse condizioni o del diverso grado di suscettibilità individuale.

Le conseguenze dell'esposizione agli inquinanti indoor possono essere distinte in effetti immediati o a lungo termine. Gli *effetti immediati* si possono manifestare dopo una singola esposizione o dopo esposizioni ripetute. Questi includono irritazione degli occhi, del naso e della gola, nausea, emicranie, capogiri e affaticamento. Tali effetti sono solitamente di breve durata e spesso scompaiono allontanandosi dalla fonte d'inquinamento, se identificata. Gli inquinanti dell'aria agiscono prevalentemente sull'ap-

parato respiratorio che è la prima via di contatto e di assorbimento. Sia le sostanze chimiche che quelle biologiche sono in grado di interagire con il sistema immunitario potenziandone o sopprimendone la risposta. Nel primo caso si possono riscontrare patologie allergiche, quali asma, rinite e alveolite allergica estrinseca, causate soprattutto dai fattori biologici, ma anche da alcuni agenti chimici, che si comportano come antigeni. Nel secondo caso (immuno-depressione) la conseguenza può essere una aumentata suscettibilità ad agenti infettivi o una ridotta sorveglianza antitumorale; va tuttavia sottolineato che, benché molte sostanze possano essere chiamate in causa al riguardo, i dosaggi necessari sono molto superiori a quelli riscontrabili nelle abituali condizioni di vita.

Gli *effetti a lungo termine*, invece, possono rivelarsi dopo un lungo e ripetitivo periodo di esposizione oppure dopo alcuni anni rispetto al periodo in cui l'esposizione è avvenuta. Questi effetti, che includono alcune patologie respiratorie, cardiache e cancerogene, possono essere severamente debilitanti o mortali.

Le patologie correlate all'inquinamento indoor sono la *Sick Building Syndrome (SBS)*, ovvero sindrome dell'edificio malato, e la *Building Related Illness (BRI)*. La prima si manifesta con sintomi aspecifici ma ripetitivi e non correlati ad un agente in particolare. Tali sintomi si manifestano in una elevata percentuale di soggetti, con particolare frequenza in quelli che lavorano in ufficio²⁰, scompaiono o si attenuano dopo l'uscita dai locali e non sono accompagnati da reperti obiettivi rilevanti. Il giudizio espresso dagli occupanti è quindi l'unico modo per avere informazioni relative al comfort e ai sintomi aspecifici della *Sick Building Syndrome*.

Il termine *BRI* viene invece attribuito ad alcune patologie per le quali vi è una diretta correlazione con la permanenza all'interno di un edificio e per le quali si conosce lo specifico agente eziologico che ne è la causa. Tra le più comuni troviamo la legionellosi, la febbre da umidificatore, l'alveolite allergica, l'asma e l'avvelenamento da monossido di carbonio.

Riferimenti normativi

L'inquinamento indoor non è regolato da riferimenti normativi che individuano valori limite e metodi di riferimento, come invece accade per l'inquinamento atmosferico outdoor.

In ambito internazionale l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha prodotto le linee guida ineren-

²⁰ Woods et Al. (1987), *Office worker perceptions of indoor air quality effects on discomfort and performance*, Proceedings of Indoor Air '87, ibid, vol.2 464-468



ti alcuni inquinanti chimici comunemente presenti nell'aria degli ambienti indoor e le linee guida per la qualità dell'aria indoor relativamente a umidità e muffe²¹.

A livello nazionale, la qualità dell'aria in ambienti di vita è stata oggetto nel 2001 di un accordo tra il Ministero della salute, le Regioni e le Province autonome, che ha portato alla pubblicazione delle linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati²². Si tratta di un elaborato che presenta un programma generale di prevenzione e linee strategiche per la messa in opera del programma. A questo documento ha fatto seguito l'accordo tra Governo, Regioni e Province autonome sul documento *Linee guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva sugli impianti di climatizzazione*²³, che si basano sul presupposto che impianti di climatizzazione non opportunamente installati o gestiti possono influire sulla qualità dell'aria indoor causando rischi per la salute ed il benessere degli occupanti. Successivamente è stato siglato l'Accordo tra Governo, Regioni, Province autonome e gli Enti locali concernente *Linee di indirizzo per la prevenzione nelle scuole dei fattori di rischio indoor per allergie ed asma*²⁴ che propongono indicazioni che privilegiano la riduzione dei principali fattori di rischio ambientali per asma e allergia, al fine di contrastare l'incidenza di queste patologie nell'infanzia e l'adolescenza.

Nel panorama normativo italiano è importante citare l'introduzione della legge n. 3/2003, art. 51,

Tutela della salute dei non fumatori, entrata in vigore il 10/01/2005, che estende il divieto di fumo a tutti i locali chiusi ad eccezione di quelli privati non aperti ad utenti o al pubblico e di quelli riservati ai fumatori e come tali contrassegnati. Tale provvedimento ha indotto modifiche sui comportamenti e le abitudini degli individui in relazione al fumo, che dal punto di vista della qualità dell'aria negli ambienti confinati rappresenta una delle fonti di inquinamento più pericolose.

Un'unica misura cautelativa per gli ambienti confinati indicata dalla normativa italiana riguarda la formaldeide: la Circolare n. 57 del 22/06/1983 del Ministero della Sanità fissa come limite massimo di esposizione all'inquinante il valore di 0,1 ppm negli ambienti di vita e di soggiorno nei quali siano stati utilizzati schiume di urea-formaldeide, compensati, truciolati, conglomerati di sughero, ma anche manufatti provenienti da settori diversi da quello dell'edilizia, quali il settore tessile, quello della carta, delle vernici, degli abrasivi, della moquette, ecc.. Tale valore è confermato dal decreto ministeriale 10 ottobre 2008²⁵ che stabilisce disposizioni riguardanti la fabbricazione, l'importazione e l'immissione in commercio di pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati contenenti formaldeide, al fine di garantire la protezione della salute umana nel loro impiego negli ambienti di vita e soggiorno. Tali prodotti non possono essere immessi in commercio se la concentrazione di equilibrio di formaldeide nell'aria dell'ambiente di prova supera il valore di 0,1 ppm (0,124 mg/m³).

Una prima proposta di procedura di rilevazione, monitoraggio e campionamento degli inquinanti indoor è rappresentata dalla pubblicazione *Strategie di monitoraggio dei composti organici volatili (COV) in ambiente indoor*, redatta dal Gruppo di Studio Nazionale (GdS) sull'inquinamento indoor, che raccoglie esperti dell'Istituto Superiore di Sanità, di altri Enti e Istituti di ricerca, Università, Ministero della Salute e Regioni²⁶.

²⁵ Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali, Decreto 10 ottobre 2008 Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno. (Gazzetta Ufficiale n. 288 del 10/12/2008)

²⁶ Istituto Superiore di Sanità, (2013), *Strategie di monitoraggio dei composti organici volatili (COV) in ambiente indoor*, Rapporti ISTISAN 13/4

²¹ World Health Organization, (2010), *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*

World Health Organization, (2009), *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*

²² Accordo del 27/09/2001 tra il Ministro della salute, le Regioni e le Province autonome sul documento concernente, *Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*, Pubblicato nella Gazz. Uff. 27 novembre 2001, n. 276, S.O.

²³ Provv. 5/10/2006 n. 2636, Accordo, ai sensi dell'articolo 4 del D.Lgs. 28 agosto 1997, n. 281, tra il Governo, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano sul documento recante: «Linee guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva sugli impianti di climatizzazione». (Repertorio atti n. 2636). Pubblicato nella Gazz. Uff. 3 novembre 2006, n. 256, S.O.

²⁴ Accordo, ai sensi dell'articolo 9 del decreto legislativo 27 agosto 1997, n. 281, tra Governo, Regioni, Province autonome di Trento e Bolzano, Province, Comuni e Comunità montane sul documento concernente *Linee di indirizzo per la prevenzione nelle scuole dei fattori di rischio indoor per allergie ed asma*. Rep. Atti n. 124/CU del 18 novembre 2010



Capitolo 7

Il suolo e il sottosuolo

Lando Desiati, Vladimiro Verrubbi

La risorsa suolo: definizione e composizione

Con il termine suolo possiamo intendere la coltre che ricopre la roccia madre e che deriva dalla sua alterazione per opera degli agenti biotici (organismi animali, vegetali, batteri) e abiotici (acqua, gelo e disgelo, escursioni termiche). Il suolo è un sistema integrato di transizione tra più ambienti omogenei, interconnessi tra loro in un equilibrio dinamico: l'atmosfera, la litosfera, l'idrosfera e la biosfera. Dietro questa definizione, all'apparenza accademica e astratta, si cela un concetto fondamentale che bisogna sempre tenere presente, ogni qual volta si voglia compiere delle azioni a tutela o a valorizzazione della risorsa suolo: il fatto che il suolo è un sistema dinamico. Questo comporta la sua continua evoluzione nel tempo e il suo legame, presente e futuro, con tutti i diversi ambienti che lo compongono. Non è possibile, detto in altri termini, considerare il suolo come una struttura semplice, o come la somma di più strutture giustapposte, ma come il risultato di una complessa interazione tra più parti, ognuna delle quali contribuisce a determinare in modo indispensabile e, in parte, imprevedibile, tutto l'insieme. Non solo, il ragionamento vale anche nel senso opposto: una qualsiasi alterazione del suolo, a qualunque livello essa avvenga, può ripercuotersi non solo sulla sua capacità produttiva, ma anche sulla qualità dell'acqua che beviamo e dei prodotti agricoli di cui ci nutriamo. Le funzioni del terreno, infatti, sono innumerevoli, e non si limitano al semplice supporto fisico per la costruzione di infrastrutture e insediamenti umani o al mero deposito e fonte di materie prime come argilla, ghiaia, sabbia, torba e minerali. Il suolo non è neppure semplicemente l'indispensabile base produttiva delle colture agricole e delle foreste, con tutte le loro fondamentali ricadute economiche, sociali, culturali e ambientali: è anche responsabile del mantenimento dell'assetto territoriale, poiché gioca un ruolo determinante nella stabilità dei versanti e nella circolazione idrica sotterranea e superficiale. Il terreno ha, inoltre, un'importante funzione am-

bientale ed ecosistemica, sia in quanto habitat di una grandissima varietà di specie viventi, sia perché in esso si completano il ciclo dell'acqua e quelli di altri elementi fondamentali per la vita, come il carbonio, l'azoto o il fosforo, tanto per fare alcuni esempi. Si tratta dei cosiddetti cicli biogeochimici, così chiamati perché coinvolgono tanto le componenti geologiche, quanto quelle chimiche e biologiche di un ecosistema. Infine, è innegabile che il suolo sia un importante elemento del paesaggio che ci circonda e che faccia parte del nostro patrimonio storico e culturale. Per tutto quanto detto, non sorprende affatto che il Consiglio d'Europa abbia definito il suolo, nel 1972, *uno dei beni più preziosi dell'umanità*, in grado di consentire *la vita dei vegetali, degli animali e dell'uomo sulla superficie della Terra*, una risorsa, al contempo, *limitata che si distrugge facilmente*.

Da un punto di vista della composizione, il suolo si può definire come una matrice caratterizzata da una componente organica (5%), una frazione inorganica (45%), una parte liquida (25%) e una parte gassosa (25%): la distribuzione percentuale di queste diverse sezioni rappresenta, è bene sottolinearlo, una media delle differenti casistiche riscontrabili nella realtà, poiché i rapporti relativi tra le quattro componenti di un suolo possono variare anche di molto. La ripartizione ideale citata, tuttavia, costituisce già di per sé un valido indicatore della salute di un terreno, in quanto consistenti variazioni da detto frazionamento possono comportare, a seconda dei casi, condizioni di asfissia o di scarsa fertilità, precludendo di fatto talune utilizzazioni del terreno stesso.

L'origine di un suolo (pedogenesi)

Il suolo, per le caratteristiche descritte nel paragrafo precedente, potrebbe essere definito come *il ponte tra il mondo vivente e il mondo inanimato*; esso si può considerare, in prima approssimazione, come uno strato che ricopre la litosfera, ossia lo strato rigido più superficiale della terra solida, attraverso il quale avvengono scambi con l'atmosfera, l'idrosfera e la

biosfera, cioè rispettivamente con le componenti gassosa, liquida e biologica del nostro pianeta. Una vera e propria pelle per il nostro mondo, dunque.

I processi che portano alla sua formazione hanno origine proprio con l'alterazione della roccia affiorante secondo diverse tappe, la più importante delle quali è senza dubbio la degradazione meteorica: essa raggruppa tutti i processi di degradazione chimico-fisica cui sono soggette normalmente le rocce di affioramento e che variano al variare del clima e della composizione della roccia stessa. In particolare, i processi di alterazione fisica prevalgono in regioni dal clima arido, mentre quelli di alterazione chimica dominano soprattutto nelle regioni umide, come per esempio buona parte dell'Italia. La temperatura gioca un ruolo fondamentale nei processi di alterazione fisica, attraverso i ben noti fenomeni di termoclastismo, alternanza freddo/caldo, e di crioclastismo, gelo/disgelo, quest'ultimo più consistente nelle rocce argillose o a cemento argilloso, per la loro facilità ad assorbire e trattenere acqua. Tra i processi di alterazione chimica, uno dei più importanti è sicuramente il fenomeno dell'idrolisi, particolarmente accentuato con le rocce silicatiche e alluminosilicatiche che, in opportune condizioni di pH, possono subire delle reazioni chimiche che portano alla formazione di nuovi silicati, rappresentati per lo più da minerali argillosi. Questo processo, noto come *degradazione meteorica dei silicati*, si realizza frequentemente in condizioni naturali, per aggressione di acque sature di anidride carbonica (CO₂), una condizione piuttosto comune nel nostro Paese. Anche l'attività biologica, oltre alla degradazione abiotica di tipo chimico-fisico di cui abbiamo parlato, contribuisce alla disgregazione della roccia; in particolare, ricordiamo il fenomeno del bioclastismo, che vede per esempio coinvolta la vegetazione attraverso l'azione meccanica delle radici sulle fessure preesistenti, o delle cosiddette azioni biochimiche. Queste ultime sono caratterizzate da tutti quei meccanismi degradativi di tipo chimico imputabili a organismi viventi. Tra questi, un ruolo di primo piano spetta a quegli organismi detti *pionieri*, come i licheni, formati per simbiosi di un'alga e di un fungo, o come certi muschi che, secernendo acido carbonico e vari acidi organici, riescono a bucherellare minutamente anche le rocce più resistenti. Oltre ai licheni e ai muschi, esistono altri organismi pionieri, come gran parte dei batteri attinomiceti e dei funghi, che sono in grado di solubilizzare alcuni dei minerali che compongono le rocce, quali silicati e fosfati, rendendoli disponibili per le piante. Per questi organismi l'azione di solubilizzazione è resa possibile dalla sintesi di vari acidi, sia organici, quali l'acido citrico e l'acido ossalico, secreti preva-

lentemente dai funghi, sia inorganici, quali l'acido nitrico, solforico o carbonico, per quanto riguarda molti batteri. L'attività biologica, oltre che accelerare la degradazione fisica necessaria alla costituzione dei terreni, svolge poi un ruolo di fondamentale importanza per conservare questi stessi terreni in equilibrio nel tempo e con l'ecosistema, in quanto assicura la mineralizzazione della sostanza organica, rendendola disponibile alla riutilizzazione da parte degli organismi autotrofi.

Il risultato complessivo dell'alterazione delle rocce, sia essa di tipo biotico, che abiotico, fisico o chimico, è la produzione di sostanze solubili e/o di detriti di differenti dimensioni, che possono rimanere sul posto o subire fenomeni di trasporto di vario tipo, ma che comunque rappresentano la *regolite*, mantello formato da detriti, ovvero la *materia prima* dai cui strati più superficiali, attraverso la pedogenesi, si giunge alla formazione del suolo vero e proprio. Questa formazione del suolo è strettamente legata ad una serie di fattori che determinano, o influenzano in vari modi, i processi fisici, chimici e biologici. Tali fattori, chiamati pedogenetici, sono principalmente cinque:

- la roccia madre, che è il materiale di origine del suolo;
- il rilievo, ossia la morfologia del terreno;
- il tempo, durante il quale si svolgono i processi pedogenetici;
- gli organismi che vivono sul terreno e dentro di esso;
- il clima, responsabile, in certo qual modo, anche di alcuni dei fattori precedenti come il tempo o la presenza di alcuni organismi, piuttosto che di altri.

La formazione di un suolo, quindi, risulta essere un processo lungo in cui effetti fisici si intrecciano all'attività biologica, fino a formare un sistema in cui si realizzano equilibri estremamente complessi, tanto che alcuni autori parlano di meccanismi di pedogenesi a retroazione positiva: il grado di evoluzione di un suolo condiziona la presenza di determinati organismi i quali, con le loro attività metaboliche, modificano le caratteristiche pedologiche di partenza, rendendole idonee per altri organismi che, a loro volta, operano ulteriori trasformazioni del suolo, preparando l'arrivo per altre specie, e così via in un circolo virtuoso potenzialmente infinito. Un suolo, come ripetuto più volte, infatti, non è mai statico, ma in perenne divenire. Nell'ambito di questo dinamismo si innesta l'azione dell'uomo che, accelerando o rallentando l'evoluzione di un terreno, può turbarne spesso il naturale sviluppo, agendo a diversa scala su praticamente tutti i fattori pedogenetici sopra elencati, in ogni fase evolutiva del suolo

stesso. Per esempio, l'uomo può influire sui fattori *rilievo* e *tempo*, attraverso la scelta di pratiche agricole più o meno idonee, oppure mediante un'oculata, o meno, pianificazione dello sviluppo urbano dei centri abitati. Nel caso dell'agricoltura, per esempio, la scelta di preferire, laddove possibile, la cosiddetta *semina su sodo* all'*aratura* potrebbe consentire notevoli vantaggi ambientali e agronomici quali una riduzione del calpestamento del suolo, e dunque del suo compattamento, e una riduzione del rischio di erosione superficiale, con conseguente conservazione della fertilità del terreno. Sempre in ambito agricolo, la politica di incentivare la manutenzione dei vecchi terrazzamenti e dei muretti a secco, favorendo un'*aratura a girapoggio* invece che a *rittochino*, ossia lungo le curve di livello anziché lungo la linea di massima pendenza che favorirebbe la conservazione del suolo. Nel caso di una pianificazione urbanistica, invece, autorizzare la costruzione di nuove edifici su aree potenzialmente vocate all'agricoltura o, in generale, comunque di interesse agrosilvopastorale, equivale ad azzerare il fattore tempo, cancellando per sempre una porzione di suolo dalla faccia della Terra. In modo analogo, la mancata adozione di politiche di gestione ambientale di un territorio, che riguardino il taglio indiscriminato di boschi o l'abbandono illecito di rifiuti, l'apertura sconsiderata di nuove cave o lo sversamento incontrollato nella falda idrica o sul terreno di reflui agricoli, zootecnici o industriali, avrebbero un effetto nefasto sul suolo e su tutti gli organismi che vivono in esso e ne condizionano lo sviluppo. Riassumendo e semplificando i termini della questione, bisogna sottolineare che la genesi e l'evoluzione di un suolo sono processi estremamente lunghi e delicati, da studiare con attenzione e da trattare con il dovuto rispetto, soprattutto alla luce del fatto che turbarne gli equilibri è molto semplice, ma presenta ripercussioni concrete ed estremamente rischiose per tutti gli esseri viventi, noi per primi.

Il profilo pedologico di un suolo

I suoli, come abbiamo appena visto, non sono tutti uguali: a seconda dei diversi fattori pedogenetici si possono generare tipologie di terreno molto differenti. Tuttavia, pur se declinati in numerosissimi modi diversi, tutti i suoli del mondo possiedono dei parametri caratteristici che, proprio per il fatto di essere riscontrabili in ogni terreno del mondo, ne consentono uno studio sistematico. Tra tali parametri spiccano il profilo pedologico e alcune particolari proprietà di natura fisica, chimica o biologica. Un suolo può avere uno spessore variabile, da qualche centimetro a qualche metro, secondo l'intensità e

la durata dei processi di degradazione subiti dalle rocce da cui deriva. Il risultato dell'azione combinata dei fattori pedogenetici porta alla formazione di strati di suolo, che hanno caratteri fisici e chimici diversi tra loro ma omogenei all'interno dei singoli strati. Questi ultimi vengono chiamati *orizzonti*, mentre *profilo* è il nome dato alla sezione verticale di suolo che comprende l'insieme degli orizzonti, avente come limite superiore l'atmosfera e come limite inferiore la roccia madre. Nella descrizione del profilo di un suolo tipo, si possono distinguere dunque diversi orizzonti pedologici, secondo il tasso di degradazione della roccia e le differenti caratteristiche chimico fisiche degli strati. Va detto, a questo proposito, come non esista un'unica forma di classificazione degli orizzonti pedologici, univoca ed universale: sebbene, infatti, tutti i testi concordino sugli strati di massima (0, A, B, C, R), lo stesso accordo non si raggiunge per i suborizzonti in cui, sovente, si è soliti dividere gli stessi strati principali. Qui verrà, pertanto, riportata solo una classificazione indicativa di un profilo pedologico, che non pretende, quindi, di essere esaustiva e risolutiva, bensì solamente indicativa. Più precisamente, procedendo dal piano di campagna verso gli strati inferiori, si possono classificare:

- lo strato più superficiale, che prende il nome di *orizzonte superiore*, comunemente indicato con la lettera 0, è caratterizzato dall'accumulo di detriti vegetali ed animali, anche parzialmente decomposti;
- l'orizzonte immediatamente sottostante è invece composto da sostanza organica all'inizio della decomposizione (A00) o quasi del tutto decomposta (A0);
- l'orizzonte A, costituito da sostanza organica decomposta e da *humus*, comprende anche un suborizzonte povero (A2), caratterizzato da colore grigio cenere, rosato, bruno o giallastro, che corrisponde a uno strato povero di *humus*, argilla e ossidi, poiché lisciviato dalle acque percolanti;
- l'orizzonte B è rappresentato da uno strato fortemente alterato ove, a causa di processi di illuviazione, si sono concentrati alcuni elementi e composti provenienti dall'orizzonte A (sostanza organica, argilla e sesquiossidi);
- l'orizzonte C è normalmente costituito da roccia che ha subito alterazioni di tipo prevalentemente fisico e che ha dato origine a materiale non consolidato, privo delle caratteristiche degli altri orizzonti;
- l'orizzonte R rappresenta, infine, la roccia sottostante inalterata, comunemente indicata come roccia madre.



Le proprietà fisiche dei suoli

Per un sistema complesso come il suolo è difficile individuare un solo criterio di classificazione, in quanto i parametri evidenziabili in funzione degli scopi, per i quali la classificazione stessa viene eseguita, ad esempio agronomici, geofisici o ambientali, possono essere diversi e svariati. Inoltre, anche in riferimento allo stesso parametro, esistono classificazioni diverse. In termini generali, sul piano fisico i suoli possono essere classificati in base alla grandezza dei grani del sedimento in essi contenuto: si distinguono, in questo modo, suoli sabbiosi, argillosi e limosi (con presenza di situazioni intermedie), a cui si associano caratteristiche differenti. La distribuzione percentuale delle particelle di sabbia, limo e argilla in un suolo, viene chiamata *tessitura*. Questa rappresenta un carattere stabile del terreno che, generalmente, tende a rimanere inalterato. Alla tessitura sono collegate, direttamente e indirettamente, importanti proprietà dei suoli, quali la permeabilità all'aria e all'acqua, la plasticità, la capacità di trattenuta idrica, la disponibilità di elementi nutritivi. Per queste ragioni, l'analisi granulometrica di un terreno riveste grande interesse pratico, fornendo importanti informazioni sul tipo di suolo in esame. Esistono diverse classificazioni della tessitura dei suoli, tutte basate sulla presenza percentuale relativa delle particelle di diametro inferiore a 2 mm (particelle di sabbia, limo e argilla, che vanno a costituire la cosiddetta terra fine), tralasciando quelle con diametro superiore (ghiaia), che vanno a costituire lo scheletro del suolo. Per fare alcuni esempi da un punto di vista agronomico, suoli con una componente argillosa molto elevata, superiore al 40%, saranno tendenzialmente poco permeabili e asfittici, oltre che di difficile lavorazione, ma avranno una notevole capacità di ritenzione idrica e una buona disponibilità di elementi nutritivi; all'opposto, suoli sabbiosi, cioè con un contenuto in sabbia di oltre il 60%, avranno una bassa dotazione di elementi nutritivi e una modesta ritenzione idrica, ma risulteranno soffici, permeabili, aerati e ben lavorabili, tanto da prestarsi molto bene alla già citata semina su sodo, poiché, anche in assenza di lavorazioni, questi suoli non richiedono particolari interventi meccanici. Sul piano edile, invece, la tessitura di un suolo è legata a considerazioni molto diverse, ma ugualmente importanti, quali i tempi di assestamento di un suolo e le differenti risposte alle varie sollecitazioni di tipo meccanico, come per esempio le onde sismiche. Conoscere la tessitura di un terreno, pertanto, è fondamentale per ottimizzare sia la destinazione d'uso di un suolo, sia il successivo utilizzo.

Oltre alla tessitura un parametro molto interes-

sante, specialmente per un suolo agrario, è la sua *struttura*, termine con il quale si intende il modo in cui le sue particelle primarie, cioè sabbia, limo ed argilla, si uniscono tra loro in aggregati; questo parametro, pur strettamente legato alla tessitura, offre elementi in più per comprendere la risposta di un suolo alla crescita delle radici, all'attività biologica, alla capacità di trattenere nutrienti o acqua e inoltre, dà un'idea della resistenza di un terreno all'erosione. La struttura, infatti, è una proprietà dinamica, soggetta quindi a processi di genesi e degradazione: in particolare, la genesi è influenzata da vari fattori, tra cui l'effetto dei cationi, l'interazione delle particelle argillose in relazione all'umidità (cicli di essiccamento-inumidimento) e alla temperatura, l'effetto della sostanza organica (principale agente stabilizzante), la crescita radicale e l'azione dei micro e macro organismi. La degradazione della struttura, all'opposto, è influenzata dalle lavorazioni del terreno, specie se intensive, che provocano una diminuzione del contenuto di sostanza organica, dall'erosione del suolo, dal compattamento e/o dalla formazione di strati compatti lungo il profilo (suolo d'aratura), dalla formazione di croste superficiali. Alla struttura è legata intimamente la *porosità*, che rappresenta la percentuale di spazi vuoti occupati da aria e acqua in un volume di terreno: per averne una corretta valutazione, però, non basta conoscere tale rapporto, ma occorre anche valutare la dimensione dei pori (macro e micro porosità), la loro interconnessione, il loro orientamento, attraverso l'analisi d'immagine su sezioni sottili di terreno. Tale fattore influenza, a sua volta, la capacità di trattenuta idrica, nonché la circolazione nel suolo della stessa acqua e dell'aria, la cui composizione, sia in forma libera, sia disciolta nella soluzione circolante, è fondamentale tanto per l'azione svolta nei processi fisiologici delle piante, quanto nella determinazione del comportamento dei microrganismi aerobi ed anaerobi.

L'acqua è l'elemento indispensabile per la formazione del terreno: permette la vita delle piante e degli altri organismi, trasporta i materiali da una parte all'altra del terreno, ha un'azione fisica quando gela, svolge l'importante funzione di regolare le variazioni di temperatura del suolo. L'acqua è, inoltre, uno dei fattori chimico-fisici maggiormente degni di nota, essendo il vettore e il mezzo di tutte le trasformazioni che avvengono nel suolo. La parte liquida di un suolo, definita anche *soluzione circolante*, è il mezzo dal quale le piante rilevano l'acqua e le sostanze per le loro necessità metaboliche e nutritive. Generalmente, essa viene suddivisa in tre frazioni: acqua igroscopica, gravitazionale e capillare. Delle tre, quest'ultima è l'unica frazione che, occupando e muovendosi continuamente all'interno dei pori

più minuti del terreno, è trattenuta dallo stesso e rappresenta la principale riserva idrica per le piante, anche se non può essere da queste totalmente utilizzata.

Proprietà chimiche dei suoli

Tra i parametri di tipo chimico, certamente un ruolo di primario interesse è svolto dalla reazione di un suolo, data dalla quantità di ioni H^+ che le sostanze disciolte nel terreno liberano nella soluzione circolante. Viene espressa con la scala del pH e può essere acida, per valori compresi tra 0 e 6; neutra, quando vale 7; alcalina, tra 8 e 14. Il pH del suolo è determinato da molti fattori: per esempio, la natura della roccia madre, il dilavamento dei sali solubili, l'accumulo di acidi umici in terreni umidi, poco ossigenati e ricchi di sostanza organica, sono possibile causa di acidità. La presenza di calcare, la presenza di alte percentuali di sali alcalini o la forte concentrazione della soluzione circolante, come avviene nei climi aridi per risalita d'acqua e sali solubili e successiva evaporazione, sono possibile causa di alcalinità. Il pH influenza notevolmente la produzione vegetale per cui esistono terreni assolutamente inadatti a certe piante, lo sviluppo o l'annullamento delle popolazioni batteriche e fungine, l'assimilabilità dei nutrienti da parte delle piante per cui in situazioni di pH acido, viene ridotta la disponibilità di microelementi come rame, boro, molibdeno, mentre in situazioni di pH basico il fosforo può andare incontro a fenomeni di insolubilizzazione.

Oltre al pH e allo stato dei nutrienti, anche la sostanza organica di un suolo ne rappresenta un importante indicatore chimico. Essa è caratterizzata da residui inalterati di origine animale e vegetale, ben riconoscibili per struttura e dimensione, da materiali organici costituiti da molecole più o meno complesse che derivano dall'alterazione, prevalentemente microbica, dei residui vegetali e animali che compongono il 10-15% della superficie totale e da miscele complesse di origine biologica, fisicamente e chimicamente eterogenee. La sostanza organica è una componente fondamentale del suolo e assicura una serie di benefici, tra cui i più importanti sono:

- il rilascio lento di nutrienti fertilizzanti;
- una maggiore disponibilità per gli esseri viventi di alcuni micronutrienti;
- l'aumento della stabilità del suolo;
- il miglioramento della capacità di assorbimento e di scambio di elementi nutritivi;
- il supporto per lo sviluppo della popolazione microbica;
- la riduzione della tossicità di composti natu-

rali o di origine antropica;

- il miglioramento del sistema dei pori e del movimento dell'acqua;
- l'aumento della capacità di ritenzione idrica.

Ciò vuol dire che, oltre a rappresentare una vera e propria riserva di elementi nutritivi per gli organismi autotrofi, come le piante, la superficie organica (S.O.) presenta anche notevoli proprietà chimiche, fisiche e biologiche necessarie all'ecosistema: la riduzione del contenuto di S.O. al di sotto del 2%, soglia ritenuta indispensabile per assicurare una buona fertilità, rappresenta un forte indice di degradazione dei suoli.

Proprietà biologiche dei suoli

Il suolo, come corpo naturale, si forma quando il substrato litologico è invaso da microrganismi di vari ruoli ecologici: autotrofi, eterotrofi, decompositori. Le loro reciproche interazioni danno vita, come si è più volte ripetuto, a un complesso sistema in equilibrio dinamico e in continua evoluzione: sarebbe impossibile descrivere tutti i protagonisti e le loro reciproche relazioni. Basti pensare solo al numero incredibile di organismi animali che, in un modo o nell'altro, contribuiscono a modificare le proprietà biologiche di un terreno: mammiferi, artropodi tra cui coleotteri, ditteri, imenotteri, isotteri, collemboli, miriapodi, anellidi, nematodi molluschi. Pochi grammi di terreno possono contenere miliardi di batteri, decine di migliaia di protozoi, migliaia di nematodi, alcune centinaia di insetti, aracnidi, vermi e centinaia di metri di radici di piante. Riferendoci in particolare a queste ultime, si ritiene utile riportare, a titolo di esempio, la stretta associazione esistente tra i peli radicali delle piante, la soluzione circolante del suolo e gli aggregati dello stesso, oppure l'importanza della simbiosi radicale tra alcuni organismi azotofissatori e talune specie vegetali appartenenti alla famiglia delle *Leguminosae*. I microrganismi del suolo, poi, costituiscono un'enorme quantità di vita *invisibile*, alla base di numerose attività, quali la trasformazione della sostanza organica, la mineralizzazione e il ciclo dell'azoto e del carbonio, i cicli di tutti i nutrienti indispensabili per le piante, la stabilità della struttura del suolo, il flusso dell'acqua, il *biorisanamento*, ovvero la capacità di alcuni gruppi di microrganismi di degradare i contaminanti organici, che oggi si cerca di sfruttare per finalità ambientali ed economiche, le risposte allo stress e il mantenimento della fertilità. Essi svolgono inoltre, come vedremo più avanti, un ruolo importantissimo quali indicatori dello stato di inquinamento di un suolo.



La Carta europea del suolo

Nel paragrafo iniziale si è accennato al fatto che, nel 1972, il Consiglio d'Europa¹ abbia sottolineato come il suolo sia una risorsa preziosa da salvaguardare. In particolare, in quella occasione è stata elaborata una vera e propria *Carta europea del suolo*, i cui punti essenziali sottolineano l'importanza e la delicatezza del suolo. Si è ritenuto opportuno inserirne di seguito le linee essenziali:

1. Il suolo è uno dei beni più preziosi dell'umanità. Consente la vita dei vegetali, degli animali e dell'uomo sulla superficie della Terra.
2. Il suolo è una risorsa limitata che si distrugge facilmente.
3. La società industriale usa i suoli sia a fini agricoli che a fini industriali o d'altra natura. Qualsiasi politica di pianificazione territoriale deve essere concepita in funzione delle proprietà dei suoli e dei bisogni della società di oggi e domani.
4. Gli agricoltori e i forestali devono applicare metodi che preservino la qualità dei suoli.
5. I suoli devono essere protetti dall'erosione.
6. I suoli devono essere protetti dall'inquinamento.
7. Ogni agglomerato urbano deve essere organizzato in modo tale che siano ridotte al minimo le ripercussioni sfavorevoli sulle zone circostanti.
8. Nei progetti di ingegneria civile si deve tener conto di ogni loro ripercussione sui territori circostanti e, nel costo, devono essere previsti e valutati adeguati provvedimenti di protezione.
9. E' indispensabile l'inventario delle risorse del suolo.
10. Per realizzare l'utilizzazione razionale e la conservazione dei suoli sono necessari l'incremento della ricerca scientifica e la collaborazione interdisciplinare.
11. La conservazione dei suoli deve essere oggetto di insegnamento a tutti i livelli e di informazione pubblica sempre maggiore.
12. I governi e le autorità amministrative devono pianificare e gestire razionalmente le risorse rappresentate dal suolo.

Il vincolo idrogeologico

Sul piano della protezione del suolo, una delle leggi più importanti e note è quella del cosiddetto

¹ www.coe.int

vincolo idrogeologico, stabilito dal Regio Decreto 3267 del 30 dicembre 1923 e ancora vigente dopo quasi un secolo. Tale norma tutela circa 13 milioni di ettari del territorio italiano, di cui 8 milioni costituiti da boschi. Scopo di questa norma, la cosiddetta Legge Serpieri, era ed è quello di proteggere talune zone sottoposte al vincolo idrogeologico, nella consapevolezza che rimuovere il soprassuolo boschivo in tali aree, così come compromettere con cambiamenti di uso del suolo o con sovrasfruttamenti la stabilità di determinati pendii, avrebbe conseguenze inevitabili sul regime delle acque causando danno pubblico. A tale scopo, la norma prevede il divieto nei terreni vincolati *della trasformazione dei boschi in altre qualità di coltura* e la restrizione dell'esercizio del pascolo. Se nell'Italia dei primi anni del Novecento l'esigenza principale era quella di proteggere le foreste e i terreni sottostanti imponendo dei limiti a un'intensa attività di pascolo o a un fabbisogno di terreni agricoli crescente, negli anni '70 del secolo scorso la necessità principale divenne quella di difendere il territorio nazionale da insediamenti edificatori pericolosi per la stabilità dei terreni. Sempre di più, pertanto, il vincolo idrogeologico non si limitò a essere letto solo in senso agricolo, ma divenne a pieno titolo mezzo e strumento di gestione territoriale nella disciplina urbanistica. In questo senso, dunque, va riletto il R.D. 3267/1923, così come l'art. 866 del Codice Civile, che riprende quasi integralmente quanto stabilito dalla stessa Legge Serpieri:

[...] i terreni di qualsiasi natura e destinazione possono essere sottoposti a vincolo idrogeologico, [...] al fine di evitare che possano con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque. [...]. Il successivo art. 867 C.C. specifica poi che: al fine del rimboschimento e del rinsaldamento i terreni vincolati possono essere assoggettati a espropriazione, a occupazione temporanea o a sospensione dell'esercizio del pascolo [...].

La *ratio* di tutte le norme sopra riportate, come si vede, non è semplicemente quella di proteggere l'ambiente e il paesaggio. Ciò che il legislatore intende sottolineare, in anticipo di circa 50 anni rispetto alla Carta europea del suolo, è l'esigenza della conservazione e della cura del suolo e del territorio nazionale in vista della tutela della salute umana e della pubblica sicurezza. Impedire l'erosione del suolo, in altre parole, equivale a prevenire frane e smottamenti, oltre che a permetterci di mantenere intatto nel tempo un bene insostituibile e intimamente connesso alla nostra stessa sopravvivenza.

Il suolo come serbatoio di carbonio

Con il termine *serbatoi agro-forestali di carbonio* (*carbon pools*), si indicano le componenti degli ecosistemi che svolgono un ruolo di fissazione e accumulo di carbonio sottratto all'atmosfera mediante il processo di fotosintesi. Gli ecosistemi forestali, in particolare, si caratterizzano per l'elevata quantità di biomassa presente, e quindi di carbonio immagazzinato, sia nella componente epigea (apparati di sostegno e fogliari degli organismi vegetali), sia in quella ipogea (radici e suolo). In occasione dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC), tra il 2008 e il 2009 sono stati condotti dei rilievi che hanno fornito i dati per stimare, tra l'altro, la quantità di carbonio contenuta all'interno della lettiera e dei suoli forestali. Il terreno alle nostre latitudini rappresenta infatti anche un'insostituibile riserva di carbonio superiore persino a quella rappresentata dalla biomassa vegetale epigea. Dal punto di vista metodologico, si è considerato il carbonio organico presente negli strati organici e minerali, incluse le radici più fini, fino a una profondità convenzionale di 30 cm, nonché la lettiera, ovvero lo strato costituito dai residui più fini non ancora decomposti: foglie, fiori e infiorescenze, frutti e infruttescenze, rametti. I risultati hanno evidenziato come ogni ettaro di suolo forestale italiano contenga mediamente quasi 76 tonnellate di carbonio organico, che salgono a 85 tonnellate considerando anche la capacità di accumulo della lettiera. Per avere un'idea di quanta anidride carbonica (CO₂) sia immagazzinata all'interno dei suoli forestali è sufficiente moltiplicare questi valori per 3,67, ossia il rapporto tra il peso molecolare dell'anidride carbonica e il peso atomico del carbonio elementare (44/12=3.67). Ogni ettaro di suolo forestale, lettiera compresa, è dunque in grado di sottrarre all'atmosfera e di immagazzinare circa 312 tonnellate di CO₂. Per avere un'idea di tale quantità, basta effettuare un confronto con quella stoccata mediamente all'interno della fitomassa arborea epigea italiana: circa 183,5 tonnellate di CO₂ per ettaro di bosco, ovvero 50 tonnellate di carbonio organico per ettaro. Ciò significa che in appena 30 cm di suolo è conservato in media il 50% di carbonio organico in più (76 tonnellate/ha) di tutta la fitomassa epigea riscontrabile sulla medesima unità di superficie, fitomassa che in molti casi può arrivare anche ad altezze di oltre 30 m da terra.

Le minacce alla risorsa suolo

Il suolo è una risorsa naturale importantissima che svolge varie funzioni, tra cui la produzione di biomassa, particolarmente nel settore agroforestale,

lo stoccaggio, la filtrazione e la trasformazione di nutrienti, acqua e sostanze varie, lo stoccaggio di carbonio. Il terreno è, inoltre, una riserva preziosissima di biodiversità, un ambiente fisico e culturale per l'uomo e le sue attività, nonché una fonte di materie prime. Tuttavia, il suolo è una risorsa limitata. Infatti, solo l'11% delle terre emerse è coperto da suoli coltivabili; anche attraverso opere di irrigazione e bonifica, questa percentuale non potrebbe superare il 24%. I processi che portano alla formazione del suolo sono sempre attivi sulla superficie terrestre, ma i tempi richiesti sono così lunghi che il suolo deve essere considerato, in molti casi, come una risorsa non rinnovabile. Infatti sono necessarie decine, centinaia o addirittura migliaia di anni perché si sviluppi uno spessore di suolo sufficiente a permettere la vita della vegetazione. Per esempio, nelle aree tropicali e temperate (come l'Italia) è stato stimato che il rinnovo di 2,5 cm di suolo richiede da 200 a 1.000 anni. Mentre da un lato il suolo si accresce così lentamente, dall'altro viene degradato a ritmi decisamente più rapidi, per varie cause: erosione, idrica ed eolica; impoverimento di sostanza organica; contaminazione e inquinamento; impermeabilizzazione in seguito a urbanizzazione e industrializzazione; compattamento; salinizzazione; perdita di produttività e biodiversità; frane e smottamenti. Quando questo equilibrio tra *acquisti e perdite* si rompe a favore di queste ultime il suolo si impoverisce e lo strato in grado di ospitare la vita può scomparire del tutto. L'erosione del suolo è dovuta principalmente all'opera delle acque correnti e del vento: tuttavia, essa è andata progressivamente aumentando con lo sviluppo delle attività umane e l'incremento della popolazione, che hanno portato all'aumento della deforestazione, ossia della rimozione della vegetazione spontanea. La copertura vegetale offre una protezione nei confronti dell'erosione del suolo: infatti essa trattiene l'acqua piovana e le dà il tempo di penetrare nel suolo e raggiungere le falde sotterranee o essere restituita all'atmosfera per evaporazione. Inoltre, le radici delle piante mantengono unito il suolo impedendo all'acqua e al vento di asportarne lo strato superficiale. La mancanza di una copertura vegetale, al contrario, rende il terreno più facilmente erodibile facendo sì che l'acqua piovana ne trascini dietro di sé una parte fino alle acque dei fiumi. Il materiale così riversato è la prima causa degli straripamenti e delle conseguenti inondazioni. Inoltre, nei suoli tropicali, il disboscamento accelera un fenomeno definito *laterizzazione*: il terreno esposto all'aria, ricco di idrossidi di ferro e alluminio, si indurisce e diviene così compatto che la vegetazione non riesce più a crescerci. Potrebbe sembrare un fenomeno lontano dalla nostra realtà,



ma la tropicalizzazione della parte meridionale della nostra penisola rischia di esporre anche l'Italia a rischi simili, in un futuro piuttosto prossimo. Anche l'eccesso di pascolo, l'eccessivo sfruttamento delle colture e le monoculture, impoverendo il suolo delle sostanze necessarie alla vita, favoriscono la desertificazione del suolo, ossia la sua perdita di produttività. Si stima che circa il 21% dei suoli del territorio italiano sia a rischio di desertificazione (41% nel solo Centro-Sud della penisola), con un relativo accorciamento dei tempi di ritorno meteorici in grado di provocare eventi calamitosi e un deterioramento anche di altri *ecoservizi*, come la qualità dei prodotti e del paesaggio. Numerose sono le misure che possono essere attuate per combattere il fenomeno dell'erosione accelerata. Possono essere costruite briglie per limitare il potere erosivo dei corsi d'acqua, si può ricorrere ai terrazzamenti per diminuire la pendenza dei versanti, si può favorire l'instaurarsi di una struttura protettrice vivente attraverso opere di rimboschimento. Inoltre, è importante praticare un'agricoltura più rispettosa dell'ambiente utilizzando tecniche agronomiche sostenibili, evitando sbancamenti e livellamenti del terreno e attuando, al contempo, vecchie pratiche come la rotazione delle colture e il sovescio.

La sostenibilità del suolo e il biomonitoraggio ambientale

Lo studio dell'impatto sull'ecosistema dell'immissione di sostanze inquinanti ha incrementato l'interesse per la realizzazione di metodi analitici affidabili, sensibili, accurati ed economici, utilizzabili anche per le misure *in situ* per la determinazione di queste sostanze. Ciò si dimostra indispensabile per poter intervenire con gli strumenti idonei a eliminare o, almeno, ridurre, le cause dell'inquinamento, nonché per verificare, in tempi successivi, l'efficacia o l'inadeguatezza dei provvedimenti adottati. Per l'analisi dell'inquinamento del suolo esistono diverse apparecchiature tecnologiche che hanno il pregio di una totale automatizzazione e di una grande affidabilità, ma presentano il limite di operare un tipo di rilevamento quasi sempre puntiforme, limitato nello spazio e nel tempo e solo indirettamente correlabile allo sviluppo delle *comunità biotiche*. Per superare tale limite, si sta da tempo integrando tale strumentazione con un'analisi diretta degli effetti dell'inquinamento sui diversi gruppi di organismi viventi: in natura, infatti, esistono specie più sensibili di altre alle diverse tipologie di stress ambientali, che subiscono gravi danni alle proprie strutture e cessano di vivere, oppure riducono le normali attività fisiologiche e/o

riproduttive, o ancora presentano un accumulo di particolari inquinanti nei propri tessuti e nei propri organi. Queste tipologie di organismi, chiamati *bioindicatori*, sono sistemi biologici capaci di comunicare un cambiamento ambientale degenerativo, attraverso una risposta misurabile: possono, dunque, fornire preziose informazioni sullo *stato di salute* di un particolare ecosistema, oltre che indicarne le capacità di recupero, seguendo nel tempo l'evoluzione dei fattori inquinanti. Alcune tecniche di monitoraggio ambientale si basano sull'analisi della biodiversità presente in una certa area, con particolare attenzione alle comunità biologiche, ossia al numero e alla tipologia di specie presenti, poiché molte di esse, estremamente sensibili, non riescono a vivere in ambienti inquinati. Adirittura sono stati messi a punto da tempo dei protocolli che permettono di capire, sulla base delle tipologie di specie o di *taxa* di rango superiore presenti in un certo ambiente, il suo differente grado di alterazione: famoso, in questo senso, è per esempio lo studio dell'IBE (Indice Biotico Esteso), molto usato per la verifica della qualità di ecosistemi in acque correnti sulla base di cambiamenti nelle comunità di macroinvertebrati. Dato l'elevatissimo livello di interrelazione esistente tra i reticoli idrografici, le falde idriche sotterranee e il suolo, è inutile sottolineare come l'IBE possa trovare valida applicabilità anche nello studio della contaminazione di un terreno, per esempio, da sversamenti illeciti o scarichi abusivi. Oltre a questo indice, tuttavia, possono essere utilizzati molti altri metodi, che vanno dallo studio della micro e meso fauna di un suolo (anellidi, artropodi), all'analisi della sua comunità microbiologica, all'uso di alcuni indicatori sintetici di qualità ambientale, tendenzialmente legati al mondo vegetale (muschi, licheni). Al contrario delle analisi chimiche, va infine specificato che i test biologici hanno il pregio di rilevare anche eventuali effetti di sinergismo, poiché sono in grado di evidenziare le ripercussioni dovute alla presenza contemporanea di più fattori inquinanti².

Gli indicatori microbiologici

I microrganismi vengono comunemente utilizzati come indicatori dell'inquinamento di un terreno, poiché svolgono delle funzioni chiave nella degradazione e nel ricircolo della sostanza organica e dei nutrienti, rispondendo prontamente ai cambiamenti dell'ambiente circostante. A causa dell'enorme rapidità di reazione dei microrganismi alle variazioni ambientali, risulta però problematico distinguere

² Spampani M. (1982), *I licheni: indicatori fisiologici della qualità dell'aria*, in *Le Scienze* n. 167, Luglio

fluttuazioni naturali da alterazioni causate da attività antropiche, specialmente quando il dato viene determinato tardi e risulta sprovvisto di controllo. Secondo molti autori, un criterio utile, in tal senso, potrebbe essere quello temporale: se l'alterazione microbiologica tende a tornare alla normalità in 30 o 60 giorni, può essere considerata una normale fluttuazione; se, invece, perdura per oltre 90 giorni, è considerata indice inequivocabile di stress. Quanto alla natura dell'alterazione microbica, c'è da dire che essa può essere stimata sulla base di vari parametri, tutti determinati in laboratorio in condizioni controllate di temperatura e di umidità e, spesso, in presenza di substrati specifici. Pertanto quella che viene stimata è l'attività metabolica potenziale che i microrganismi del suolo sono in grado di sviluppare in condizioni ottimali. Ovviamente, per avere una stima quanto più affidabile possibile dello stato di salute di un suolo, devono essere presi in considerazione più parametri contemporaneamente³.

A livello metodologico, i criteri di indicazione microbiologica circa l'inquinamento di un suolo possono suddividersi in quattro gruppi, a seconda del tipo di informazioni che riescono a dare⁴:

1. biomassa e carica microbica del suolo (per es., conta su piastra);
2. attività microbica del suolo (per es., test respirometrici del terreno);
3. diversità microbica del suolo e struttura della comunità (per es., metodi microbiologici molecolari);
4. interazioni pianta-microrganismi (per es., valutazione della fissazione dell'azoto atmosferico a livello dei noduli radicali delle Leguminose).

Per un corretto utilizzo di tali indicatori microbiologici è indispensabile, in ogni caso, il ricorso a metodi standardizzati, che comprendano ogni fase della procedura, dal campionamento allo stoccaggio e al pretrattamento dei campioni, dal procedimento analitico vero e proprio, all'interpretazione e alla presentazione dei risultati.

Le piante come bioindicatori

La scelta di utilizzare bioindicatori costituiti da sistemi biologici vegetali è motivata da varie cause: essi, infatti, sono capaci di fornire informazioni sulla concentrazione ambientale di inquinanti attraverso modificazioni di caratteristiche fisiologiche quali

la velocità di crescita, la capacità traspiratoria e fotosintetica, la variazione del metabolismo e dell'attività enzimatica. Le piante offrono, poi, notevoli possibilità come bioindicatori, anche perché hanno intensi scambi gassosi con l'ambiente; inoltre, avendo una minore complessità di sistemi di difesa rispetto agli organismi animali, presentano una sensibilità maggiore nei confronti di molte sostanze inquinanti.

La pianificazione di una strategia di biomonitoraggio è, comunque, condizionata da diversi fattori che incidono profondamente sulle tecniche operative e i criteri analitici da adottare: risorse disponibili, tipologia degli inquinanti, caratteristiche dell'ambiente in cui si opera, obiettivi da raggiungere. In taluni casi, è utile ricorrere a bioindicatori che diano reazioni di sensibilità. Valutandone l'abbondanza relativa in una certa area, si può determinare il grado di inquinamento della stessa. È quanto accade, per esempio, per i licheni, utilissimi nella rilevazione biologica di agenti tossici come l'anidride solforosa (SO₂). Sebbene i licheni vengano utilizzati per lo più per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico, non bisogna dimenticare né il fatto che, come si è detto, la composizione di un suolo sia costituita per un quarto da gas, né che in atmosfera questi ultimi possano reagire con il vapore acqueo e, precipitando sotto forma di pioggia, raggiungere il suolo, dove possono determinare significative variazioni delle sue caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche. Inoltre, attraverso la soluzione circolante, tali sostanze possono essere facilmente traslocate nella falda freatica sottostante.

Tornando alle tecniche di bioindicazione bisogna sottolineare che, sul piano metodologico, per poter garantire la validità scientifica dei risultati, occorre prendere scrupolosamente in considerazione una serie di parametri, tra cui la scelta delle specie di licheni da utilizzare, che dovrebbero essere comuni, ampiamente distribuite e facili da identificare e non dovrebbero risultare né eccessivamente indifferenti, né troppo sensibili all'aria inquinata⁵. Un altro aspetto da considerare dovrebbe essere la standardizzazione degli habitat, ossia la scelta degli alberi ospiti: questi, oltre a dover appartenere alle stesse specie e a dover essere ovviamente presenti in tutte le zone studiate, devono avere caratteristiche simili e confrontabili, sia per quanto riguarda la zona di vegetazione (vanno scelti solo alberi isolati, che crescano in condizioni di assenza di elementi protettivi quali edifici, bosco), sia per quanto concerne parametri morfologici e fisiologici (diametro, caratteristiche della corteccia). Bisogna, successivamente, scegliere un metodo di rilevamento per la rilevazione del numero e delle dimensioni delle colonie licheniche,

³ Brookes P. C. (1995), *The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals*, *Biology and Fertility of Soil* 19: 269-279

⁴ Benedetti A., Dell'Abate M.T., Mocali S., Pompili L. (2006), in: *Atlante di Indicatori della Qualità del Suolo*, a cura di: Sequi P., Benedetti A., Dell'Abate M.T., C.R.A., pagg. 63-81

⁵ Spampani M. (1982), op. cit



in modo da minimizzare gli errori. Inoltre, è opportuno effettuare uno studio preliminare dei parametri meteorologici, ad esempio venti prevalenti e piovosità, geomorfologici, ad esempio le pendenze, e socio economici, ad esempio la tipologia di combustibile domestico prevalentemente utilizzata o l'eventuale presenza di impianti industriali, dell'area in esame, al fine di determinarne le condizioni a contorno. Infine, per poter ottenere dati quantitativi confrontabili sull'effettiva concentrazione di inquinante, ad esempio SO_2 , occorre procedere all'analisi chimica di campioni di licheni opportunamente prelevati dalle varie stazioni.

A conclusione del discorso relativo ai bioindicatori di sensibilità occorre ribadire che, oltre ai licheni, possono essere utilizzate anche tantissime altre specie vegetali, forestali e non, che, sebbene meno sensibili, forniscono ugualmente informazioni importanti: a titolo d'esempio, si pensi alle necrosi fogliari indotte dall'ozono (O_3), o alle varie manifestazioni di sensibilità di molte specie forestali, in particolare conifere, nei riguardi di comuni inquinanti gassosi delle aree industriali, come per esempio il fluoro gassoso (F_2).

Un'altra categoria di bioindicatori comprende quelli caratterizzati da reazioni di tolleranza, frequentemente utilizzati per la determinazione dell'inquinamento di un suolo da metalli pesanti. Tra essi figurano i muschi, oggi considerati tra i sistemi biologici più raccomandabili per la valutazione ambientale di elementi in tracce⁶. Prevalentemente diffusi nelle tundre e nei biomi freddi, dove si attestano addirittura ai vertici della produzione primaria, i muschi risultano capillarmente presenti anche nei climi mediterranei. Per l'approvvigionamento idrico e nutritivo tali organismi sono vincolati alla sedimentazione atmosferica, il che favorisce la possibilità di intercettazione e accumulo nei propri tessuti dei più svariati materiali atmosferici idrosolubili, così come di quelli inclusi negli aerosol o nei particolati. I muschi, in tal senso, registrano ogni possibile via d'ingresso attraverso il suolo di numerosi contaminanti, per alcuni dei quali è oggi conosciuta con precisione la relazione quantitativa tra la loro concentrazione nei tessuti dei muschi e l'entità della deposizione atmosferica. I muschi possono essere impiegati sia per il monitoraggio di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e di alcuni contaminanti organici persistenti, come solventi e pesticidi, sia per il controllo dei metalli pesanti. A tal proposito si sta attualmente lavorando a livello europeo e internazionale per cercare di standardizzare le procedure e le specie impiegate, oltre che

per rendere comparabili le informazioni ottenute alle diverse latitudini. Una delle soluzioni proposte prevede l'utilizzo della tecnica del *trapianto*, che si basa sul prelievo e sul trasferimento di tappeti di muschi vivi nelle stazioni in cui si intende eseguire il monitoraggio: per il piombo, i risultati conseguiti sono stati eccellenti, ma risultano molto interessanti anche per quanto riguarda i contaminanti radioattivi. A prescindere dagli utilizzi specifici, ad ogni modo, dal punto di vista dei costi la tecnica di biomonitoraggio basata sui muschi risulta ragionevole e i protocolli rispondono bene anche alle sollecitazioni sinergiche dell'inquinamento.

In futuro, nell'ottica di aumentare l'efficienza nella restituzione quantitativa dei dati ambientali captati dai bioindicatori, si sta puntando alla realizzazione di biosensori, cioè dispositivi costituiti da elementi sensibili biologicamente attivi, quali enzimi, cellule, anticorpi e da una componente elettronica. Il biosensore converte il segnale biochimico in un segnale elettrico, la cui intensità è direttamente proporzionale a quella del segnale biochimico captato. I vantaggi principali sono tempi di vita maggiori, bassi costi e una maggiore attività catalitica.

Il biorimedia e il fitorimedia

Nei paragrafi precedenti si è visto come gli organismi viventi possano essere validamente utilizzati nel monitoraggio ambientale, esercitando una vera e propria azione di controllo preventivo sull'ecosistema; molte specie, tuttavia, sono in grado di intervenire anche a posteriori su un ambiente contaminato, depurandolo e rinaturalizzandolo. Gli organismi più impiegati in tal senso sono, senza dubbio, i batteri (biorimedia o *bioremediation*) e le piante (fitorimedia o *phytoremediation*); essi operano in diversi modi, spesso in sinergia tra loro (si pensi all'apparato radicale delle piante e alle sue interazioni con il suolo e con le relative comunità microbiologiche), sia su inquinanti organici, sia inorganici. Il loro uso deve, naturalmente, essere valutato a priori, confrontandone l'efficacia con quella delle tradizionali metodologie di trattamento decontaminante, di natura essenzialmente chimico-fisica. Tale valutazione dovrà basarsi sulla stima dei *pro* e dei *contro* legati a vari fattori, come la convenienza economica, la concentrazione degli inquinanti, la profondità di stoccaggio degli stessi nel terreno, le caratteristiche ambientali del sito. A tale scopo, bisogna anche tenere presente che non esiste una sola tipologia di fitorimedia o di biorimedia, ma un ventaglio di diverse tecnologie basate sulle differenti caratteristiche delle specie impiegate e degli impianti adottati.

⁶ Modonesi C. (2003), *Muschi spie dell'ambiente*, in *Le Scienze* n. 417, Maggio

La scelta dell'impianto di fitorimediazione

A monte della progettazione vera e propria di un impianto di bonifica biologica di un sito c'è la necessità di informare la popolazione e gli interessati circa le situazioni ambientali dello stesso, la tipologia di scelta adottata, i vantaggi e gli svantaggi della tecnologia ad essa connessa. La progettazione di un sistema di fitorimediazione, in particolare, varia in accordo al tipo e alla concentrazione dei contaminanti, alle condizioni del sito, al livello di bonifica richiesto, alla scelta delle specie da impiegare. La sorgente di inquinamento va, ovviamente, preventivamente individuata e le relative cause rimosse. Il primo aspetto da considerare è il livello di contaminazione del sito: in presenza di alte concentrazioni di contaminanti, infatti, conviene abbandonare l'ipotesi del fitorimediazione in favore di trattamenti chimico-fisici. Le specie impiegate, infatti, pur avendo notevole tolleranza, sono pur sempre esseri viventi e, di conseguenza, possono subire esse stesse dei danni, in presenza di inquinamenti acuti e massicci. Al contrario, il fitorimediazione è ideale per siti contaminati in maniera diffusa e con intensità bassa o media. Inoltre, bisogna conoscere bene le sostanze inquinanti presenti e la relativa profondità nel suolo, per una scelta oculata delle specie vegetali da utilizzare: se la profondità dei contaminanti è inferiore ai 30-60 cm, la capacità di bonifica da parte delle piante è assicurata⁷.

Un punto cruciale è, poi, la scelta delle piante: queste dovrebbero essere a crescita rapida e dovrebbero avere una elevata facilità di messa a dimora e di mantenimento, nonché una relativamente alta capacità di approfondimento radicale. Sarebbe preferibile, inoltre, adottare specie diffuse a livello spontaneo sul territorio nazionale, garantendo pertanto anche un'elevata attenzione ecologica. Dopo la messa a dimora, bisognerà assicurare alle piante irrigazione e fertilizzazione, il che significa tener conto dei fabbisogni idrici e nutritivi delle specie impiantate, in rapporto all'ambiente considerato e alle sue condizioni fisiche, chimiche e biologiche. Ovviamente l'apporto energetico esterno sarà ridotto al minimo nel caso in cui vengano scelte specie autoctone, adattabili e rustiche, o quanto meno idonee al sito da bonificare. In vista dell'utilizzo di tecniche di fitorimediazione, inoltre, le condizioni dell'ecosistema andranno ben studiate a priori da un'equipe formata, se possibile, da più professionalità. Inoltre, non possono trascurarsi eventuali trattamenti contro parassiti o patogeni, che potrebbero compromettere l'impianto, anche

se fosse preferibile prevenire il problema scegliendo specie o coltivazioni vegetali poco suscettibili, evitando in tal modo di aggiungere altri inquinanti nell'ambiente.

Nell'ottica di una valutazione globale della tecnologia, infine, bisogna sottolineare altri due aspetti: il primo riguarda la tempistica, nel caso del fitorimediazione maggiore rispetto a quella dei metodi tradizionali. L'altro aspetto riguarda la possibilità che i residui vegetali derivanti dall'impianto possano entrare a far parte della catena. Per evitare ciò, il livello di inquinanti nei tessuti vegetali va sempre accuratamente monitorato e l'impianto gestito con particolare attenzione, dall'esame di fattibilità alla fase di progettazione, dall'impianto alla manutenzione e all'esercizio, fino alla gestione dei residui e all'inizio del nuovo, eventuale, ciclo.

Vantaggi e svantaggi del fitorimediazione

Con particolare riferimento al fitorimediazione, i principali vantaggi risiedono nei costi, decisamente più bassi rispetto a tutti gli altri interventi di bonifica. Nel campo di applicabilità della tecnica il fitorimediazione risulta una metodologia estremamente adattabile, con particolare riguardo alla capacità di rimozione di basse concentrazioni di contaminanti su aree estese, dove le altre tecnologie di bonifica non sono ugualmente efficienti. Resta la percezione positiva da parte degli utenti, poiché il valore estetico dell'area trattata aumenta di pari passo alla riduzione dei rumori e dei cattivi odori. Altri vantaggi stanno nell'eventuale produzione di energia rinnovabile dal recupero delle biomasse, nella protezione del suolo dall'erosione, o nell'assorbimento di CO₂. Tra gli svantaggi, invece, si annoverano la necessità di applicare il fitorimediazione a siti con livelli di contaminazione medio-bassa; la relativamente bassa profondità di azione nei riguardi dell'inquinamento del suolo, in dipendenza dall'estensione del sistema radicale di ogni pianta; la lentezza del processo, in relazione agli altri interventi di bonifica; la stagionalità della tecnologia, poiché l'efficienza delle piante decidue viene drasticamente ridotta durante il periodo di riposo vegetativo; il rischio di potenziale contaminazione della catena trofica, poiché esiste la possibilità che il contaminante vi entri attraverso l'ingestione dei tessuti vegetali da parte degli animali.

C'è da precisare, a questo punto, che la valutazione deve tener conto di tutte queste caratteristiche, ma è eventualmente possibile il ricorso a tecnologie miste, che prevedano l'impiego integrato di metodi fisico-chimici e di metodi biologici.

⁷ ITRC (Interstate Technology and Regulatory Cooperation) (2001), *Phytotechnology Technical and Regulatory*, Guidance document



La struttura della Terra e la tettonica delle placche

In agraria si definisce sottosuolo il complesso degli strati del terreno che si trovano sotto la superficie del suolo e in cui non arrivano le radici. Il limite suolo sottosuolo è indicativamente posto dove la componente abiotica prevale su quella biotica. Nella sua accezione più ampia facciamo riferimento al sottosuolo quando parliamo di tutto ciò che concerne la crosta terrestre, il mantello sottostante e il nucleo del nostro pianeta. Il sottosuolo è soggetto a continue modifiche che si attuano con dinamiche temporali diverse, dipendenti dalla tipologia delle azioni che intervengono.

Possiamo distinguere due tipologie di azioni che caratterizzano le pressioni subite dal sottosuolo: quelle di origine naturale e quelle di origine antropica. I fenomeni di origine naturale che operano sul sottosuolo sono sia di tipo endogeno che esogeno. Per illustrare, sia pure molto sinteticamente, alcuni dei fenomeni endogeni che hanno un'importanza rilevante sulle caratteristiche del sottosuolo, dobbiamo dare uno sguardo alla struttura più esterna del nostro Pianeta. La parte più esterna della Terra è formata dalla litosfera, spessa circa 10 km nei pressi delle dorsali oceaniche e oltre 200 km sotto i continenti, che comprende la crosta e la parte superiore del mantello. La crosta possiamo indicativamente suddividerla in una parte superiore formata da una copertura sedimentaria con spessore variabile da 0 a circa 20 km e una parte inferiore composta da rocce che sono il risultato di processi magmatici e metamorfici. L'altro elemento della litosfera è rappresentato dalla parte solida del mantello superiore (LID). Sotto la litosfera è presente una zona, spessa un centinaio di km, che si comporta come un fluido molto viscoso; questa parte del mantello è detta astenosfera ed è separata dalla litosfera dalla isoterma 1300°C. La differenza di temperatura tra la base e la parte superiore della astenosfera crea moti convettivi che sono il motore della cosiddetta *tettonica delle placche*. Questa teoria, corroborata da moltissimi dati osservati, spiega i complessi fenomeni che avvengono sulla superficie terrestre, come la distribuzione dei vulcani e dei terremoti, le catene montuose, le fosse oceaniche, la distribuzione geografica delle faune e delle flore nel corso delle ere geologiche e molti altri fenomeni che coinvolgono il nostro pianeta. La teoria si basa sulla frammentazione della litosfera in unità più piccole dette placche, le maggiori delle quali, circa una ventina, spinte dai moti convettivi dell'astenosfera danno luogo a margini che a seconda del moto relativo di due placche adiacenti possono essere attivi, passi-

vi o trascorrenti. I margini attivi sono quelli di due placche che si allontanano, ne sono un esempio le dorsali oceaniche nelle quali il raffreddamento dei magmi che risalgono lungo le fenditure che separano le placche produce nuova crosta oceanica. Nei margini trascorrenti, detti anche conservativi, le due zolle scorrono l'una a fianco all'altra; l'attrito fra le due placche e il loro comportamento elastico può determinare un accumulo di energia nelle aree di frizione che, al superamento della resistenza della roccia, dà luogo a fenomeni di rottura e di liberazione istantanea dell'energia accumulata, generando così un terremoto. Nei margini convergenti, detti anche distruttivi, la placche si scontrano e, a seconda se la collisione coinvolge crosta continentale oppure crosta oceanica, vengono a determinarsi tutta una serie di fenomeni. Senza scendere nel dettaglio possiamo affermare che lungo questo tipo di margine osserviamo: la formazione di catene montuose, dovute all'impilamento di estese falde di ricoprimento formate dai sedimenti che si sono accumulati nei bacini; la formazione di catene vulcaniche dovute alla risalita di magmi generati dalla fusione della placca che nella collisione ha subito un processo di subduzione (è scivolata sotto l'altra placca); lo svilupparsi di fenomeni sismici prodotti dalla rottura delle rocce coinvolte nei fenomeni orogenetici. In questo quadro iniziano a delinearsi alcuni dei temi a noi cari quando ci riferiamo al sottosuolo come elemento importante per la vita dell'uomo, sia in termini di ricchezza che possiamo ricavare, ad esempio con processi estrattivi, sia in termini di rischio, pensiamo ai fenomeni vulcani e simili.

La normativa sul sottosuolo

Il quadro normativo riguardante il sottosuolo è molto complesso e si articola in regolamenti, leggi e decreti che sia a livello nazionale che regionale danno, o cercano di dare, gli indirizzi necessari all'amministrazione pubblica in un'ottica di pianificazione e gestione del territorio che tenga conto delle problematiche che l'ambiente presenta. Solo per indicare le principali leggi che hanno una importante ricaduta sulle attività riguardanti il sottosuolo, possiamo citare la Legge del 4 agosto 1984 n. 464, con la quale viene fatto obbligo di comunicare al Servizio Geologico d'Italia – Dipartimento Difesa del Suolo (Ispra) le informazioni relative a studi o indagini nel sottosuolo nazionale, per scopi di ricerca idrica o per opere di ingegneria civile. Tali informazioni riguardano in particolare le indagini a mezzo di scavi, perforazioni e rilievi geofisici spinti a profondità maggiori di 30 metri dal piano camp-



gna e, nel caso delle gallerie, maggiori di 200 metri di lunghezza. Altra legge importante è la 183/1989 che rappresenta forse il primo strumento per una azione integrata tra suolo, sottosuolo, acqua e pianificazione. Nella direzione indicata da questa legge si sono inserite altre azioni normative di carattere nazionale, come la legge 267/98 (legge Sarno), la 365/00 (legge Soverato), nonché leggi di carattere locale come ad esempio la legge regionale 11/del 2004, emanata dalla Regione Veneto, nella quale vengono istituiti i Piani di assetto del Territorio. La Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 3 marzo 1999 riguarda la Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici, che interessa le reti di servizi come ad esempio la rete elettrica, la rete del gas, la rete dell'acqua.

Le risorse legate al sottosuolo

I complessi fenomeni che portano alla formazione delle rocce magmatiche, metamorfiche e sedimentarie producono elementi che l'uomo utilizza in vari modi e che rappresentano una risorsa dalla quale dipende fortemente la nostra economia. Basti pensare al ruolo dell'industria mineraria per capire come la ricchezza del sottosuolo giochi un ruolo fondamentale nella struttura della società umana. Le risorse minerarie sono estratte dai giacimenti che rappresentano l'accumulo di una particolare risorsa in un determinato luogo, e la formazione dei giacimenti deriva dai processi magmatici, metamorfici e sedimentari che, come detto sopra, sono parte integrante dei processi geodinamici. La distribuzione dei giacimenti, quindi, non è casuale, ma è determinata dalla presenza del processo che crea quella particolare risorsa ed è quindi legata alla storia geologica di una determinata regione. L'energia geotermica, molti minerali che utilizziamo nei processi industriali o per creare gioielli, molte rocce che utilizziamo come materiale da rivestimento o costruzione, come il granito e il tufo, sono il risultato di processi magmatici, troveremo quindi i loro giacimenti in aree dove questi processi sono avvenuti e in alcuni casi sono ancora attivi. Le stupende statue che possiamo osservare nei musei sono perlopiù scolpite nel marmo e questa risorsa è il risultato di processi metamorfici. L'estrazione del petrolio, del metano, del carbone, del calcare per fare il cemento, della ghiaia della sabbia o della argilla, sono possibili in quelle aree nelle quali i processi sedimentari hanno portato alla formazione di queste risorse. Nella cartina geografica sono indicate in modo molto schematico le principali unità litologiche presenti nel nostro Paese.

Possiamo notare come le rocce, risultato dei processi sopra indicati, si raccolgano in aree di estensione regionale in base alla loro tipologia: ciò, come detto, determina anche la distribuzione dei giacimenti delle varie risorse minerarie. I processi che danno luogo alla formazione dei giacimenti sono tuttora attivi, tuttavia i tempi per la formazione di un giacimento possono essere anche molto lunghi se raffrontati alla storia dell'uomo, si pensi ai milioni di anni necessari per la formazione di un giacimento di petrolio, per cui le riserve minerarie devono essere considerate non rinnovabili e un loro uso sconsigliato è destinato a provocarne l'esaurimento.

La gestione del sottosuolo e i rischi correlati

Prima che la tecnologia ci permettesse di accedere alle risorse profonde nascoste nel sottosuolo, l'uomo ha utilizzato solo quanto contenuto negli strati più superficiali, ad esempio l'estrazione di materiale lapideo nelle cave o lo scavo di pozzi più o meno profondi per attingere acqua. L'utilizzo di questa parte più superficiale del sottosuolo ha subito in epoca moderna un notevole incremento dovuto ad una molteplicità di fattori: a titolo di esempio possiamo citare lo sviluppo delle reti di comunicazioni e quindi lo scavo di gallerie, il grande sviluppo dell'edificazione che ha comportato lo scavo delle fondamenta, in alcuni casi sono dell'ordine delle decine di metri, la posa in opera e la gestione delle reti tecnologiche come ad esempio le reti di approvvigionamento idrico, le reti del gas, le reti elettriche, le reti di comunicazione. Queste infrastrutture percorrono in modo capillare le nostre città e questo uso del sottosuolo permette lo sviluppo e la vivibilità degli agglomerati urbani e, in negativo, introduce dei rischi come quelli connessi alle reti di approvvigionamento del gas. Questo intenso uso del sottosuolo, specie nelle aree urbane, ha iniziato ad essere razionalizzato nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 3 marzo 1999. In questa direttiva i comuni sono stati dotati di un potente strumento di gestione del territorio, il cosiddetto PUGSS (Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo). Sono stati introdotti concetti e principi fondamentali, quali ad esempio il suolo urbano, inteso come spazio dove insistono le reti tecnologiche necessarie per l'agglomerato urbano, una risorsa fondamentale che va conosciuta, controllata e gestita insieme alle attività inerenti alla messa in opera e alla manutenzione di una rete tecnologica installata nel sottosuolo. Queste attività devono essere opportunamente pianificate e gestite per interferire il meno possibi-

le sulle attività che operano in superficie come la mobilità e le attività economiche. Purtroppo solo in pochi Comuni il PUGSS è stato adottato entro i termini previsti e tra le regioni solo una, la Lombardia, ha adottato una disciplina organica in materia. Molti fenomeni che interessano il sottosuolo presentano una loro pericolosità, ossia la probabilità che si possa verificare un evento di una data intensità in dato periodo di tempo. L'uomo trasforma spesso questa pericolosità in rischio antropizzando in modo inadeguato, ossia edificando strutture vulnerabili in relazione alla pericolosità delle aree interessate.

Tra i fenomeni più pericolosi possiamo senz'altro annoverare quelli sismici (vedi Capitolo 22). Come abbiamo visto precedentemente, la loro distribuzione è quasi sempre localizzata sui margini delle placche, quindi non tutte le città del mondo sono esposte a questo rischio. Purtroppo, il nostro paese è per larga parte soggetto al verificarsi di terremoti, in quanto si trova in un'area dove avviene lo scontro tra la placca africana e quella euroasiatica. Va anche detto che le Alpi e gli Appennini sono il frutto di questo scontro e volendo sintetizzare possiamo dire che i terremoti, che producono vittime e danni nel nostro paese, sono un effetto della sua esistenza come territorio fisico. L'Italia possiede un catalogo sismico che non ha eguali in altri paesi del mondo e ciò permette di produrre carte di pericolosità sismica molto affidabili e calcolare le azioni sismiche al *bedrock*, ossia sulla roccia dura che fa da basamento sismico, nell'area in cui il manufatto è stato edificato. Un altro elemento di cui bisogna tener conto, oltre alla conoscenza delle azioni sismiche al *bedrock*, è l'amplificazione che lo scuotimento sismico può subire qualora siano presenti particolari condizioni geologiche locali, ad esempio uno strato di sedimenti sciolti soprastanti uno strato di roccia con una maggiore impedenza sismica o una morfologia che concentri l'energia sismica come la cresta di un rilievo. Nel novembre del 2008 il Dipartimento della Protezione civile e la Conferenza Unificata delle Regioni e delle Province autonome hanno approvato il documento relativo agli *Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica* che costituisce uno strumento essenziale per la programmazione territoriale e la pianificazione urbanistica. Per microzonazione sismica (MS) si intende la valutazione e l'individuazione delle aree di comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale e dei fenomeni che avvengono in relazione a un evento sismico. La MS individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità (instabilità di versante, liquefazione, cedimenti differenziali). La pericolosità legata agli eventi sismici e vulcanici è

un fatto naturale con il quale l'uomo, specialmente in aree come il nostro Paese, deve convivere, attuando una serie di azioni e raccomandazioni per mantenere bassi i livelli di rischio.

In altri casi, come il dissesto idrogeologico, la mano dell'uomo può interferire pesantemente sulla pericolosità. Per motivi di completezza di trattazione in questo capitolo ci limitiamo a poche nozioni di base rispetto al tema del dissesto idrogeologico, in quanto il tema sarà oggetto specifico del Capitolo 23. Con *dissesto idrogeologico* indichiamo tutti quei fenomeni di instabilità legati all'azione erosiva dell'acqua e alla natura geologica delle aree: in esso afferiscono competenze che riguardano sia il suolo che il sottosuolo. Per contrastare questo fenomeno, che vede il nostro Paese pesantemente coinvolto per quasi il 70% del territorio, è necessario approfondire il quadro conoscitivo delle aree coinvolte redigendo:

- una carta geolitologica che indichi le caratteristiche delle rocce e dei sedimenti presenti nell'area come la composizione chimica e mineralogica, la struttura e la tessitura;
- una carta geomorfologica che rappresenti e classifichi le forme del terreno in relazione alla litologia e le strutture geologiche con l'individuazione dei processi che hanno generato la morfologia e le sue tendenze evolutive in atto;
- una carta idrogeologica nella quale va rappresentata la distribuzione degli acquiferi e il movimento delle acque nel suolo e nel sottosuolo.

Vanno inoltre censiti tutti i movimenti franosi attivi e quiescenti, zone soggette a intensa azione erosiva e aree nelle quali sono stati individuati fenomeni di subsidenza o sprofondamento come quelli legati a fenomeni carsici o dovuti all'emungimento di gas oppure acqua dal sottosuolo.

Nel caso di eccessivo emungimento di acqua dal sottosuolo, oltre al fenomeno della subsidenza, per gli acquiferi situati in aree costiere può verificarsi anche un altro problema, connesso a un inquinamento a causa di intrusioni di acqua salata. Questo fenomeno presenta risvolti gravissimi perché lungo le coste ci sono molti insediamenti umani e spesso anche un'intensa produzione agricola (vedi Capitoli 14 e 15). L'intrusione di acqua marina negli acquiferi costieri compromette non solo l'approvvigionamento idrico delle popolazioni residenti, ma anche quello necessario all'agricoltura, determinando nei casi più gravi un inaridimento delle aree costiere. Più in generale l'inquinamento delle acque nel sottosuolo può essere causato da diverse attività, ad esempio quelle industriali, quelle urbane, quel-



le agricole, e può essere di natura fisica, chimica o microbiologica. Ci sono diverse metodologie per la realizzazione di carte di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento che da sole non sono sufficienti. Per l'applicazione dei vari questi metodi va fatto uno studio preliminare di una serie di fattori come l'infiltrazione, l'acclività della superficie topografica, la conducibilità idraulica dell'acquifero, la tipologia del suolo, la litologia dell'acquifero, la soggiacenza dal piano campagna, le caratteristiche del non saturo. Per ognuno di questi parametri viene misurata la distribuzione dei suoi valori in una data area, viene redatta una carta per ogni parametro e ciò costituirà un singolo strato informativo al quale viene attribuito un peso in base all'influenza del parametro rappresentato. Verrà poi associato un punteggio, variabile da 1 a 10, che esprime il grado di vulnerabilità

legato al parametro considerato. La carta finale di vulnerabilità è l'intersezione dei vari strati informativi con i loro punteggi e relativi pesi.

Il sottosuolo è usato in modo sempre più intensivo per soddisfare le esigenze della società e dell'economia. Spesso lo sfruttamento delle ricchezze è accompagnato da scarse conoscenze in materia di sottosuolo e porta a un cattivo uso di risorse come ad esempio il petrolio e il gas naturale, le materie prime minerali, l'energia geotermica e l'acqua, esponendoci a una moltitudine di rischi. Questo sfruttamento spesso è in contrasto con un uso ecosostenibile del sottosuolo e della tutela dell'ambiente, mentre è assolutamente necessario dare alle attività antropiche connotati di sostenibilità e compatibilità ambientale, non solo attraverso l'azione normativa, ma anche con una forte azione culturale.



Capitolo 8

La biodiversità

Laura M. Padovani, Paola Carrabba, Cinzia Coduti, Mariella Nocenzi

La biodiversità, la varietà di forme viventi sulla Terra, è la chiave di volta per la conservazione del mondo: è questa varietà, infatti, che garantisce l'equilibrio ecologico di quel grande sistema vivente che è la Terra....
Edward O. Wilson¹

La risorsa biodiversità

L'importanza della biodiversità e del ricco e variegato mondo che la caratterizza era già nota fin dai tempi antichi², eppure, il bisogno di prevedere apposite regole dirette a garantirne la tutela ed un uso sostenibile si manifesta soltanto negli anni '90 con l'adozione, a Nairobi, il 22 maggio 1992, della Convenzione sulla diversità biologica³ (CBD), aperta alla firma degli Stati in occasione della Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo, tenutasi a Rio de Janeiro dal 3 al 14 giugno 1992⁴.

La Convenzione costituisce il documento fondamentale sulla diversità biologica non solo perché ne fornisce una definizione, ma anche perché richiama gli Stati contraenti⁵ ad un impegno costan-

te sulla necessità di garantire la conservazione e l'uso sostenibile della diversità biologica attraverso l'adozione, a livello nazionale, di strategie, piani e programmi (art. 6, comma 1, lett. a), e attraverso un controllo costante sulle attività che possono incidere negativamente sulla conservazione della stessa.

Per diversità biologica, si legge all'art. 2 della CBD, si intende la variabilità degli organismi viventi provenienti da qualsiasi fonte, inclusi, tra gli altri, gli ecosistemi terrestri, marini e gli altri ecosistemi acquatici nonché i complessi ecologici dei quali fanno parte; essa comprende la diversità all'interno di ogni specie, tra le specie e degli ecosistemi.

Il concetto di biodiversità può, inoltre, essere ulteriormente chiarito distinguendo, al suo interno:

1. la diversità di geni, o diversità genetica, che indica l'insieme delle informazioni contenute nei geni degli individui che appartengono ad una determinata specie (pianta, animale, microorganismo)⁶;
2. la diversità di specie, o diversità specifica, che è costituita dall'insieme di tutte le popolazioni di specie viventi che caratterizzano un ecosistema e che popolano un determinato habitat⁷;
3. la diversità di ecosistemi o diversità ecosistemica, data dall'insieme di tutti i differenti ambienti (naturali e non) che esistono sulla terra.

Gli ecosistemi influenzano, e allo stesso tempo sono influenzati, dalle interazioni che si creano tra le diverse specie, i diversi habitat e i diversi processi ecologici che caratterizzano gli ecosistemi.

Per ecosistema si intende il complesso dinamico

¹ Wilson E.O., (1992), *The Diversity of Life*, Harvard University Press.

² Già Tito Lucrezio Caro, nella sua opera tanto educativa e sempre attuale, spiegava con parole semplici, ma estremamente chiare, l'importanza della biodiversità: *Le cose non possono crearsi dal nulla né poi, generate, risolversi nel nulla. Tutti i corpi crescono a poco a poco, com'è naturale a ciò che nasce da un seme certo, e crescendo conservano i caratteri della specie. Perché a primavera vediamo sbocciare la rosa, il frumento maturare nella calura, alla carezza autunnale espandersi le viti, se non perché semi propri di ciascuna specie confluiscono a tempo opportuno, e allora si schiude ogni cosa che nasce, quando la stagione è propizia e la terra pregna di vita effonde senza rischio i teneri germogli alle regioni della luce? Ma se dal nulla nascessero, sorgerebbero a un tratto senza termine fisso e in stagioni non loro, perché non vi sarebbero principi che l'avversa stagione potesse escludere dall'unione generatrice* (De rerum natura, I, 159-193).

³ Convention on Biological Diversity – CBD - <http://www.cbd.int/>

⁴ Nello stesso summit mondiale dei capi di Stato (*Earth Summit*) sono state firmate anche la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici e la Convenzione contro la desertificazione. Queste, unitamente alla Convenzione sulla diversità biologica, sono anche note come le *tre Convenzioni di Rio*.

⁵ Ad oggi, gli Stati che hanno manifestato l'intenzione di vincolarsi alle indicazioni fornite dalla Convenzione quadro sono ben 193, secondo i dati riportati sul sito dedicato alla diversità biologica: <http://www.cbd.int/information/parties.shtml#tab=0>

⁶ Ogni specie vivente si può suddividere in popolazioni, cioè in gruppi di individui che vivono in un'area dove, almeno in linea teorica, avvengono scambi genetici fra gli individui. Negli individui di una popolazione possono avere luogo mutazioni che possono essere trasmesse alle generazioni successive attraverso la riproduzione. Questo è il meccanismo alla base dell'evoluzione. Popolazioni differenti possono accumulare mutazioni nel loro pool genico che, sottoposte agli effetti della selezione naturale o di altri agenti in grado di aumentarne o diminuirne la frequenza, possono portare a cambiamenti evolutivi di quella popolazione, compresa la sua trasformazione in una nuova specie (speciazione)

⁷ Per habitat la Convenzione identifica il sito o il tipo di sito dove un organismo o una popolazione esiste allo stato naturale

formato da comunità di piante, di animali e di microrganismi e dal loro ambiente non vivente che, mediante la loro interazione, formano un'unità funzionale.

In questo senso, la Convenzione fissa agli Stati contraenti i seguenti obiettivi: la conservazione della diversità biologica, l'utilizzazione sostenibile dei suoi elementi e la ripartizione giusta ed equa dei vantaggi derivanti dal suo sfruttamento (art. 1). Gli Stati sono liberi di scegliere gli strumenti più adatti per il perseguimento di tali obiettivi ed esercitano la loro sovranità nello sfruttamento delle risorse presenti sul loro territorio.

Si tratta di un patrimonio molto ricco che oggi, tuttavia, rischia di essere notevolmente compromesso a causa di uno sfruttamento continuo, delle modifiche all'uso del suolo, delle forme diffuse di inquinamento che stanno seriamente minacciando la sopravvivenza di geni, specie ed ecosistemi diversi, dai quali dipende la stessa sopravvivenza del genere umano.

La biodiversità, tra l'altro, è un enorme capitale naturale, in quanto fornisce la base indispensabile per la produzione di beni e servizi, diretti a garantire la sopravvivenza della specie umana, la crescita e competitività al capitale economico, sociale, infrastrutturale e culturale di ciascun Paese, con conseguenti benefici a vantaggio di tutti⁸.

L'importanza della biodiversità è testimoniata anche dall'evento che dal 2000 è ad essa dedicato. Ogni anno, il 22 maggio, si celebra la giornata mondiale della biodiversità. Molti sono i temi affrontati dalle Nazioni Unite in questi anni e molte sono anche le iniziative adottate a livello nazionale. Dalle foreste all'agricoltura, dalla biodiversità marina alla salute, dalle misure per combattere la povertà ai cambiamenti climatici, dalle specie invasive alloctone allo sviluppo sostenibile.

Per quanto riguarda le iniziative europee gli Stati membri dell'Unione Europea sono impegnati in azioni di responsabilità e rispetto verso la natura, attraverso l'adozione di un sistema di pianificazione controllato ed efficiente, diretto a garantire un uso razionale del territorio e delle sue risorse, salvaguardando la biodiversità e i servizi ecosistemici⁹.

La Commissione Ue ha rilevato che la perdita di biodiversità è provocata, in primo luogo:

dalla frammentazione, dal degrado
e dalla distruzione degli habitat causati

⁸ Padovani L.M., Carrabba P., Di Giovanni B., Mauro F., (2009), *Biodiversità: risorse per lo sviluppo*, Enea http://www.enea.it/produzione_scientifica/volumi/V2009_12_Biodiversita.html

⁹ TEEB, (2009), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers*, Summary: http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/d1_summary.pdf

dal cambiamento nell'utilizzo del suolo che, a sua volta, è dato dalla conversione, dall'intensificazione dei sistemi di produzione, dall'abbandono delle pratiche tradizionali (che spesso erano compatibili con la biodiversità), dalle opere di edificazione e da calamità varie tra le quali gli incendi. Altri fattori di pressione importanti sono l'eccessivo sfruttamento, la diffusione di specie esotiche invasive e l'inquinamento. L'importanza relativa di questi fattori di pressione varia da un luogo all'altro e molto spesso vari fattori agiscono in concomitanza.¹⁰

A salvaguardia della biodiversità l'Ue ha adottato la direttiva 79/409/CEE 2009/147/CE concernente la conservazione degli uccelli selvatici e la direttiva 92/43/CEE sulla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. L'art. 3 della direttiva 92/43 istituisce la rete Natura 2000, la più grande rete ecologica europea protetta, finalizzata a garantire il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, dei tipi di habitat naturali e delle specie di fauna e di flora selvatiche di interesse comunitario.

L'Ue ha adottato nel 2011 una strategia puntuale a salvaguardia della biodiversità, che costituisce parte integrante della strategia Europa 2020 e si prefigge di raggiungere, appunto nel 2020, i risultati migliori in termini di riduzione delle perdite di biodiversità e di utilizzo efficiente delle risorse. Si sottolinea, in particolare, la necessità di riconoscere il valore economico di questo patrimonio naturale, sebbene non sia facile determinarne il prezzo e provvedere alla sua contabilizzazione. Il valore della biodiversità deve essere riconosciuto e valutato nei bilanci sociali e deve essere considerato per l'importanza che riveste nei processi decisionali: un impiego efficiente delle risorse è necessario, infatti, non solo per migliorare la qualità della vita, il benessere della collettività e lo sviluppo economico, ma anche, e soprattutto, per evitare lo spreco di risorse economiche conseguente alla necessità di adottare misure dirette ad arrestare la perdita di biodiversità.

La strategia per la biodiversità 2020 prevede sei obiettivi tutti finalizzati ad arrestare la perdita delle risorse e il degrado dei servizi ecosistemici, potenziando il contributo dell'agricoltura e della selvicoltura ed intensificando il contributo dell'Ue nel

¹⁰ Commissione Europea: COM (2006) 216 def. *Arrestare la perdita della biodiversità entro il 2010 e oltre. Sostenere i servizi ecosistemici per il benessere umano*

contesto della biodiversità mondiale. In particolare occorre:

1. conservare e ripristinare l'ambiente naturale completando l'istituzione della rete Natura 2000 attraverso appositi finanziamenti;
2. preservare e valorizzare gli ecosistemi e i loro servizi migliorando la conoscenza degli ecosistemi e promuovendo l'uso delle infrastrutture verdi;
3. garantire la sostenibilità dell'agricoltura, della silvicoltura e della pesca, incrementando i pagamenti diretti per la creazione di beni pubblici ambientali nell'ambito della Politica Agricola Comune (PAC) e provvedendo a pratiche agricole che favoriscano la conservazione dell'ambiente;
4. riservare nei programmi di sviluppo rurale e in specifiche misure agroambientali obiettivi specificamente dedicati alla tutela della biodiversità;
5. combattere la minaccia derivante dalle specie esotiche invasive;
6. intervenire a livello mondiale accrescendo il contributo dell'Ue nella lotta contro la perdita di biodiversità.

Tra l'altro, è stata costituita una piattaforma europea diretta ad intensificare la collaborazione tra le imprese che operano nei settori dell'agricoltura, dell'industria estrattiva, della finanza, del comparto agroalimentare, della silvicoltura e del turismo, per favorire lo scambio di esperienze e buone pratiche. Anche la società civile è chiamata ad attivarsi: in questo senso, i Comuni possono svolgere un ruolo fondamentale nel coinvolgimento dei cittadini in iniziative e progetti a sostegno della biodiversità. Al riguardo, l'Ue dispone di risorse finanziarie che, se razionalmente ed efficacemente impiegate, possono produrre effetti positivi nel più ampio scenario ambientale e climatico; molto si può fare, inoltre, nella ricerca di ulteriori fonti di finanziamento, tra le quali assumono rilievo i fondi destinati all'agricoltura e allo sviluppo rurale, alla pesca, alla politica regionale e ai cambiamenti climatici. Sono incentivate anche forme alternative ed innovative di finanziamento, attraverso il ricorso agli strumenti di mercato, oppure attraverso l'attrazione di investimenti privati nelle infrastrutture verdi. Interessante appare il ruolo fondamentale riconosciuto all'agricoltura, alla silvicoltura e alla pesca nella conservazione e nell'uso sostenibile della biodiversità: si prevede, ad esempio, entro il 2020 di:

estendere al massimo le superfici agricole coltivate a prati, seminativi e colture permanenti che sono oggetto di misure inerenti alla biodiversità a titolo della PAC, in modo da garantire

la biodiversità e apportare un miglioramento misurabile, da un lato, allo stato di conservazione della specie e degli habitat che dipendono dall'agricoltura o ne subiscono gli effetti e, dall'altro, all'erogazione dei servizi ecosistemici rispetto allo scenario di riferimento per l'Ue del 2010, contribuendo in tal modo a promuovere una gestione più sostenibile¹¹.

In materia di foreste, è prevista l'istituzione di:

piani di gestione forestale o strumenti equivalenti, in linea con la gestione sostenibile delle foreste, per tutte le foreste di proprietà pubblica e per aziende forestali di dimensioni superiori a una determinata superficie (che deve essere definita dagli Stati membri e dalle regioni e indicata nei programmi di sviluppo rurale) sovvenzionate a titolo della politica dell'Ue di sviluppo rurale, in modo da apportare un miglioramento misurabile, da un lato, allo stato di conservazione delle specie e degli habitat che dipendono dalla silvicoltura o ne subiscono gli effetti e, dall'altro, all'erogazione dei relativi servizi ecosistemici rispetto allo scenario di riferimento per l'Ue del 2010¹².

Agricoltori e silvicoltori sono chiamati a collaborare per garantire una custodia permanente ed efficace del territorio, provvedendo alla cura dei paesaggi, delle foreste e della diversità genetica in essi presente. Il dialogo tra le istituzioni e gli imprenditori agricoli deve essere incentivato attraverso il sostegno che le prime devono riservare ai secondi, ponendo in atto appositi piani di gestione, avvalendosi, tra l'altro, delle misure di sviluppo rurale e del programma LIFE+.

I piani di gestione forestale, in particolare, devono prevedere specifiche azioni a tutela della biodiversità, garantendo il mantenimento di un livello ottimale di necromassa, la protezione delle riserve naturali, l'attivazione di misure ecosistemiche per favorire la resilienza delle foreste nei confronti degli incendi forestali, nel rispetto dei dati forniti dal sistema europeo di informazione sugli incendi forestali¹³. Le attività di imboscamento, inoltre, devono avvenire osservando gli orientamenti operativi

¹¹ Commissione Europea: COM(2011) 244 def., *La nostra assicurazione sulla vita, il nostro capitale naturale: strategia dell'Ue sulla biodiversità fino al 2020* / www.minambiente.it/sites/default/files/comunicazione_ce_03_05_2011_244.pdf

¹² Commissione Europea: COM(2011) 244 def., *La nostra assicurazione sulla vita, il nostro capitale naturale: strategia dell'Ue sulla biodiversità fino al 2020*.

¹³ <http://forest.jrc.ec.europa.eu/effis/>



paneuropei per la gestione sostenibile delle foreste, garantendo la diversità di specie e le esigenze di adattamento ai cambiamenti climatici.

Anche la pesca deve essere condotta nel rispetto della biodiversità, per garantire, entro il 2015, il rendimento massimo possibile. Gli stock ittici devono essere conservati o ripristinati attraverso la previsione di piani di gestione che consentano di eseguire un controllo delle catture secondo l'approccio del rendimento massimo sostenibile. L'Ue deve intervenire a vasto raggio, elaborando le misure necessarie ad eliminare gli effetti negativi sugli stock ittici, sulle specie, gli habitat e gli ecosistemi.

Le iniziative italiane si sono espresse principalmente attraverso la collaborazione tra istituzioni centrali e regionali, manifestatasi nel corso della Conferenza nazionale sulla biodiversità che si è svolta a Roma dal 20 al 22 maggio 2010 e che ha visto la partecipazione di rappresentanti del settore produttivo, delle associazioni di categoria e di quelle ambientaliste, del mondo accademico e della ricerca e della società civile, ha permesso al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare di predisporre il documento che individua la Strategia Nazionale per la Biodiversità da mettere in atto per il periodo 2011-2020. Obiettivo della Strategia è quello di fermare la perdita di biodiversità entro il 2020, considerato che:

la biodiversità e i servizi ecosistemici, nostro capitale naturale, sono conservati, valutati e per quanto possibile, ripristinati per il loro valore intrinseco e perché possano continuare a sostenere in modo durevole la prosperità economica e il benessere umano nonostante i profondi cambiamenti in atto a livello globale e locale¹⁴.

Gli obiettivi da realizzare tengono conto della biodiversità in relazione ai servizi ecosistemici, ai cambiamenti climatici e alle politiche economiche, nell'ambito di diverse aree di lavoro:

1. Specie, habitat, paesaggio;
2. Aree protette;
3. Risorse genetiche;
4. Agricoltura;
5. Foreste;
6. Acque interne;
7. Ambiente marino;
8. Infrastrutture e trasporti;
9. Aree urbane;

¹⁴ Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, 2010. *La strategia Nazionale per la biodiversità*. http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/biodiversita/Strategia_Nazionale_per_la_Biodiversita.pdf

10. Salute;
11. Energia;
12. Turismo;
13. Ricerca e innovazione;
14. Educazione, informazione, comunicazione e partecipazione;
15. L'Italia e la biodiversità nel mondo.

La realizzazione degli obiettivi è demandata a: una forte condivisione e collaborazione tra i decisori politici e le Amministrazioni centrali e regionali, con il supporto del mondo accademico e scientifico, raccogliendo le istanze dei portatori di interesse, in modo da favorire lo sviluppo sociale, culturale ed economico, conseguendo al tempo stesso gli obiettivi di conservazione della biodiversità¹⁵.

Si tratta di adottare un approccio multidisciplinare, idoneo a favorire la partecipazione attiva di tutti, responsabilizzando le azioni che quotidianamente impattano sul territorio.

Gestione sostenibile della biodiversità **Gli obiettivi per la diversità biologica:** **conservazione e sostenibilità**

La conservazione. Lo scopo in senso biologico della conservazione è di assicurare la perpetuazione di specie, comunità biologiche ed ecosistemi. Nel tempo il concetto di conservazione si è evoluto partendo da un approccio mirato alla singola specie ad uno orientato ad habitat o ecosistemi particolari. In Italia, nel 2011, le aree protette considerate nella *Rete Natura 2000* comprendono il 21% della superficie nazionale¹⁶.

La conservazione della diversità biologica è il primo tra gli obiettivi da perseguire nel contesto della Convenzione, in quanto la capacità della vita, e dell'uomo con essa, di affrontare e superare i momenti di crisi risiede proprio nella possibilità di contare su risorse diversificate. In Italia molto è stato fatto nel campo della conservazione all'interno delle aree protette, così come è intesa in senso tradizionale. La conservazione della biodiversità, la cui diffusione interessa tutto il territorio nazionale, non può essere tuttavia legata esclusivamente alla istituzione di aree protette. La sopravvivenza di specie animali e vegetali è influenzata da fattori e attività umane che avvengono fuori delle aree protette, dove peraltro si conserva la maggior parte del patrimonio di

¹⁵ Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, (2010). *La strategia Nazionale per la biodiversità*

¹⁶ Istat, <http://noi-italia2012.istat.it/>

biodiversità. La conservazione di alcuni ecosistemi, come, ad esempio, gli agro-ecosistemi, e dei paesaggi collegati, dipende più dalla regolamentazione razionale dell'attività umana che dalla conservazione di uno *status* momentaneo. A tale proposito si potrebbe aggiungere alla classificazione fatta dalla CBD delle diversità a rischio di estinzione, anche la diversità culturale. La perdita sistematica di biodiversità naturale, infatti, si deve, in molti casi, alla riduzione della diversità culturale delle popolazioni locali, in termini di valori, regole, obiettivi condivisi che orientano l'azione sociale. Le popolazioni locali hanno sviluppato la capacità di comprendere le risorse e i limiti dell'ambiente in cui vivono, sviluppando tecniche di gestione, naturalmente sostenibili. La perdita di queste conoscenze culturali a livello locale, date dall'abbandono dei territori e da profondi cambiamenti sociali ed economici ha portato alla perdita di quelle capacità gestionali, sostituite da un consumo non sostenibile delle risorse territoriali e della biodiversità.

L'uso sostenibile delle componenti della diversità biologica. L'uso sostenibile delle risorse è definibile come l'utilizzo consuetudinario delle risorse biologiche, attuato in modo che possa essere continuativo nel tempo, senza incidere sulle popolazioni di specie viventi e sugli habitat che vengono utilizzati, e dai quali dipendono il proseguimento dell'attività umana e lo sviluppo futuro. Individuare quindi un modo di utilizzare le risorse della biodiversità per lo sviluppo umano, senza compromettere tali risorse ed il loro futuro utilizzo è, insieme all'obiettivo della conservazione, un obiettivo fondamentale da perseguire nell'ottica della sopravvivenza umana nel contesto naturale del pianeta. E' importante sottolineare che l'obiettivo non è solo l'utilizzo consuetudinario, ma anche quello innovativo: ciò che governa la sostenibilità non è il tempo o la sequenza o persino la tradizione, ma è il senza compromettere le risorse ovvero la rinnovabilità e quindi la permanenza.

L'integrazione delle problematiche relative alla diversità biologica nelle politiche settoriali o inter-settoriali è senza dubbio un passo importante per la sostenibilità. La diversità biologica interessa molti settori produttivi. L'agricoltura e la zootecnia hanno prodotto varietà vegetali ed animali altamente produttive partendo da specie selvatiche a bassa produttività e diffusione; le industrie conserviere, sementiere, farmaceutiche, cosmetiche, utilizzano in maniera diffusa materie prime di origine biologica; l'industria turistica sfrutta la presenza sul territorio di particolarità ambientali paesaggistiche, ma anche animali, vegetali e culturali, e quindi trova posto a pieno titolo tra le attività pro-

duttive coinvolte da eventuali azioni di gestione e conservazione della biodiversità. L'integrazione di misure di uso sostenibile e di conservazione delle risorse di biodiversità nelle politiche industriali dei diversi settori di interesse, non può che essere un passaggio obbligato sia verso una evoluzione senza soluzione di continuità della società umana che verso un cambiamento del modello di sviluppo dell'umanità.

E' necessario un intervento di pianificazione a medio e lungo termine, ma anche una valutazione differenziata del problema, al fine di delineare le migliori strategie di intervento richieste dalle situazioni locali. Alcune zone presentano infatti situazioni di impoverimento delle risorse naturali più accentuate che in altre. In quelle aree sarà necessario intervenire con strategie di recupero *ad hoc*, al fine di evitare ulteriori pressioni sulle risorse naturali di un ambiente già sovrasfruttato, che incideranno in maniera tangibile sulla qualità della vita locale. Tutte le strategie d'intervento, considerate singolarmente o in reciproca correlazione, dipendono dai livelli locali di tolleranza ambientale.

Nella valutazione delle realtà locali si integra la necessità di rivalorizzare le pratiche tradizionali locali, in maniera particolare quando se ne riconosce il valore intrinseco di sfruttamento equilibrato delle risorse. Spesso le pratiche tradizionali, per modalità e tempi, hanno consentito la permanenza di condizioni di sostanziale equilibrio tra l'uomo e l'ambiente, mentre le pratiche di sfruttamento intensivo, che spesso per ragioni di produttività hanno sostituito quelle tradizionali, non sempre rispondono alle caratteristiche di sostenibilità.

L'uso sostenibile della biodiversità nelle attività settoriali. La biodiversità, come accennato in precedenza, ha diverse applicazioni. Nell'elenco che segue si enfatizza il *peso* della biodiversità nei settori produttivi.

- In agricoltura, per il contributo che può essere offerto dalle risorse viventi e dalle biotecnologie alla domanda di prodotti tipici mediterranei e di qualità, di alto valore nutrizionale o con caratteristiche dietetico-salutistiche;
- Nel settore della zootecnia, pesca ed acquacoltura, nel quadro della sicurezza alimentare;
- In campo forestale per le azioni di riforestazione, di rinaturalizzazione e manutenzione del territorio, nel quadro ambientale-energetico di riutilizzo dei rifiuti organici, di lotta alle specie aliene;
- Nell'industria, per lo sviluppo di biotecnologie di uso non agricolo, comprese le nanotecnologie;
- Per tutti i servizi ambientali sopra accennati,



soprattutto nel campo della gestione dei rifiuti, con particolare attenzione alla *bioremediation*, nonché della gestione delle acque e nella manutenzione del territorio;

- Nel settore energetico per la produzione, quando non in contrasto con la produzione a fini alimentari, di biomassa e di biocarburanti e, più in generale, dell'uso della biomassa, specie quella di origine vegetale, nel quadro della lotta all'effetto serra, dell'assorbimento di anidride carbonica, ed all'inquinamento, per il mantenimento dei microclimi;
- Nel settore turistico, per la fruizione integrata, sostenibile e delocalizzata dei beni naturali, insieme ai beni paesaggistici e culturali.

L'approccio ecosistemico e il ruolo delle comunità locali nella tutela della biodiversità

Nel 2000, la CBD ha messo a punto una metodologia che va incontro alla necessità di operare, nella pratica, a livello locale per il perseguimento degli obiettivi individuati nella Convenzione. Questa metodologia è chiamata *approccio ecosistemico*, ed è articolata in 12 principi. L'approccio ecosistemico è definito come una strategia da applicare per una gestione integrata delle risorse della terra, dell'acqua e della vita, al fine di garantirne la conservazione ed un uso sostenibile ed equo¹⁷.

Attraverso tale strategia, ci si prefigge di raggiungere un equilibrio tra i tre obiettivi della Convenzione: la conservazione, l'uso sostenibile e la ripartizione giusta ed equa dei vantaggi derivanti dallo sfruttamento delle risorse genetiche. L'approccio ecosistemico tiene conto della necessità di adattare il modello alle condizioni locali, che possono incidere sui risultati di conservazione e sviluppo conseguiti. I 12 principi individuati, infatti, sottolineano il ruolo di primo piano svolto dalle comunità locali nella gestione e conservazione delle risorse: in particolare, le persone che vivono in un dato territorio, in virtù delle caratteristiche culturali e biologiche che le contraddistinguono, vengono riconosciute come titolari di diritti e di interessi specifici. Ancora più chiaramente, l'approccio prevede che le decisioni necessarie vengano prese al livello istituzionale più vicino possibile al territorio: le decisioni gestionali prese a livello locale sono quelle potenzialmente in grado di garantire maggiore efficienza, efficacia ed equità, perché basate su un possibile coinvolgi-

mento del maggior numero di soggetti interessati, con un bilanciamento tra gli interessi locali e quelli pubblici più generali. In questo caso i vantaggi sono in termini di responsabilizzazione, attenzione, partecipazione e conoscenza delle problematiche territoriali

Le comunità locali, intanto, sono stimolate al confronto con i territori limitrofi, ove sono presenti ecosistemi diversi che richiedono altrettanta cura e attenzione nella fase della gestione. Le istituzioni devono, dunque, essere in grado di prendere decisioni capaci di garantire il giusto equilibrio tra gli ecosistemi presenti in area vasta, riducendo il più possibile gli effetti negativi dei diversi interventi.

La gestione del territorio, condotta seguendo i suggerimenti dell'approccio ecosistemico, permette di conseguire anche ricadute positive in termini economici, garantendo, nel contempo, una più giusta ed equa condivisione dei benefici ottenuti dalle risorse territoriali, in linea con i dettami della Convenzione sulla diversità biologica.

Oltre ai dodici principi *dell'approccio ecosistemico*, il documento di lavoro della COP 5 propone cinque principi operativi da utilizzare nell'applicazione a livello locale dei principi generali sopra enunciati e mostrati nelle Tabelle 8.1, 8.2.

¹⁷ Padovani L, Carrabba P, Mauro F, (2003). *L'approccio ecosistemico: una proposta innovativa per la gestione della biodiversità e del territorio*, in: Energia, Ambiente e Innovazione. Anno 49-1/2003:23-32

Tabella 8.1 - I cinque principi operativi da utilizzare come guida nell'applicazione dell'approccio ecosistemico¹⁸

1.	Concentrare l'attenzione sulle relazioni funzionali e sui processi interni agli ecosistemi.	La diversità biologica funzionale fornisce beni e servizi di importanza economica e sociale e controlla le riserve e i flussi di energia, i cicli dell'acqua e dei nutrienti all'interno degli ecosistemi. È quindi richiesta una sempre maggiore conoscenza dei ruoli delle componenti della diversità biologica, per: (a) comprendere la resilienza ecosistemica e gli effetti della perdita di diversità biologica e della frammentazione degli habitat; (b) individuare le cause di perdita della diversità biologica; (c) individuare i fattori determinanti della diversità biologica locale nelle decisioni di gestione.
2.	Accrescere la condivisione dei benefici.	I benefici che derivano dalla diversità biologica a livello di ecosistema forniscono le basi della sostenibilità. L'approccio ecosistemico cerca di far sì che i benefici derivati da queste funzioni siano mantenuti o ripristinati. In particolare, di queste funzioni dovrebbero beneficiare i detentori di interessi responsabili della loro produzione e gestione. Ciò richiede che le comunità locali accrescano la capacità di gestire la diversità biologica negli ecosistemi; una appropriata valutazione dei beni e dei servizi degli ecosistemi; la rimozione di incentivi perversi che svalutano i beni e i servizi offerti dagli ecosistemi; e la loro sostituzione con incentivi locali rivolti alla messa in opera di buone pratiche di gestione.
3.	Utilizzare pratiche di gestione adattativa.	Il livello di indeterminazione dei processi e delle funzioni degli ecosistemi è accresciuto dalle interazioni con la struttura sociale. È necessario quindi adattare le metodologie e le pratiche di gestione tenendo conto di queste interazioni. I programmi di gestione dovrebbero adattarsi agli imprevisti, piuttosto che basarsi soltanto su ciò che è già noto. La gestione degli ecosistemi ha bisogno di riconoscere la diversità dei fattori sociali e culturali che interessano l'uso delle risorse naturali. Similmente, vi è la necessità di flessibilità nelle decisioni politiche e nei processi di implementazione. La gestione degli ecosistemi dovrebbe essere considerata come un esperimento a lungo termine che basa i propri progressi sui propri risultati.
4.	Portare avanti azioni di gestione alla scala appropriata, decentralizzando al livello appropriato più basso.	Spesso l'approccio implica la decentralizzazione a livello delle comunità locali. Una effettiva decentralizzazione richiede un passaggio di competenze che implica che i detentori di interesse abbiano, al tempo stesso, l'opportunità di assumersi la responsabilità e la capacità di portare avanti azioni appropriate, nonché la necessità di essere supportati da una politica che permetta di agire e da adeguati quadri legislativi. Dove necessario, le apposite istituzioni dovrebbero essere coinvolte nelle decisioni per la risoluzione dei conflitti.
5.	Assicurare la cooperazione intersettoriale.	L'approccio ecosistemico dovrebbe essere tenuto in considerazione nello sviluppo e riconsiderazione delle strategie nazionali e nei piani d'azione per la diversità biologica. L'approccio ecosistemico dovrebbe inoltre essere integrato nell'agricoltura, nella pesca, in campo forestale e in altri sistemi produttivi che hanno un effetto sulla diversità biologica. La gestione delle risorse naturali richiede infatti un aumento della comunicazione e cooperazione intersettoriale.

Tabella 8.2 - I dodici principi dell'approccio ecosistemico¹⁹

	Enunciazione	Razionale
1.	Gli obiettivi della gestione del territorio, dell'acqua e delle risorse viventi sono materia di scelta da parte della società.	<i>Differenti settori della società si rapportano agli ecosistemi a seconda delle rispettive necessità economiche, culturali e sociali. Le popolazioni indigene e le comunità locali che vivono sul territorio sono importanti portatori di interessi (stakeholder) e i loro diritti devono essere riconosciuti. Sia la diversità culturale che quella biologica sono componenti centrali dell'approccio ecosistemico e la gestione deve tenerne conto. Le scelte da parte della società devono essere espresse il più chiaramente possibile. Gli ecosistemi dovrebbero essere gestiti in modo giusto ed equo per il loro valore intrinseco e per i benefici tangibili o intangibili che procurano all'uomo.</i>
<i>Applicazione:</i>		
La conservazione della natura in Italia ha subito una svolta con l'entrata in vigore della legge 6 dicembre 1991, n°394 (Legge quadro sulle aree protette) che ha segnato l'inizio dell'affermazione del principio che la gestione delle aree protette non può prescindere dal coinvolgimento delle realtà politiche, produttive e sociali locali. Tali forme di partecipazione prendono corpo mediante l'istituzione di una Comunità del parco, che rappresenta l'organo consultivo e propositivo dell'Ente parco e che promuove iniziative di sviluppo economico e sociale ecocompatibili, per le collettività residenti all'interno del parco e nei territori adiacenti.		
2.	La gestione dovrebbe essere decentralizzata al livello appropriato più basso.	<i>I sistemi decentralizzati possono condurre a maggiore efficienza, efficacia ed equità. La gestione dovrebbe coinvolgere tutti i portatori di interesse e bilanciare gli interessi locali con i più ampi interessi pubblici. Maggiore vicinanza vi è tra il livello di gestione e l'ecosistema, maggiore risulterà la responsabilità, la proprietà e l'utilizzazione delle conoscenze locali.</i>
<i>Applicazione:</i>		
Coinvolgere le popolazioni locali nella conservazione della biodiversità, permettendo loro di accedere alle informazioni		
3.	Coloro che gestiscono l'ecosistema dovrebbero considerare gli effetti (attuali o potenziali) delle loro attività su ecosistemi adiacenti e su altri ecosistemi.	<i>Interventi di gestione negli ecosistemi spesso hanno effetti sconosciuti o imprevedibili su altri ecosistemi; perciò, possibili impatti necessitano di attenta considerazione e analisi. Questo può richiedere nuovi piani o forme di organizzazione per le istituzioni coinvolte nelle decisioni, al fine di giungere, se necessario, agli appropriati compromessi.</i>

¹⁸ Padovani L, Carrabba P, Mauro F, (2003), op. cit.

¹⁹ Modificato da: Padovani L, Carrabba P, Mauro F, (2003), op.cit



<i>Applicazione:</i>		
Un esempio negativo legato agli effetti generati sugli ecosistemi da interventi modificativi dell'ambiente è dato dal ben noto caso della costruzione della diga di Assuan (Egitto), che ha modificato profondamente il clima di una vasta area ed ha alterato negativamente le condizioni ambientali favorevoli all'agricoltura, intrappolando una buona metà del limo all'interno del bacino, riducendo la fertilità delle terre a valle della diga e delle acque del delta, alterando le naturali condizioni dell'ecosistema fluviale e lo stile di vita di una grande quantità di persone. Un effetto secondario della costruzione della diga di Assuan è stato favorire l'ingresso in Mediterraneo, attraverso il Canale di Suez, di specie marine tropicali provenienti dal Mar Rosso. Prima della costruzione della diga, infatti, il Nilo immetteva in mare grandi quantità di acqua dolce, che impedivano l'ingresso in Mediterraneo alle specie marine del Mar Rosso, abituate ad acque a salinità maggiore.		
4.	Riconoscendo i potenziali benefici derivanti dalla gestione, esiste in generale la necessità di comprendere e gestire l'ecosistema in un contesto economico. Ogni programma di gestione degli ecosistemi dovrebbe quindi: (a) ridurre quelle distorsioni di mercato che hanno effetti negativi sulla diversità biologica; (b) stabilire piani di incentivi per promuovere la conservazione e l'uso sostenibile della diversità biologica; (c) internalizzare il più possibile i costi e i benefici dell'ecosistema.	<i>Il più grande pericolo per la diversità biologica consiste nel venire eliminata a seguito dell'introduzione di sistemi alternativi di uso del suolo. Questo spesso accade attraverso le distorsioni del mercato che sottovalutano i sistemi naturali e le popolazioni e forniscono incentivi iniqui e sussidi a favore della conversione del territorio in sistemi meno diversificati. Spesso coloro che traggono benefici dalla conservazione non pagano i costi associati alla conservazione e, similmente, coloro che generano costi ambientali (ad es. inquinamento) rifuggono dalla loro responsabilità. La messa a disposizione di incentivi permette a coloro che controllano la risorsa di beneficiarne e assicura che coloro che generano i costi ambientali paghino.</i>
<i>Applicazione:</i>		
Il Sesto programma di azione per l'ambiente dell'Unione Europea fissa gli obiettivi e le priorità ambientali che faranno parte integrante della strategia della Comunità europea per lo sviluppo sostenibile e la politica ambientale. In questo contesto un approccio innovativo e il cercare nuovi modi di collaborare con un ampio spaccato della società è considerato un approccio strategico per conseguire gli obiettivi ambientali. È inoltre considerata importante l'integrazione delle tematiche ambientali nelle altre politiche, al fine di rendere le iniziative di conservazione ed uso sostenibile il più possibile efficaci. La collaborazione con il mercato attraverso le imprese e gli interessi dei consumatori contribuirà a creare modelli di produzione e consumo più sostenibili, penalizzando le imprese inadempienti e introducendo regimi che permettano di premiare i migliori; di informare i consumatori perché possano scegliere i prodotti più ecologici orientando così il mercato in una certa direzione; di sopprimere i sussidi pubblici a favore di pratiche nocive per l'ambiente; di incoraggiare le imprese ad innovare, magari cogliendo le opportunità offerte dall'uso, dallo sviluppo e dalla diffusione di tecnologie pulite.		
5.	La conservazione della struttura e del funzionamento dell'ecosistema, al fine di mantenere inalterati i servizi ambientali forniti, dovrebbe essere un obiettivo prioritario dell'approccio ecosistemico.	<i>Il funzionamento e la resilienza dell'ecosistema dipendono dalla relazione dinamica all'interno delle specie, tra le specie, e tra le specie e il loro ambiente abiotico, così come dalle interazioni fisiche e chimiche all'interno dell'ambiente. La conservazione e, ove appropriato, il ripristino di queste interazioni e processi, è di significato maggiore per il mantenimento a lungo termine della diversità biologica che la semplice protezione delle specie.</i>
<i>Applicazione:</i>		
Un buon esempio di questo principio è fornito dalle <i>Everglades</i> , in Florida (USA). Il particolare paesaggio americano, formato da un vasto sistema estuario a praterie costiere e mangrovie, si basa sul delicato equilibrio tra il flusso d'acqua dolce portato dal fiume Kissimmee e l'acqua salata del Golfo del Messico. Le <i>Everglades</i> fungono da <i>nursery</i> per una serie di specie di crostacei e pesci che sostengono l'industria della pesca locale. Il sistema è attualmente in pericolo per l'eccessivo prelievo d'acqua a scopi potabili, irrigui e industriali, per l'inquinamento di provenienza agricola, per la presenza di specie non autoctone che competono con le specie autoctone, per la crescita dell'urbanizzazione. La gestione della risorsa acqua è un fattore critico per la sopravvivenza delle <i>Everglades</i> , perché queste possano continuare a svolgere la loro importante funzione ecologica, lo <i>U.S. Army Corp of Engineers</i> dirige lo <i>Everglades Protection and Expansion Act</i> del 1989, che prevede la modifica delle attuali modalità di gestione dell'acqua dolce per ripristinare in parte il naturale ciclo stagionale dell'area.		
6.	Gli ecosistemi devono essere gestiti nei limiti del loro funzionamento.	<i>Considerando la probabilità o la facilità di raggiungimento degli obiettivi di gestione, attenzione deve essere posta alle condizioni ambientali che limitano la produttività naturale, la struttura, il funzionamento e la diversità dell'ecosistema. I limiti al funzionamento degli ecosistemi possono essere influenzati in grado differente da condizioni temporanee, non prevedibili o mantenute artificialmente e, in accordo con ciò, la gestione dovrebbe essere appropriatamente cautelativa.</i>
<i>Applicazione:</i>		
Le tecniche tradizionali di coltivazione contemplano la pratica del <i>set aside</i> e della rotazione (turnazione) delle colture. Queste pratiche consentono di mantenere un certo livello di produzione senza compromettere in modo drastico le risorse del terreno, ed hanno permesso, in paesi come il nostro, di conservare la fertilità del terreno per millenni. A latitudini e in condizioni socio-economiche diverse, la tecnica dello <i>slash and burning</i> (taglia e brucia), attuata sia per acquisire nuovi terreni all'agricoltura che per questioni energetiche, ha provocato danni irreversibili ad ecosistemi con bassa resilienza, in cui le componenti chimico-fisiche e biologiche degli ecosistemi richiedono tempi di recupero particolarmente lunghi e, a volte, l'alterazione degli ecosistemi di partenza si è dimostrato irreversibile. Una gestione del territorio di questo tipo è alla base dei fenomeni di desertificazione di un consistente numero di aree con problemi di sottosviluppo.		
7.	L'approccio ecosistemico dovrebbe essere intrapreso su scala spaziale e temporale appropriata.	<i>L'approccio dovrebbe essere limitato alle scale spaziali e temporali appropriate agli obiettivi. I limiti per la gestione saranno definiti in modo operativo dai fruitori, dai gestori, dai ricercatori e dalle comunità indigene e locali. La connettività tra aree dovrebbe essere promossa lì dove necessario. L'approccio ecosistemico è basato sulla natura gerarchica della diversità biologica caratterizzata dall'interazione e integrazione di geni, specie ed ecosistemi.</i>

<i>Applicazione:</i>		
La diversità biologica nelle sue diverse componenti può essere conservata ed utilizzata in modo sostenibile solo se considerata come parte integrante degli ecosistemi, e se si tengono in considerazione le sue interazioni con l'uomo. Alle nostre latitudini, dove la frammentazione dell'ambiente risulta essere una delle caratteristiche salienti del territorio, il livello più idoneo di applicazione dei principi dell' <i>approccio ecosistemico</i> è il paesaggio che, inteso anche nella sua componente culturale, rappresenta il più alto livello di organizzazione della diversità biologica, con proprietà sintetiche e descrittive in grado di evidenziare le condizioni di salute/degrado e le interazioni reciproche degli elementi che ne fanno parte.		
8.	Riconoscendo il variare delle scale temporali e gli effetti ritardati che caratterizzano i processi ecosistemici, gli obiettivi per la gestione degli ecosistemi dovrebbero essere messi a punto su scala temporale di lungo termine.	<i>I processi ecosistemici sono caratterizzati dalla variazione lungo una scala temporale e dall'effetto di trascinamento. Ciò entra in conflitto con la tendenza umana a favore di guadagni a breve termine e benefici immediati piuttosto che futuri.</i>
<i>Applicazione:</i>		
Il problema della scala temporale di applicazione dell' <i>approccio ecosistemico</i> è particolarmente critico. Politici, produttori, comunità, donatori, autorità nazionali e locali operano spesso a scale temporali completamente differenti. Nei <i>workshop</i> organizzati nell'ambito del progetto <i>An Ecosystem Approach under the CBD, from concept to action</i> (2000), i casi studio presentati hanno dimostrato che i progetti cercano di andare incontro alle necessità e alle aspettative di differenti <i>stakeholder</i> coniugando obiettivi a medio-lungo termine con azioni concrete a breve termine. Sebbene i partecipanti ai workshop convenissero sul fatto che l'approccio ecosistemico necessita di obiettivi a lungo termine, le comunità locali coinvolte nei progetti sono molto sensibili ai benefici immediati. Le necessità della vita quotidiana sono infatti immediate; un futuro sostenibile può essere irrealizzabile per chi rischia di non avere un futuro. La necessità di mettere a punto obiettivi a breve termine risponde non solo alle necessità degli utilizzatori dell'ambiente, ma può anche venire incontro ai problemi legati alla conservazione di specie o ecosistemi in condizioni critiche. Un modo per stemperare la scarsa efficacia di progetti a breve termine a favore di azioni a medio-lungo termine più significative ai fini dell' <i>approccio ecosistemico</i> , potrebbe essere: a) Far cominciare le parti del progetto ad autosostenersi dal punto di vista economico a medio-lungo termine, dopo una parte iniziale finanziata <i>ad hoc</i> . b) L'integrazione di progetti pilota di breve-medio termine in programmi di tipo permanente. c) L'accettazione e la diffusione delle idee tra i partecipanti locali. d) Una strategia realistica di fine progetto che preveda la continuazione delle attività cominciate con il progetto.		
9.	La gestione deve riconoscere che il cambiamento è inevitabile.	<i>Gli ecosistemi cambiano, inclusa la composizione in specie e l'abbondanza delle popolazioni. Dunque, la gestione dovrebbe adattarsi al cambiamento. A parte la loro dinamica inerente al cambiamento, gli ecosistemi sono assediati da un complesso di incertezze e potenziali sorprese provenienti dall'ambito umano, biologico ed ambientale. I regimi tradizionali di disturbo possono essere importanti per la struttura e il funzionamento dell'ecosistema, e può essere necessario mantenerli o ripristinarli. L'approccio ecosistemico deve utilizzare una gestione che sia in grado di anticipare e provvedere a quei cambiamenti ed eventi, e dovrebbe porre attenzione nel prendere qualsiasi decisione che possa precludere delle opzioni ma, allo stesso tempo, dovrebbe considerare le azioni di mitigazione per far fronte ai cambiamenti a lungo termine come, ad esempio, i cambiamenti climatici.</i>
<i>Applicazione:</i>		
L'attività principale che è alla base del mantenimento di una parte dei paesaggi di montagna nel nostro paese è l'agricoltura. La sua funzione produttiva tradizionale è la garanzia della qualità dell'ambiente ed è l'elemento chiave per la manutenzione e lo sviluppo di molte altre attività in aree montane. Le politiche nazionali ed europee, sempre più volte alla liberalizzazione dei mercati, hanno avuto come conseguenza la riduzione dei prezzi e l'ampliamento delle aziende agricole, tendenze queste che penalizzano un'economia come quella montana, gravata dall'esistenza di svantaggi naturali permanenti (orografici, climatici, di isolamento) che sono all'origine dei maggiori costi di produzione, da una produttività del lavoro più bassa ad una limitazione della dimensione delle aziende agricole. Le difficoltà economiche generate da queste tendenze sono particolarmente gravi da un punto di vista ambientale, a causa dell'importante ruolo giocato dall'agricoltura per gli equilibri ecologici. La fuga delle forze lavoro verso le città e il conseguente abbandono delle attività tradizionali che rappresentavano un valido strumento di gestione territoriale, causa squilibri ambientali difficilmente recuperabili in tempi brevi, come l'omogeneizzazione dell'ambiente, la modifica del paesaggio, le difficoltà organizzative per la popolazione che rimane (isolamento, mancanza di servizi ed infrastrutture, perdita di cultura). Per invertire questa tendenza, che rischia di compromettere la qualità ambientale di vaste aree montane, sarebbe necessario mettere a punto nuove strategie (come quelle in discussione nel quadro dell'Anno Internazionale della Montagna) che coniughino la conservazione dell'ambiente con nuove prospettive di reddito legate all'uso sostenibile delle componenti della diversità biologica nelle aree montane. Un esempio potrebbe essere quello di promuovere forme di remunerazione a fronte di produzione ecocompatibile o conservazione di tipologie ambientali. Queste remunerazioni potrebbero essere legate alla conservazione di funzioni di protezione o di fruizione dell'ambiente montano, visto come generatore di beni ambientali (acqua ed aria di buona qualità, protezione dal dissesto idrogeologico) o come fornitore di beni ambientali (turismo montano).		
10.	L'approccio ecosistemico deve ricercare il giusto equilibrio e l'integrazione con la conservazione e l'uso della diversità biologica.	<i>La diversità biologica è critica sia per il suo valore intrinseco che per il ruolo chiave giocato nel procurare gli ecosistemi e gli altri servizi dai quali in ultima analisi tutti noi dipendiamo. C'è stata nel passato la tendenza a gestire le componenti della diversità biologica come protetti o non-protetti. Si è manifestata la necessità di indirizzarsi verso situazioni più flessibili dove conservazione ed uso sono visti in modo contestuale e l'intera gamma di misure viene applicata in un continuum da ecosistemi strettamente protetti ad altri costruiti dall'uomo.</i>



<i>Applicazione:</i>	
L'approccio alla conservazione della natura è stato storicamente inteso come conservazione di singole specie o aree di particolare interesse. Questo approccio non teneva conto delle relazioni imprescindibili esistenti tra le componenti di un ecosistema, e del fatto, quindi, che la conservazione di un singolo elemento (ad esempio, una specie) è destinato a fallire all'alterarsi delle situazioni a contorno che ne permettono la sopravvivenza.	
Il Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente, nell'elaborazione della Programmazione dei fondi strutturali 2000-2006 (delibera CIPE 22 dicembre 1998), ha steso un rapporto interinale che rappresenta il documento di base per l'adozione della Rete Ecologica Nazionale, uno specifico programma nazionale di interventi di tutela attiva e di sviluppo ecocompatibile delle risorse naturali italiane.	
Il rapporto recita: ... <i>La rete ecologica si configura come una infrastruttura naturale e ambientale che persegue il fine di relazionare tra loro e di connettere ambiti territoriali dotati di una maggiore presenza di naturalità, ove migliore ... è il grado di integrazione delle comunità locali con i processi naturali, recuperando e ricucendo tutti quegli ambienti relitti e dispersi nel territorio che hanno mantenuto viva una seppure residua struttura originaria, ambiti la cui permanenza è condizione necessaria per il sostegno complessivo di una diffusa e diversificata qualità naturale nel nostro paese. Particolarmente, in queste aree, si pone l'esigenza di coniugare gli obiettivi della tutela e della conservazione con quelli dello sviluppo, compatibile e duraturo, integrando le tematiche economiche e sociali dei territori interessati dalle aree protette con la politica complessiva di conservazione e valorizzazione delle risorse ambientali.</i> Questo approccio è sicuramente innovativo e corrisponde all'enunciato del presente principio.	
11.	L'approccio ecosistemico dovrebbe considerare tutte le forme di informazione rilevanti, incluse le conoscenze scientifiche, le innovazioni e le pratiche indigene e locali.
	<i>L'informazione da tutte le fonti è critica per pervenire ad effettive strategie di gestione di un ecosistema. È desiderabile una migliore conoscenza del funzionamento degli ecosistemi e dell'impatto dell'utilizzo umano. Tutte le informazioni rilevanti da ogni area considerata dovrebbero essere condivise con tutti i portatori di interesse e gli attori, tenendo conto, tra le altre cose, di ogni decisione presa sotto gli auspici dell'art. 8(f) della Convenzione sulla Diversità Biologica. Le ipotesi che sono alla base di specifiche proposte di gestione dovrebbero essere avanzate in maniera esplicita e verificate alla luce delle conoscenze disponibili e del punto di vista dei portatori di interessi.</i>
<i>Applicazione:</i>	
La convivenza spesso millenaria dell'uomo con ambienti difficili o dalle caratteristiche molto marcate ha fatto in modo che si sviluppassero tecniche tradizionali di gestione del territorio particolarmente adatte alla conservazione delle caratteristiche peculiari dell'ambiente e allo sfruttamento razionale e non distruttivo delle risorse messe a disposizione dell'ecosistema. Il recupero e la conservazione di queste tecniche può rappresentare un'ottima opportunità di sviluppo di aree oggi svantaggiate da un punto di vista economico. Un buon esempio è dato dal recupero a scopi turistici dell'area delle gravine in Basilicata e Puglia, dove la riscoperta e il riutilizzo delle tecniche tradizionali di raccolta e distribuzione dell'acqua permette la razionalizzazione di una risorsa indispensabile per promuovere il turismo.	
12.	L'approccio ecosistemico dovrebbe coinvolgere tutti i settori rilevanti della società e delle discipline scientifiche.
	<i>Molti problemi inerenti la gestione della diversità biologica sono complessi, con molte interazioni, effetti collaterali ed implicazioni, e quindi dovrebbero coinvolgere le necessarie competenze e i portatori di interessi a livello locale, nazionale, regionale e internazionale, secondo quanto appropriato</i>
<i>Applicazione:</i>	
Tornando al sistema delle <i>Everglades</i> in Florida, il tentativo di ripristino delle condizioni ambientali dell'ecosistema è passato anche attraverso la costituzione di una <i>South Florida Ecosystem Restoration Task Force</i> . La <i>Task Force</i> , formata da ingegneri, scienziati, antropologi e manager di tredici diverse agenzie federali, sei agenzie di Stato e due governi tribali, coordina le proprie attività con il pubblico e con la Commissione Unica stabilita dal Governatore della Florida, al fine di coniugare le necessità del ripristino ambientale con un'economia sostenibile e una buona qualità della vita. Esperienze analoghe potrebbero essere sviluppate nei territori del Bacino del Mediterraneo ove sono presenti comunità locali che hanno preservato forti tradizioni.	

La distribuzione giusta ed equa dei benefici derivanti dall'uso delle risorse genetiche

Una sostanza farmacologicamente attiva nei confronti di una malattia dovrebbe essere considerata patrimonio dell'umanità e non possesso di una multinazionale. Lo stesso discorso vale per varietà di piante o animali che presentano caratteristiche particolarmente desiderabili dal punto di vista economico, alta resa produttiva. Spesso, però, i benefici economici derivati da una sostanza attiva in campo farmacologico sono posseduti di diritto dalla casa farmaceutica che ha sintetizzato per prima il prodotto, anche se il principio attivo era stato da tempo riconosciuto e sfruttato dalla medicina tradizionale. Come si vede questo terzo obiettivo, enunciato nella Convenzione con grande fermezza e decisione, è forse quello più difficile da raggiungere. Sono implicati interessi economici non indifferenti, problemi di giustizia sociale e di democrazia che in molti paesi non sono ancora stati presi in considerazione. L'enunciazione di questo obiettivo ha richiesto un

grande coraggio da parte delle Parti durante il negoziato per la definizione della Convenzione, ma sicuramente questo sarà l'ultimo degli obiettivi ad essere raggiunto, se pure ci si riuscirà mai.

La biodiversità: da vincolo ad opportunità

E' comunemente riconosciuto che il progresso dell'umanità è stato possibile grazie alla domesticazione delle piante e degli animali a scopo alimentare; la farmacologia moderna è basata sugli antibiotici estratti dalle muffe e sugli alcaloidi estratti dalle piante; le biotecnologie si basano sull'utilizzazione degli esseri viventi per la produzione di cibo, farmaci, biosensori. Questi e tanti altri esempi sono in qualche modo legati ad uno degli aspetti pratici della Convenzione. Si è sempre più consapevoli di come la biodiversità giochi un ruolo cruciale nella corretta gestione degli ecosistemi. La biodiversità contribuisce all'equilibrio dei cicli di interesse planetario come quello idrogeologico, biogeochimico e

climatico. Essa contribuisce anche al mantenimento della componente gassosa in atmosfera e al riciclo di sostanze nutritive e rifiuti, e può essere impiegata in prospettiva in situazioni di disastro ambientale.

L'Italia stenta ancora a riconoscere nella tematica della biodiversità l'aspetto innovativo e vincolante nei confronti dei futuri modi di gestire l'ambiente. Non è certo possibile analizzare nel presente contesto le ragioni del ritardo che si è registrato in questo ambito rispetto a quello, ad esempio, del clima. E' possibile però fare due considerazioni riguardo alla evoluzione culturale europea in questo campo: la prima riguarda l'attenzione focalizzata negli ultimi anni soprattutto sulle componenti abiotiche dell'ambiente, la seconda riguarda un certo atteggiamento *tradizionalista*, etico ma spesso estetico, nella conservazione dell'ambiente, anche se è pur vero che il dibattito è stato favorito da una migliore comprensione dei processi di estinzione.

La biodiversità rafforza la produttività di un qualsiasi ecosistema, di un suolo agricolo, di una foresta, di un lago. Infatti è stato dimostrato che la perdita di biodiversità contribuisce all'insicurezza alimentare ed energetica, aumenta la vulnerabilità ai disastri naturali, come inondazioni o tempeste tropicali, diminuisce il livello della salute all'interno della società, riduce la disponibilità e la qualità delle risorse idriche e impoverisce le tradizioni culturali.

La società ha ancora difficoltà nell'individuare il *valore della natura*. La natura è infatti la fonte di molta parte di ciò che definiamo *valore* al giorno d'oggi, eppure solitamente aggira i mercati, sfugge alla fissazione di un prezzo e si ribella alla valutazione. Proprio questa mancanza di valutazione si sta rivelando una delle cause che contribuisce al degrado degli ecosistemi e alla perdita di biodiversità.

La natura infatti offre alla società una varietà di servizi quali cibo, fibre tessili, acqua potabile, un suolo sano, la cattura di anidride carbonica e altri ancora. Sebbene il benessere dipenda totalmente da un flusso ininterrotto di tali *servizi ecosistemici*, spesso essi e il loro ruolo sono misconosciuti a livello politico e sociale. Questo mancato riconoscimento deriva sostanzialmente da due fattori: il primo è la sensazione che determinate risorse ambientali, ad esempio l'acqua potabile, l'aria da respirare, un suolo adatto all'agricoltura, siano illimitate; il secondo dipende dal fatto che tali risorse sono state considerate fino a tempi recentissimi beni pubblici privi quasi totalmente di mercato e pertanto raramente tenuti in considerazione dal sistema economico. Il fatto che questo atteggiamento sia sbagliato è oggi confermato, anche nel nostro paese, da fenomeni quali lo scadimento della qualità dell'acqua potabi-

le, i sempre più ripetuti blocchi della circolazione a fronte di inquinamento dell'aria urbana, i fenomeni di aridificazione e salinizzazione dei terreni fino a poco tempo fa produttivi e oggi non più adatti all'agricoltura. Questi fenomeni fanno emergere in modo drammatico i costi sociali ed economici del mancato equilibrio ambientale, le cui ripercussioni si avvertono non solo a livello generale ma anche a livello familiare. Basti pensare ai costi annui familiari dell'approvvigionamento di acqua potabile, all'aumento dei prezzi delle derrate alimentari e così via. E questo è solo un esempio. La risposta a questi problemi sta nella modifica dei nostri modelli culturali: passare cioè dal considerare l'ambiente come un vincolo al riconoscerne il potenziale valore come volano di sviluppo.

I servizi offerti dalla biodiversità

La conservazione e la corretta gestione del patrimonio di biodiversità sono i presupposti su cui si fonda la funzionalità dei servizi ecosistemici e di conseguenza anche la sopravvivenza dell'umanità. L'erosione della biodiversità può minacciare direttamente o indirettamente la qualità degli ecosistemi ripercuotendosi sia sulla produzione di beni, tra cui i prodotti agricoli e zootecnici, i principi attivi medicinali di origine naturale, la produzione o l'estrazione di materiali, sia sui servizi ecosistemici: tra questi il ciclo dell'acqua, il mantenimento della composizione gassosa dell'atmosfera, la conservazione dei suoli, il riciclo dei nutrienti.

E' stato proposto di raggruppare le funzioni ecosistemiche che apportano benefici all'umanità in quattro categorie primarie di servizi^{20, 21}:

- servizi di produzione: lo sviluppo degli ecosistemi produce risorse naturali per gli usi umani, esempi dei quali sono il cibo e le fibre, la produzione di ossigeno, di combustibili;
- servizi di supporto: si riferiscono alle strutture ecosistemiche che forniscono spazi e substrati usufruibili su scala spazio-temporale per le attività umane. Essi sono identificati nelle vocazioni dell'uso del territorio, ad esempio agricolo, turistico, pesca, ecc. ricordando che il potenziale che un'entità territoriale esprime è determinato dal suo stato di qualità ecologica;
- servizi di informazione: comprendono gli aspetti estetici, di ricreazione, artistici, culturali, sociali, religiosi, di studio, di informa-

²⁰ de Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J., (2002), *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, good and services*, Ecological Economics, 41, 393-408

²¹ Müller F., (2005), *Indicating ecosystem and landscape organization*, Ecological Indicators, 5, 280-294



zione ed emozionali, che sono poi alla base dell'identità dei popoli. Questi servizi vengono indicati da parametri sociali ed economici;

- servizi di regolazione: comprendono le funzioni ecosistemiche che regolano i requisiti basilari per la vita umana: a questa categoria appartengono sia i processi che tamponano le perturbazioni degli ecosistemi sia i meccanismi di retroazione. Entrambi sono responsabili del mantenimento di favorevoli condizioni climatiche e del ciclo dell'acqua, dei budget di nutrienti.

A questa ultima categoria viene riconosciuta una importanza sempre maggiore, a causa delle considerazioni relative ai cambiamenti climatici, anche se cresce la consapevolezza di non conoscere, né in dettaglio né su scala della biosfera, gran parte delle conseguenze delle alterazioni che l'uomo pratica sul pianeta con ritmi esponenziali.

Tabella 8.3 - I Servizi offerti dalla biodiversità

• fornisce cibo e materie prime per l'industria, l'artigianato e la farmaceutica;
• provvede alla base della diversità genetica, che consente l'uso e la conservazione stessa della biodiversità;
• mantiene le funzioni degli ecosistemi, tra cui i processi energetici ed evolutivi;
• contribuisce in modo fondamentale ai cicli biogeochimici;
• contribuisce all'equilibrio idrogeologico, biogeochimico e climatico;
• assorbe, abbatte e ritrasforma gli inquinanti;
• gioca un ruolo fondamentale nella bioremediation;
• protegge il suolo dai fenomeni di erosione, dissesto e degrado;
• tampona situazioni estreme (ad es. nella siccità);
• protegge le risorse idriche, regola la falda acquifera, previene la salinizzazione
• forma e mantiene la struttura del suolo, mantenimento e riciclo dei livelli di umidità e di nutrienti;
• assorbe, inattiva e scompone gli inquinanti e le sostanze nocive disperse nell'ambiente
• stabilizza il macroclima (ciclo dell'acqua) e il microclima
• mantiene vitali gli ecosistemi e regola i rapporti di equilibrio tra esseri viventi e risorse abiotiche
• permette il recupero da eventi estremi (incendi, alluvioni, cicloni, frane e disastri antropici) in termini di ripopolamento e rinaturalizzazione
• recupero e rinaturalizzazione di aree marginali e dismesse

Oltre i servizi, come mostra la Tabella 8.3, altrettanto numerose sono le risorse messe direttamente a disposizione dalla biodiversità:

- cibo e mangimi, circa 5.000 piante usate dall'uomo, di cui 3-4 specie che costituiscono il nutrimento base della popolazione mondiale;
- patrimonio genetico e specifico rappresentato dalle piante non ancora utilizzate o conosciute in agricoltura, silvicoltura, industria e medicina;
- farmaci ed altri prodotti per uso medico, di

origine vegetale, animale e microbico/virale;

- legname usato come combustibile, nelle costruzioni, nella produzione di carta, nell'artigianato;
- piante ornamentali;
- specie vegetali ed animali utilizzate a scopi di riproduzione, ripopolamento, rinaturalizzazione;
- fibre tessili;
- prodotti di origine microbiologica per uso agro-chimico, industriale come i biopolimeri, gli emulsionificanti, ecc. e per alimentazione umana ed animale;
- oli e grassi per usi alimentari, industriali e di trasporto;
- insetticidi e fitofarmaci di origine naturale.

Va inoltre sottolineata l'importanza potenziale delle risorse biologiche come materiale di base per le produzioni derivanti dall'ingegneria genetica.

I benefici sociali sono più di quel che si possa a prima vista pensare, in quanto includono l'educazione e la formazione, la ricerca e le possibilità di sviluppo, gli aspetti più strettamente ricreativi ed estetici. Più precisamente:

- ricadute occupazionali nei campi della conservazione e della valorizzazione delle risorse naturali e culturali locali, come i prodotti tipici e le tradizioni culturali locali;
- ricadute occupazionali in campo ricreativo, nel turismo, escursionismo, birdwatching, fotografia;
- ricerca ecologica e monitoraggio sul campo, formazione ambientale;
- conservazione, rilancio e diffusione di valori culturali, tradizionali, educativi, estetici, letterari, emotivi, spirituali, religiosi, etici.

Valore ed uso commerciale della biodiversità

Ai benefici della biodiversità elencati nel paragrafo precedente corrispondono ben determinati valori commerciali²², che possono essere così riepilogati:

- prodotti naturali per uso medico;
- prodotti industriali di origine naturale per uso farmaceutico;
- prodotti per uso paramedico: nutraceutici, per la dieta, vitaminici, fitomedicina, cibi salutisti naturali, prodotti biologici;
- prodotti cosmetici e per l'igiene personale;
- prodotti agricoli per cibo e mangimi;

²² Ten Kate K. & Laird S.A., (1999), *The Commercial Use of Biodiversity*. Earthscan Publications, London

- pascolo e prodotti erbacei per il bestiame;
- orticoltura ornamentale e giardinaggio;
- protezione delle coltivazioni tramite il controllo biologico e i pesticidi naturali;
- pesca e acquicoltura;
- carne e prodotti animali per l'alimentazione;
- usi sociali culturali, tradizionali, educativi, estetici, letterari, emotivi, spirituali, religiosi, etici;
- tabacco ed altre sostanze psicotrope;
- funghi e prodotti di bosco;
- escursionismo, turismo, ricreazione, sport, tempo libero;
- animali da compagnia, guardia, per usi bellici, servizio, sport, caccia;
- enzimi industriali ed altri prodotti microbiologici;
- bevande ed infusi di origine vegetale compresi gli alcolici;
- oli industriali vegetali e biocombustibili;
- materiali per usi energetici compresa la legna da ardere;
- legname e carta;
- cuoio e pellami;
- fibre ed altri materiali tessili compresa la seta;
- altri materiali di origine biologica per l'artigianato, comprese le conchiglie;
- profumi ed essenze naturali;
- depurazione, remediation, purificazione;
- forestazione, ripopolamento, conservazione.

Si può quindi ben comprendere perché la perdita e l'impoverimento della biodiversità provochi impatti pesanti sull'economia e sulle società, riducendo la disponibilità di risorse alimentari, energetiche e medicinali. A solo titolo di esempio: il mercato mondiale dei farmaci vale 650 miliardi di dollari. Quasi la metà si basa su farmaci tratti, direttamente o indirettamente, dai regni vegetale e animale.

Sulla scorta di queste considerazioni di ambito commerciale ed utilitaristico, è opportuno ricordare che molti sforzi sono stati fatti nel tentativo di valutare, per via diretta ed indiretta, il valore economico, anche in termini monetari o comunque quantitativi, della biodiversità. Questo allo scopo di fornire argomenti sulla convenienza di una conservazione adeguata ed un uso sostenibile della biodiversità stessa. Studi recenti valutano che circa il 40% dell'economia globale sia basata su prodotti o processi biologici. Agricoltura e servizi generano valori collegati all'impiego della biodiversità difficili da stimare, ma sicuramente nell'ordine dei trilioni di dollari all'anno. Di fronte ad un tale ordine di grandezza, risulta ovvio quali possano essere le dimensioni del danno eventualmente causato dalla perdita di biodiversità e dal deterioramento degli ecosistemi.

Alcune considerazioni

Lo stato delle conoscenze sulla biodiversità mette chiaramente in evidenza alcuni dati di fatto:

- La biodiversità non è limitata alla diversità tra le specie ma si estende alla diversità genetica ed ecosistemica e, in senso lato, paesaggistica e culturale;
- La biodiversità non è solo quella rappresentata dalle specie in pericolo di estinzione oppure da tutelare o già tutelate nelle aree protette, ma è tutta la biodiversità, da quella presente nelle zone ancora naturali o magari rinaturalizzate a quella degli ambienti più antropizzati;
- La biodiversità della regione biogeografica mediterranea è, a livello globale, qualitativamente importante per la presenza di endemismi ed adattamento all'ambiente secco;
- La biodiversità, oltre a valori intangibili, possiede un valore economico reale, essendo strumentale alla produzione di servizi ambientali e di materiali di origine biologica come cibo, mangimi, farmaci, legname, fibre, materiali, combustibili;
- Il ruolo della biodiversità e delle risorse biologiche nello sviluppo umano è essenziale e simile a quello delle fonti di energia, pur essendo molto meno riconosciuto;
- Tra le Convenzioni di Rio, la Convenzione sulla diversità biologica è la meno nota al grande pubblico, ai decisori ed agli stessi portatori di interessi locali;
- La perdita di biodiversità in corso a livello globale è preoccupante e dovuta, probabilmente, soprattutto all'antropizzazione;
- La CBD, correttamente, riconosce che il problema non è solo di conservazione, ma, al tempo stesso, di uso sostenibile della biodiversità e di equa condivisione dei benefici da essa derivati; in altre parole, una gestione appropriata della biodiversità è essenziale per uno sviluppo sostenibile sia dei paesi industrializzati, sia dei paesi in via di sviluppo;
- Il ventennio di lavoro della CBD non ha visto un'inversione nella perdita di biodiversità.

È indubbio che la revisione di politiche al fine di pervenire ad un'inversione di tendenza dei fenomeni nocivi per l'ambiente, riscontrati a livello globale, presupponga la convergenza di un consenso sociale e politico così come di interessi finanziari, economici ed industriali che sono in contrasto con quelli consolidati dai modelli di sviluppo insostenibili perpetrati fino ad oggi.

La riconversione industriale dovrebbe quindi



essere gestita con grande attenzione non solo per i suoi risvolti socio-economici ma anche per quelli ambientali, soprattutto alla luce di una crisi economica mondiale come quella che attualmente stiamo vivendo. D'altro canto, un impegno in tal senso può rappresentare anche un'opzione di sviluppo e quindi un aiuto per la ripresa economica internazionale, ad esempio tramite una maggiore efficienza energetica e l'uso delle fonti rinnovabili. È vero che queste nuove opportunità offerte ai mercati non mancheranno di stimolare tentativi speculativi, ma tutto ciò non deve comportare il rifiuto di un percorso culturale, faticosamente avviato, che resta imprescindibile e in grado di contrastare il degrado ambientale,

aprendo il mondo, finalmente, alle nuove prospettive offerte da uno sviluppo sostenibile.

È quindi d'obbligo guardarsi da posizioni estreme che privilegino esclusivamente l'aspetto produttivo o quello relativo alla conservazione in senso lato. È opportuno che le priorità della protezione della biodiversità siano basate sulla coniugazione fra l'identificazione delle componenti della biodiversità che devono essere salvaguardate per garantire gli equilibri degli ecosistemi, ed il riconoscimento delle componenti che possono essere utilizzate, nel quadro di uno sviluppo sostenibile, per il benessere umano delle presenti e future generazioni, e per il recupero degli ecosistemi deteriorati.



Capitolo 9

Il mare

Roberto Iacono e Emanuela Fanelli, Roberta Delfanti, Ernesto Napolitano

Introduzione

Questo capitolo riguarda il mare. Quel *mare oceano* che copre il 71% della superficie terrestre, ma soprattutto il *Mare Nostrum*, il Mediterraneo, sulle cui sponde si sono sviluppate civiltà e culture che hanno lasciato un'impronta profonda nella nostra storia. Su quelle stesse sponde ora si affacciano mondi diversi, non più separati, che spesso si scontrano, anche in modo drammatico, ma talvolta s'incontrano, generando speranza in una nuova Europa che sia esempio d'integrazione sociale e culturale.

Analizzeremo il mare come fonte di risorse:

- biologiche, utilizzate per l'alimentazione umana, per scopi industriali e a fini biomedici;
- minerali, petrolifere e energetiche.

Lo sfruttamento di tali risorse, insieme all'utilizzo dei mari per il trasporto commerciale e turistico, ha un ruolo importante nell'economia Europea attuale, che potrebbe crescere ancora in futuro, pur nel rispetto di quei principi di sostenibilità che sono ormai parte del nostro patrimonio culturale.

Disegneremo le tappe principali dell'evoluzione recente delle attività di sfruttamento di questa risorsa, indicando anche, ove possibile, gli sviluppi attesi nel periodo 2014-2020. Quest'ultimo è il periodo coperto da Horizon 2020, il nuovo Programma europeo per il finanziamento della ricerca e dell'innovazione tecnologica ed è anche l'orizzonte temporale sulla quale i processi decisionali di una buona politica dovrebbero concentrarsi. In parallelo esamineremo i maggiori problemi associati allo sfruttamento del mare¹ e il modo in cui essi sono affrontati dai decisori politici a livello nazionale ed europeo. In quest'analisi porremo l'accento sul ruolo che lo

sviluppo scientifico e tecnologico ha avuto nell'evoluzione delle attività di sfruttamento e descriveremo alcuni casi studio che testimoniano buone pratiche su temi concreti.

Discuteremo anche le scelte relative al finanziamento delle attività di ricerca sul mare in Horizon 2020 che, al momento, penalizzano le attività sul Mediterraneo. Questo pone seri problemi ai paesi mediterranei, poiché lo sfruttamento efficace e sostenibile delle risorse marine richiede la comprensione dettagliata di un ambiente complesso come quello marino:

- in ambiti operativi, attività in mare aperto;
- nella fascia costiera, conoscenza e previsione dello stato del mare e/o dell'evoluzione di proprietà biogeochimiche, su scale temporali brevi, dalle ore ai giorni;
- in ambito climatico: comprensione degli effetti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, su scale di tempo molto più lunghe.

Conoscere il mare

Oltre a regolare il clima globale gli oceani hanno un ruolo fondamentale nel rimuovere il carbonio dall'atmosfera e producono una percentuale importante, anche se ancora non ben quantificata, dell'ossigeno presente in atmosfera attraverso la fotosintesi del fitoplancton vicino alla superficie. Gli oceani racchiudono, inoltre, una preziosa conoscenza dei cambiamenti climatici e dell'evoluzione biologica all'origine dell'attuale mondo vivente che la comunità scientifica ha il compito di decifrare e analizzare per fornire strumenti utili ad affrontare i problemi del presente e prevedere, per quanto possibile, il futuro delle nostre società e della nostra stessa specie.

Attingere a questa conoscenza richiede impegno. Per comprendere, ad esempio, il ruolo del Mar Mediterraneo nel clima dell'area Europeo-Mediterranea, è necessario comprendere l'evoluzione della componente *lenta* della circolazione marina, la cosiddetta circolazione *termoalina*, che coinvolge tutto il bacino con velocità dell'ordine di 1 cm/sec, e che si svolge quindi

¹ Questi sono talvolta elementi di un problema più vasto, che è quello dell'inquinamento marino, e/o interagiscono con esso. Ad esempio, se da un lato il trasporto marittimo contribuisce direttamente all'inquinamento, attraverso gli sversamenti d'idrocarburi, illeciti o accidentali, dall'altro l'inquinamento dovuto a cause terrestri impatta sulla qualità dell'acqua nella fascia costiera, e quindi sulle attività di acquacultura e sul turismo. Buona parte dell'inquinamento marino è, in effetti, dovuta ad attività umane che si svolgono su terra (industria, agricoltura, allevamento) e sono profondamente legate al modello di sviluppo socioeconomico adottato dopo la seconda guerra mondiale

su un arco di alcuni decenni. Le informazioni raccolte attraverso le osservazioni sperimentali non sono ancora sufficienti per una comprensione dettagliata del cambiamento climatico e dei suoi possibili sviluppi come, ad esempio, le transizioni della circolazione verso stati differenti.

Da qui la necessità di continuare pazientemente a osservare e analizzare le dinamiche e la evoluzione del bacino mediterraneo, in una situazione in cui è in atto un cambiamento climatico di cui non comprendiamo in dettaglio le cause e i possibili sviluppi. Il problema principale, rispetto a questo ultimo punto, sta nel fatto che attualmente i finanziamenti alla ricerca in Europa hanno privilegiato lo studio degli impatti dei cambiamenti climatici e delle strategie di mitigazione, penalizzando quelli per lo studio dei meccanismi di base del sistema climatico.

Lo studio del mare richiede quindi l'impegno di comunità scientifiche coese con obiettivi chiari e condivisi, adeguatamente sostenuto dalla politica, dagli stakeholder e dalla pubblica opinione. A tal proposito, occorre però osservare che il panorama della ricerca oceanografica italiana è alquanto frammentato. Sebbene l'Ogs di Trieste, polo storico dell'osservazione geofisica in Italia, abbia acquisito nel 1999 lo status di *Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale*, le attività di oceanografia, sia sperimentali che modellistiche, sono distribuite tra numerose sedi di enti nazionali di ricerca, come il Cnr e l'Enea e diverse sedi Universitarie. Attività d'interesse più prevalentemente costiero sono poi svolte nelle Arpa di alcune regioni. Alcuni di questi istituti, o gruppi, si occupano di oceanografia operativa, campo nel quale è stato creato un efficace coordinamento nazionale e cioè il Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa, Gnoo. Per altre attività, il coordinamento, ove presente, è su scale più piccole, e talvolta lasciato alla buona volontà dei singoli. Ovviamente, ciò non facilita il raggiungimento di standard qualitativi di livello internazionale, che pure sono presenti, e l'interazione tra settori diversi, fondamentale, ad esempio, per la comprensione dell'ecosistema marino.

Risorse marine

Documenti dello European Institute of Innovation & Technology² (Eit) guardano al mare e all'oceano come una sfida per la nostra società, poiché saranno essenziali per il benessere e la prosperità delle generazioni future. La rapida crescita della popolazione globale e del fabbisogno energetico,

² MarineKIC Proposal: *Resources from the Sea*, informazioni su sito www.marinekic-initiative.eu

insieme alla scarsità di terra coltivabile, dovrebbe aumentare la nostra dipendenza dalle fonti di cibo marine e spingerci a sfruttare più intensamente le risorse energetiche, minerarie e biologiche che risiedono nel mare. In effetti, le istituzioni EU hanno riconosciuto l'uso produttivo e sostenibile dei mari europei come una sfida cruciale. Nel 2011 il Consiglio Europeo ha varato la *Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans*, cui aderiscono diciannove paesi tra cui l'Italia, che oltre a facilitare la cooperazione e la pianificazione condivisa si propone di stabilire efficienti meccanismi d'interazione e di trasferimento di conoscenza tra la comunità scientifica, quella dell'industria e dei servizi e i decisori politici. Ciò dovrebbe aiutare a superare quello che viene definito *maritime paradox*, e cioè il fatto che, benché Università e Centri di ricerca Europei forniscano contributi di eccellenza in tutti i campi di interesse per l'economia marittima, quest'ultima sia molto varia e frammentata e in alcuni casi in uno stadio ancora embrionale.

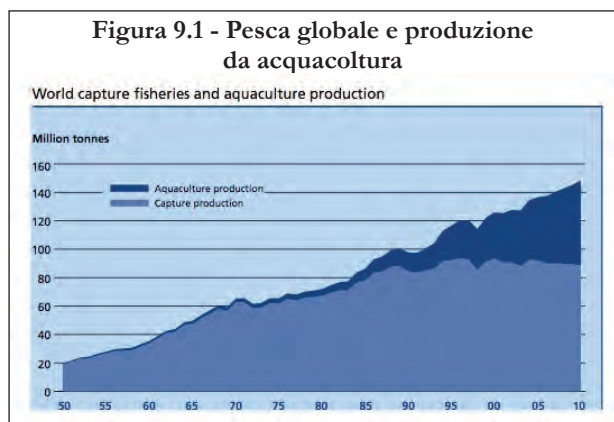
Anche Horizon 2020 fa riferimento ai mari e oceani come sfide. Nei bandi previsti per il 2014-2015 ha un ruolo importante il finanziamento alla *Blue Growth*, BG, sia per aspetti scientifici e tecnologici.

Le ricadute pratiche di queste iniziative Europee potranno essere valutate solo tra qualche anno. Esse mostrano chiaramente che il tema di un migliore sfruttamento delle risorse marine ha un ruolo centrale nell'agenda economica europea dei prossimi anni. Per l'Italia si tratta di importanti opportunità considerate che il nostro Paese ha un'importante sviluppo costiero con più di 7500 km, isole comprese.

Risorse biologiche Pesca e acquacoltura: quadro generale

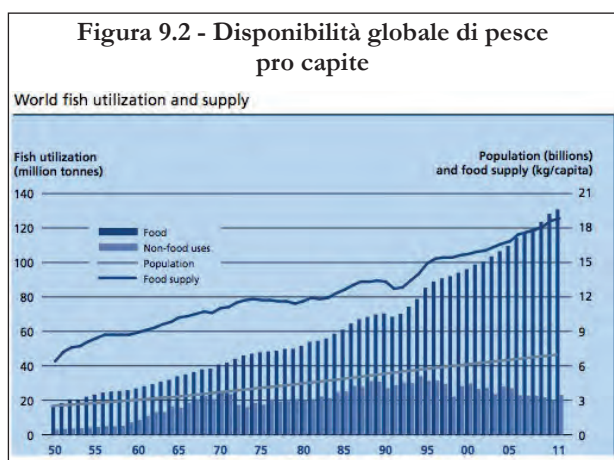
La pesca è un'attività che dura da migliaia di anni. Ha sempre avuto rilevanti impatti sociali ed economici e viene ancora intensamente praticata in gran parte del mondo con modalità differenti. Stime Fao (Food and Alimentation Organization) del 2011 indicano un pescato globale attuale di circa novanta milioni di tonnellate per anno, che fornisce il 16% delle proteine animali disponibili per l'alimentazione umana su base mondiale, con percentuali anche maggiori nelle nazioni in via di sviluppo. Il pescato globale, in crescita fino agli anni Ottanta, ha però raggiunto il massimo negli anni Novanta per poi declinare, come mostra la Figura 9.1. Nel frattempo la produzione da acquacoltura ha invece continuato a crescere vigorosamente, raggiungendo quasi sessanta milioni di tonnellate nel 2010 (tasso

di crescita dal 1980 al 2010 di circa 8.8% per anno), e stime dell'Oecd (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) e della Fao indicano che questa produzione dovrebbe superare il pescato dopo il 2015.



Fonte Fao, 2012

Grazie anche allo sviluppo dell'acquacoltura, la disponibilità pro capite di pesce è quasi raddoppiata negli ultimi cinquant'anni, come mostra la Figura 9.2, raggiungendo circa 18.6 kg nel 2010 (nello stesso lasso di tempo la popolazione mondiale passava da circa tre miliardi agli attuali circa sette miliardi). C'è da chiedersi quanto spazio ci sia ancora per una crescita rilevante di questo dato pro capite a livello mondiale visto gli impatti ambientali non trascurabili delle attività di acquacoltura. La situazione europea è diversa, poiché la crescita dell'acquacoltura è stata complessivamente limitata (vi sono eccezioni, tra cui il caso italiano) da diversi fattori, che vanno dalla difficoltà di competere con paesi extraeuropei dove i costi sono minori e le legislazioni meno restrittive, alla natura frammentaria del settore fino alle difficoltà di accesso ai finanziamenti³.



Fonte Fao, 2012

³ Vedi il Briefing del 14/10/2013: Strategic guidelines for aquaculture in the EU; Library of the European Parliament

La riduzione del pescato globale degli ultimi decenni è un forte indizio di una pressione sulla risorsa che sta diventando insostenibile. In effetti molti degli stock marini monitorati dalla Fao risultano sotto grande pressione: stando alle ultime statistiche disponibili, circa il 30% degli stock ittici di mare aperto è sfruttato in eccesso - un dato questo in leggero calo rispetto a rilevazioni precedenti, ma sempre preoccupante - circa il 57% è sfruttato pienamente e cioè al massimo livello compatibile con la conservazione della risorsa, e solo il 13% non è pienamente sfruttato. Inoltre, l'utilizzo di tecniche di pesca non idonee a preservare le risorse biologiche, insieme alla crescente pressione antropica, con i connessi fenomeni d'inquinamento, e agli effetti dei cambiamenti climatici, hanno contribuito negli ultimi decenni a una rilevante perdita di biodiversità marina, soprattutto nelle fasce costiere⁴.

In quanto alle prospettive future, un parere autorevole è quello espresso nelle conclusioni della recente opera *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani*⁵:

Tutti osservano un mare sempre più povero di risorse biologiche. Sia gli scienziati, supportati dall'ausilio di metodi per il trattamento dei dati e di simulazione sempre più avanzati, sia i pescatori, alla luce della realtà che vivono giornalmente in mare... Il futuro, se non si invertirà la tendenza descritta, è segnato e la pesca sarà destinata al progressivo declino in tempi molto brevi, dell'ordine di pochissimi decenni. La dimensione degli oceani e la difficoltà di accesso agli spazi marini, unitamente alla capacità di risposta di popolazioni che hanno cicli biologici brevi, possono far pensare che parlino di declino della pesca soltanto i catastofisti, dato che non mancano sacche di abbondanza e periodi di pesca abbondante che seguono fasi di estrema scarsità. Tuttavia, le tendenze dominanti, costruite sullo stato di gran parte degli stock nelle aree di pesca a livello mondiale, fanno chiarezza sulla traiettoria che la pesca globalmente sta percorrendo verso il collasso, con letture più o meno pessimistiche circa i tempi.

Se vi è consenso sull'analisi molto più difficile

⁴ Airolidi L., Beck M.W., (2007), *Loss status and trends for coastal marine habitats of Europe*, in *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, Vol.45, pag. 345 ss

⁵ Cautadella S. e Spagnolo M., [a cura di], (2011), *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani*, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali



è affrontare il problema in modo efficace, poiché occorre considerare insieme tutela dell'ambiente e sviluppo delle attività produttive, spesso contrastanti, nell'ambito di un quadro normativo anch'esso complesso e talvolta frammentario. Come osservato da Antonelli, un approccio efficace richiede lo sviluppo di un concetto di sostenibilità riferito sia alla conservazione degli stock ittici che agli aspetti sociali ed economici della pesca, per definire un progetto di sviluppo sostenibile condiviso dai diversi soggetti interessati che si possa realizzare attraverso il loro diretto coinvolgimento⁶.

Veniamo ora al quadro normativo internazionale, in particolare europeo. I due principali punti di riferimento sono la Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare (CNDUM, Montego Bay, 1982), che viene considerata una vera e propria *costituzione degli oceani*, e la Convenzione di Barcellona per la protezione del mare Mediterraneo dall'inquinamento, firmata nel 1976 ed emendata nel 1995⁷. In questa ultima è compreso un protocollo relativo alla gestione integrata delle aree costiere del Mediterraneo, firmato a Madrid nel 2008. Un altro documento importante, che attiene più specificamente alla tutela delle risorse biologiche marine, è il *Codice di condotta per la pesca responsabile* adottato dalla Fao, che non rappresenta una vera normativa, ma un documento d'indirizzo che

stabilisce principi e modelli internazionali di comportamento, per pratiche responsabili, al fine di assicurare un'effettiva conservazione, gestione e sviluppo delle risorse acquatiche viventi, con il dovuto rispetto per l'ecosistema e la biodiversità (art. 1) e definisce quindi linee guida da utilizzare nella formulazione e nell'attuazione di accordi internazionali o di altri strumenti legali, sia obbligatori che volontari (art. 2). Queste linee guida sono state fatte proprie dall'Unione Europea, che ha da tempo adottato l'approccio precauzionale, mediante misure che tendono a contemperare conservazione, sfruttamento sostenibile e riduzione dell'impatto della pesca sugli ecosistemi⁸.

Per quanto riguarda l'Europa un punto di riferimento è il Regolamento (CE) n. 1967/2006 del

Consiglio del 21 dicembre 2006, relativo alle misure di gestione per lo sfruttamento sostenibile delle risorse di pesca nel mar Mediterraneo, che per la prima volta riconosce la specificità della pesca di questo mare, in termini biologici, sociali ed economici. Tra i diversi punti importanti del regolamento vi è la definizione di *zona di pesca protetta*, con l'identificazione di biotopi particolari da proteggere, come la *prateria di Posidonia* o di altre fanerogame, *l'habitat coralligeno*, e i *fondi a Maerl* (art. 2), e il divieto d'uso degli attrezzi da pesca negli habitat protetti (art. 4), con definizione delle possibili deroghe, che sono ammesse solo a fronte di un piano di gestione che tenga conto delle caratteristiche biologiche degli stock e del loro stato di conservazione. Si dispone inoltre - e questo è un vincolo di grande rilevanza - che gli Stati membri stabiliscano un piano di controllo e adottino le misure atte a garantire la raccolta d'informazioni scientifiche, per consentire l'identificazione e la mappatura degli habitat da proteggere. Si indicano poi esplicitamente le pratiche di pesca e gli attrezzi vietati, in riferimento a determinate specie, e si stabiliscono caratteristiche tecniche, come le dimensioni minime delle maglie della reti e degli organismi marini pescabili⁹.

E' infine importante che le specie sfruttate dalla pesca commerciale rappresentino un descrittore all'interno della Direttiva Quadro sulla Strategia per l'ambiente Marino della Comunità Europea¹⁰. Questo implica che il futuro monitoraggio dell'ambiente marino dovrà prevedere dei sottoprogrammi che monitorino lo stato delle risorse e delle strategie per mitigare gli impatti che la pesca produce sull'ambiente, sia direttamente sugli stock ittici e le specie non bersaglio, che sui fondali oggetto di pesca a strascico.

Pesca in Italia

Un quadro aggiornato e esaustivo dello stato della pesca e dell'acquacoltura italiani è fornito dall'opera di Cautadella e Spagnolo, disponibile in rete sul sito del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, a cui si rimanda senz'altro per approfondimenti e per un'ampia bibliografia e da cui sono desunte molte delle considerazioni seguenti.

In Italia sono riconosciuti dodici diversi sistemi di pesca in base all'attrezzo usato. I più diffusi sono la pesca a strascico, la pesca a circuizione e la pesca artigianale o piccola pesca, effettuata con reti da po-

⁶ Antonelli G., Bischi G. I., Viganò E., (2005), *La sostenibilità nel settore della pesca. Modelli, politiche, esperienze in un'area del litorale romagnolo-marchigiano*, 1a edizione

⁷ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:179:0003:0003:IT:PDF>, http://europa.eu/legislation_summaries/environment/water_protection_management/l28084_it.htm

⁸ <http://www.fao.org>

⁹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:409:0009:0064:IT:PDF>

¹⁰ Direttiva 2008/56/CE

sta, palangari, sciabiche, nasse e lenze¹¹. La pesca a strascico e quella con reti a circuizione sono quelle che potenzialmente hanno il maggior impatto sulla risorsa e sull'ambiente in cui operano. La pesca a strascico ha come target principali il nasello (*Merluccius merluccius*), la triglia di fango (*Mullus barbatus*), il gambero rosa (*Parapeneus longirostris*), i gamberi rossi (*Aristeus antennatus* ed *Aristaeomorpha foliacea*), e il moscardino (*Eledone cirrhosa* ed *Eledone moschata*), oltre ad una serie di altre specie (gamberi del genere *Plesionika*, pesci del genere *Pagellus*) che assumono maggiore importanza in alcune aree del paese. La pesca con reti a circuizione riguarda invece in prevalenza il pesce azzurro, ossia sardine (*Sardina pilchardus*) e acciughe (*Engraulis encrasicolus*), ma anche grandi pelagici come i tonni.

Nei nostri mari, lo stato delle risorse, divise nelle categorie *demersali*¹², piccoli pelagici, grandi pelagici e molluschi, è oggetto di monitoraggio fin dagli anni ottanta, sia mediante la realizzazione di campagne di pesca condotte con metodi unificati, stabiliti e coordinati dal Ministero, sia attraverso l'analisi di serie temporali di osservazioni sugli sbarcati, ossia su ciò che viene pescato e portato a terra dai pescatori. I più recenti monitoraggi evidenziano situazioni di sofferenza, sia pure non paragonabili a quelle osservate in altri contesti europei, come per esempio il Mare del Nord, e andamenti differenziati per area e per singola specie. Diverse specie demersali sono in stato di sovra sfruttamento. Ad esempio le catture di nasello sono costituite per quasi il 90% da esemplari giovani di piccola taglia, che non hanno ancora raggiunto maturità sessuale. Ciò ha evidentemente un impatto deleterio sulla risorsa e non consente di ottimizzare le rese in termini economici e di biomassa. Per quel che riguarda la pesca ai piccoli pelagici, il monitoraggio degli stock delle principali specie ha evidenziato una condizione di sovra sfruttamento per l'alice e di pieno sfruttamento per la sardina, mentre non si hanno indicazioni sufficienti sulle altre specie, sgombri e sugarelli, oggetto di queste tipologie di pesca.

La gestione della pesca in Italia fa riferimento a una normativa complessa, inserita nel quadro europeo prima descritto, che non abbiamo qui il

tempo di esaminare in dettaglio. Notiamo solo che tale gestione è soprattutto basata su sistemi di regolazione dello sforzo di pesca, seguendo un approccio sviluppato già negli anni ottanta e in seguito sancito dalla Fao. Uno spartiacque, rispetto alle pratiche precedenti, è stato rappresentato dalla legge 41/1982. Citando da Cautadella e Spagnolo¹³:

La legge 41 fu rivoluzionaria per quei tempi. Anticipando l'attuazione della Carta mondiale della natura e dieci anni prima di Rio de Janeiro (Convenzione sulla Diversità Biologica - 5 giugno 1992), si caratterizza per aver introdotto meccanismi di governo del settore fino a quel momento sconosciuti. La regolamentazione delle catture mediante sforzo di pesca, l'introduzione del sistema delle licenze di pesca articolate per sistema e attrezzi, l'importanza assegnata alla ricerca scientifica e all'informazione statistica di settore, la partecipazione di tutti gli stakeholder al processo decisionale attraverso la partecipazione ai Comitati previsti dalla normativa rappresentano tutti elementi di novità che hanno contribuito al processo di modernizzazione del settore. Ma il vero e proprio approccio rivoluzionario per quei tempi, introdotto dalla legge 41, è costituito dall'articolo 1 che prevede la predisposizione e implementazione del Piano triennale della pesca marittima e dell'acquacoltura con l'indicazione degli obiettivi e degli strumenti utili al loro perseguimento.

Il percorso attuativo di questa legge è stato lungo e non privo di difficoltà ma è anche stato di stimolo per lo sviluppo della ricerca scientifica, per la modernizzazione del settore, con i necessari adeguamenti della pubblica amministrazione e per il rafforzamento del ruolo delle associazioni e organizzazioni di rappresentanza delle categorie sociali. Lo strumento di programmazione basato sul piano triennale è ancora in uso ed è stato capace di integrare le modifiche richieste dalla normativa europea, tenendo conto anche della crescente importanza assunta in Italia dalle Regioni per la tutela delle risorse biologiche marine e per la regolamentazione delle attività di pesca e acquacoltura. Il coinvolgimento degli stakeholder ha inoltre aiutato a gestire ripercussioni economiche e sociali negative dovute

¹¹ Secondo fonti MIPAF-IREFA la flotta da pesca nazionale iscritta nell'Archivio licenze di pesca e operativa a dicembre 2011 risulta composta da 13.078 battelli per un tonnellaggio complessivo di 175.523 GT ed una potenza motore di 1.063.052 KW

¹² Si definiscono *demersali* quelle specie di organismi marini che nuotano attivamente ma si trattengono nei pressi del fondale, sul quale o nei pressi del quale trovano il nutrimento. Tra i pesci demersali si annoverano numerose specie di notevole interesse economico come merluzzi, naselli, triglie, quasi tutti gli sparidi, spigole, ecc. Anche alcuni crostacei come il gambero rosso sono considerati demersali (Fonte Wikipedia). Queste specie hanno relazione con il fondo marino, e che vengono catturate con reti a strascico

¹³ Cautadella S. e Spagnolo M, (2011), op. cit.



alla riduzione della flotta del 35% del tonnellaggio nel periodo 1992-2010 e alle conseguenze delle misure di gestione che introducono limiti temporali nello sfruttamento delle risorse¹⁴. Permangono diversi problemi, che sono ben sintetizzati nelle conclusioni dell'opera di Cautadella e Spagnolo. Da un lato, a fronte di una legislazione matura, attenta alla protezione dell'ambiente e alla tutela della risorsa, vi è una pesca illegale ancora diffusa, che evidenzia lacune nelle attività di controllo, ma anche mancanza di collaborazione da parte dei pescatori che non hanno ancora assunto un ruolo attivo nel sistema della regolazione e dei controlli. Dall'altro, i pescatori si trovano a subire un sistema di regole, talvolta calate dall'alto, che possono contrastare con le loro specifiche realtà, generando reazioni negative comprensibili. Per affrontare questi problemi serve collaborazione e dialogo continuo tra ricercatori, pescatori e decisori, per costruire insieme un sistema pesca sostenibile per il nostro paese.

L'acquacoltura in Italia

L'acquacoltura marina ha radici molto antiche. Numerose sono le testimonianze storiche, testi antichi, mosaici, resti di manufatti risalenti all'epoca degli Etruschi e dei Romani che ci forniscono un'idea dell'attenzione dedicata a questa attività nel Mediterraneo. In Italia l'acquacoltura si è da sempre fortemente diversificata grazie alla elevata diversità ambientale che caratterizza il nostro paese. Le lagune costiere hanno svolto un ruolo fondamentale per lo sviluppo della piscicoltura marina tradizionale, che ha raggiunto nella vallicoltura (impianti costieri di tipo estensivo) il modello più avanzato, fin dalla fine degli anni sessanta. Anche la molluschicoltura italiana ha avuto origine nelle aree marine costiere confinate come lagune, golfi protetti e aree portuali. Infine l'acquacoltura marina intensiva è iniziata con l'allevamento di specie che vivono in aree costiere confinate, capaci di sopportare gli stress dovuti alle variazioni termiche e di salinità, quali ad esempio spigole, orate e anguille.

L'acquacoltura italiana è ben inserita a livello europeo e presenta un ottimo livello di diversificazione delle produzioni, grazie anche a una molluschicoltura molto sviluppata sostenuta da una forte domanda interna. Per quanto riguarda la produzio-

¹⁴ Ad esempio, il fermo biologico: un periodo di almeno un mese (due mesi nel 2011 in Adriatico per strascico e volante), durante il quale le imbarcazioni di determinati compartimenti e con licenza per determinati sistemi di pesca devono interrompere le loro attività, per favorire la riproduzione di specie di maggiore importanza commerciale

ne, secondi i dati più recenti, relativi al 2010¹⁵, la produzione del settore è stimata in 153.500 tonnellate (valore di circa 333 milioni di euro), di cui circa 100.000 provenienti dalla molluschicoltura (mitili e vongole). La produzione sembra quindi essersi stabilizzata dopo un calo che si è verificato all'inizio del decennio 2000-2010. Per un quadro dettagliato del settore al 2009, con informazioni specifiche sulle varie specie allevate e sulle regioni leader, rimandiamo al Capitolo 5 del volume di Cautadella e Spagnolo, dove si indicano anche problemi, concorrenza straniera, costi variabili legati soprattutto ai carburanti e al costo dell'energia, difficoltà di credito, che hanno portato ad una lieve contrazione del numero di imprese operanti nel settore, dovuta soprattutto alla chiusura di imprese a conduzione tradizionale e familiare.

Gli impatti ambientali dell'acquacoltura sono stati al centro dell'attenzione fin dagli anni ottanta, dopo l'avvio delle prime produzioni intensive in gabbie in mare, caratterizzate dall'entusiasmo e dalla curiosità generata dall'innovazione. Sia in Italia che in altri stati europei, errori di progettazione, la localizzazione di allevamenti in aree sensibili, e l'intensificazione delle produzioni hanno comportato il rilascio di nutrienti, l'immissione di patogeni, e la fuga di specie allevate in ambienti naturali. Ciò ha indotto l'Ue e gli stati membri a emanare regolamenti atti a contenere gli impatti negativi dell'acquacoltura. Nel codice di condotta responsabile della pesca¹⁶, sono stati, infatti, definiti (art. 9) anche i principi di una acquacoltura responsabile, capace di durare nel tempo. Nel 2002 è stata poi emanata la strategia per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea¹⁷, che ha enunciato obiettivi specifici per il settore: creare occupazione stabile e duratura, in particolare nelle zone dipendenti dalla pesca; garantire al consumatore la disponibilità di prodotti sani, sicuri e di qualità; promuovere livelli elevati di salute e benessere degli animali e sostenere un'attività ecocompatibile.

Parallelamente si è sviluppato il percorso dell'acquacoltura biologica, partito all'inizio degli anni novanta ad opera di singoli allevatori che in Austria e Germania cominciarono a sviluppare sistemi di produzione biologica per le carpe¹⁸. Le prime rego-

¹⁵ Fao, (2012), *Global Aquaculture Production 1950-2010 database*, March.

Sito: <http://www.fao.org/fishery/statistics/global/aquaculture/production/query/en>

¹⁶ Fao, (1995), Codice di condotta per la pesca responsabile. Disponibile sul sito: <http://www.fao.org/>

¹⁷ Communication from the Commission to the Council and the European Parliament - *A strategy for the sustainable development of European aquaculture*, COM/2002/0511 final

¹⁸ IFOAM, (2010), *Acquacoltura Biologica. Regolamenti (CE) 834/2007, (CE) 889/2008, (CE) 710/2009. Storia, Valutazione, Interpretazione. Versione Italiana*, a cura di P. Lembo e N. Baumgartner. Disponibile sul sito www.ifoam-eu.org/positions/publications/aquaculture/

le per l'acquacoltura biologica sono state introdotte nella normativa europea nell'ambito del Piano d'Azione Europeo per l'Agricoltura Biologica del 2004. L'elaborazione di principi attuativi dettagliati ha però richiesto un ulteriore percorso di ricerca e di confronto con coloro che stavano acquisendo esperienza sul campo. Ciò ha portato all'approvazione del Regolamento europeo n.710/2009, che stabilisce le modalità relative alla produzione di animali e di alghe marine attraverso l'acquacoltura biologica, e promuove l'insediamento stabile di quest'attività nelle zone costiere come alternativa alla pesca in termini di prodotti e di occupazione. Gli elementi distintivi e qualificanti del sistema di produzione riguardano la sostenibilità ambientale, l'origine degli animali, che devono essere allevati con metodo biologico in tutte le fasi della loro vita, l'alimentazione, che deve rispondere a specifiche esigenze nutrizionali, le cure sanitarie, che devono essere basate sulla prevenzione, la densità di allevamento e i sistemi di produzione, che devono garantire il rispetto delle esigenze di ogni specie allevata.

In Italia si stanno muovendo ora i primi passi in questo settore. In Europa il prodotto principale dell'acquacoltura biologica è il salmone Atlantico, seguito da spigole ed orate, da salmonidi (trota iridea, trota fario, salmerini) e carpe. Nel 2008 si stima fossero in attività in Europa 123 aziende certificate per l'acquacoltura biologica (su un totale di 225 aziende nel mondo), che hanno contribuito per quasi la metà della produzione mondiale, stimata in 50.000 tonnellate. Con l'eccezione di pochi paesi, il mercato del pesce biologico è ancora in uno stadio iniziale, con tutti i problemi associati agli alti costi di produzione, ai bassi volumi di vendita, alla scarsa competizione, ed alla necessità di investire nel marketing e di creare consapevolezza nei consumatori. Nei Paesi leader di questo mercato, come Germania, Francia e Gran Bretagna, è stata già raggiunta la soglia della fase di crescita, quindi il volume d'affari e le vendite stanno aumentando, così come la competizione tra i produttori, e contemporaneamente i prezzi appaiono in diminuzione¹⁹.

Specie non indigene

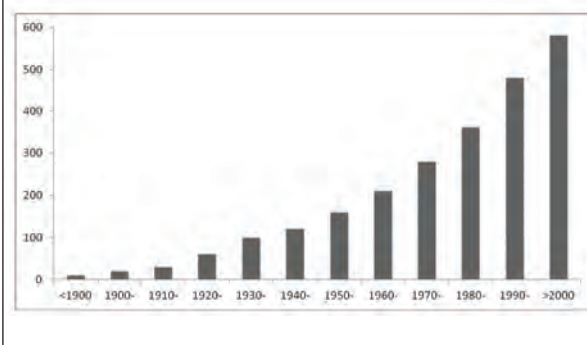
Le specie non indigene (NIS), o non native, sono quelle specie della flora o fauna che vengono trovate al di fuori della loro riconosciuta area di distribuzione. Con circa 925 NIS - numero in costante aumento - il Mediterraneo è attualmente considerato il mare più invaso del mondo. Le

¹⁹ AA.VV. (2007), *Indagine sull'acquacoltura biologica*, API - COISPA, Bari

NIS mediterranee appartengono a 13 Phyla²⁰; i molluschi sono i più rappresentati (216 specie), seguiti dai pesci (127 specie), alghe e piante (124 specie) e crostacei (106 specie). I paesi con il numero maggiore di NIS sono nel bacino orientale ma è stato anche segnalato un crescente ingresso di specie *senegalesi*, di origine atlantica, nel bacino occidentale. Il canale di Suez è la via di accesso per i cosiddetti migranti Lessepsiani²¹, che entrano in Mediterraneo sia naturalmente, trasportati dalle correnti (come larve di pesci o invertebrati) o attaccati ad oggetti flottanti (alghe, tronchi etc.), o artificialmente, attraverso l'intervento umano (per es. attraverso le acque di zavorra, l'acquacoltura o l'acquariologia).

Tra le specie entrate in Mediterraneo, alcune sono state osservate solo una o due volte; questo è il caso, ad esempio, dell'aragosta spinosa *Panulirus ornatus*, avvistata una sola volta nel 1989 sulle coste orientali. Altre specie sono state invece in grado di riprodursi e moltiplicarsi rapidamente, e la loro area di distribuzione in Mediterraneo è in costante aumento. E' questo il caso delle due specie di pesci coniglio *Siganus luridus* e *Siganus rivulatus*, originari del Mar Rosso, che formano ormai grandi banchi nelle nostre acque e in alcune aree, Libano e Israele, sono entrate in competizione con le specie erbivore native come la salpa (Figura 9.3).

Figura 9.3 - Andamento dei record di specie non indigene nel Mediterraneo



Fonte: UNEP/MAP-RACSPA, 2011

Gli effetti delle invasioni biologiche per la fauna e la flora sono importanti, soprattutto nel Mediterraneo orientale, in cui molte NIS sono ormai sta-

²⁰ Nella classificazione zoologica e botanica, la più alta categoria sistematica dei regni animale e vegetale, che corrisponde al tipo animale (per es., il phylum o tipo degli anellidi, degli artropodi, ecc.) e alla divisione vegetale (per es., il phylum o divisione delle spermatofite). Tratto da Dizionario Treccani, 2013

²¹ Chiamati così in onore dell'ingegnere francese Ferdinand de Lesseps, promotore ed esecutore dell'apertura del Canale di Suez nel 1869, la cui progettazione è però dell'italiano Luigi Negrelli



bilite. In generale, gli impatti di queste specie sugli ecosistemi esistenti non sono ancora conosciuti in modo dettagliato, ma in alcuni casi essi sono ben visibili e drammatici. Ad esempio una NIS erbivora può modificare profondamente i fondi ricoperti di alghe: in Turchia, la presenza massiccia di pesci coniglio ha determinato un pascolo eccessivo dei fondali²² che sono divenuti totalmente privi di alghe con conseguenze a cascata per le comunità che vivevano su quei fondi.

L'invasione di NIS nel bacino orientale ha anche avuto impatti sulla pesca, poiché alcune di queste specie sono divenute così abbondanti da divenire oggetto di pesca commerciale. Questo è il caso di alcuni crostacei presenti lungo le coste di Israele, Libano e Siria, e di tre specie esotiche, il pesce coniglio, il pesce lucertola e la triglia a bande dorate, che sono regolarmente presenti nei banchi dei mercati ittici dei paesi orientali. Alcune specie hanno avuto enorme successo. In Turchia, ad esempio, il 43% delle risorse che riguardano la pesca è rappresentato da specie che arrivano dal Mar Rosso. Tuttavia ciò può recare danno alle economie locali se le specie aliene rimpiazzano specie native di maggior valore.

Ci sono poi da rilevare problemi per la navigazione. Ad esempio l'alga bruna sviluppa fronde alte fino a quattro metri, che possono arrivare alla superficie e avvolgere le eliche delle barche, impedendo la navigazione.

Da ultimo, ma non per importanza, va segnalato il possibile impatto sulla salute, poiché alcune NIS sono velenose, con conseguenze anche gravi sull'organismo umano. Si sono registrati, in Egitto e Israele, e più recentemente anche in Libano, diversi casi di avvelenamento causati dall'ingestione di pesce palla (nel cui fegato e gonadi è presente un potente neurotossico, la tetratossina), di cui sono segnalate almeno tre specie in Mediterraneo e sono state già avvistate anche in Italia. Un altro caso di particolare rilievo è rappresentato dalla medusa *Rhopilema nomadica*, che è fortemente urticante. Ogni estate dalla metà degli anni 80, enormi banchi di questa specie appaiono lungo le coste orientali, formando strie lunghe fino a 100 km e larghe anche 1 km, che rappresentano un grave problema per il turismo, la pesca e le installazioni costiere. Diverse municipalità locali israeliane riportano una diminuzione consistente negli afflussi turistici estivi poiché la pericolosità delle meduse è ormai nota al pubblico. La pesca a strascico costiera e con tramagli subisce gravi danni in presenza di queste formazioni poiché le meduse invadono

le reti. Inoltre, le meduse possono impedire l'afflusso di acqua nelle condotte di raffreddamento delle centrali elettriche costiere, come è accaduto in Israele provocando un danno economico di circa 50,000 dollari.

La questione delle specie aliene invasive è stata identificata dalla Commissione Europea come un problema centrale nella tutela della diversità biologica. L'Ue ha finanziato un progetto di ricerca triennale (2005-2007), il DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe), grazie al quale è stato compilato il primo inventario completo dell'invasione biologica nella regione paneuropea, e sono state valutate linee guida per lo sviluppo di strumenti di tutela e conservazione delle biodiversità. Anche la CIEM (Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée) ha da diversi anni redatto degli atlanti di specie aliene che vengono continuamente aggiornati.

Programmi rivolti al pubblico laico vengono attualmente attuati in diversi stati membri con la finalità di creare un sistema di allerta della popolazione sia per le segnalazioni di specie nuove o di allargamento dell'areale di specie già introdotte, sia con la finalità di adozione di strategie per la riduzione della diffusione, dove sia possibile.

Seguendo le linee d'indirizzo dettate a livello internazionale ed europeo, anche in Italia si è cominciato ad affrontare il problema. Nel 2010 è stata adottata la Strategia Nazionale per la Biodiversità, che identifica le specie aliene come un'importante minaccia in ben sette aree di lavoro (specie, habitat e paesaggio; risorse genetiche; foreste; acque interne; ambiente marino; aree urbane e salute). E' stata poi creata una banca dati sulle specie aliene presenti nei mari italiani: i dati di abbondanza e distribuzione delle specie aliene appartenenti a 8 raggruppamenti di organismi areali particolarmente rappresentativi²³. Infine, già dal 2006, grazie alla collaborazione tra Ministero dell'Ambiente e Ispra, è stata avviata un'indagine nazionale sui porti italiani per determinare il rischio di introduzione di specie aliene²⁴.

²² Sala E., Kizilkaya Z., Yildirim D., Ballesteros E. (2011), *Alien Marine Fishes Deplete Algal Biomass in the Eastern Mediterranean*, PLoS ONE 6(2): e17356. doi:10.1371/journal.pone.0017356

²³ <http://www.tutelamare.it/cocoon/sa/app/it/index.html>

²⁴ Vedi Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Le buone pratiche in ambito pesca

Zone di tutela biologica. Dal 1998 sono state istituite, con un decreto del Ministero competente, le prime Zone di tutela biologica (ZTB). Fino a oggi ne sono state istituite tredici, di varie dimensioni, distribuite nelle acque prospicienti molte delle Regioni costiere italiane, con una concentrazione particolare in Adriatico, e sono in corso studi per l'individuazione di altre aree da tutelare. Le ZTB sono aree in cui viene interdetto l'uso di determinati sistemi di pesca (tra cui in particolare lo strascico) in certi periodi dell'anno, con l'obiettivo di tutelare la riproduzione e l'accrescimento di specie di importanza economica. Ad esempio, nella ZTB dell'Argentario, ad ovest dell'Isola del Giglio, e in quella al largo delle coste del Lazio meridionale, sono presenti in inverno alte concentrazioni di giovani naselli, che vengono tutelate con il divieto di pesca con reti trainate nei primi sei mesi dell'anno. L'istituzione delle ZTB ha sicuramente avuto effetti positivi, ma richiede una programmazione attenta e condivisa con le associazioni dei pescatori, per definire strategie ottimali, in termini di vastità dell'area protetta e dei limiti temporali, per assicurare il rispetto dei divieti, e per evitare che nei periodi di fermo della pesca si generi un'eccessiva pressione su aree limitrofe.

La pesca al rossetto. Un esempio di gestione sostenibile della risorsa ittica è rappresentato dalla pesca del rossetto, *Aphia minuta*, in Toscana, che viene effettuata nel periodo invernale da circa 50 imbarcazioni con una sciabica (una rete con particolari modalità di utilizzo) con catture annuali comprese tra 10 e 30 tonnellate. Gli individui catturati sono commercializzati sul mercato toscano e ligure. Il Piano di Gestione è il frutto del monitoraggio e delle analisi sull'attività di pesca e sullo stock realizzato da Arpat Toscana negli ultimi 20 anni e rappresenta lo strumento per garantire e tutelare nel tempo sia la popolazione di questa specie che la particolare tecnica tradizionale di pesca, insieme ai livelli occupazionali e al reddito dei pescatori. Con l'adozione del Piano è stato definito un livello minimo di biomassa sopra il quale si hanno buone garanzie di sostenibilità biologica dello stock, e di conseguenza un livello massimo accettabile di rendimento, con bassa probabilità di eccedere il valore della cattura massima sostenibile.

I consorzi per la pesca delle vongole. Nel 1995, con il Decreto Ministeriale 44/1995, sono state definite le regole per la costituzione, in via sperimentale, dei cosiddetti Consorzi di gestione per la pesca delle vongole (Co.Ge.Vo.), con l'obiettivo di gestire la risorsa e di coinvolgere la maggioranza delle imprese coinvolte nel comparto, per un miglioramento della produzione. Il bilancio, a distanza di due decenni, è positivo. Riportiamo dal libro di Cautadella e Spagnolo, già citato: "L'esperienza di autogestione nel comparto dei molluschi bivalvi è sicuramente positiva: il decentramento decisionale, con la specificazione di diritti d'uso territoriale, ha sortito effetti in ordine al miglioramento delle condizioni ambientali, all'aumento della qualità del pescato, all'incremento del valore della produzione, al contenimento delle voci di costo, alla definizione di appropriate strategie commerciali, con conseguente razionale gestione delle risorse e del mercato". Un bilancio dettagliato di quest'esperienza, relativo all'Alto Adriatico, è riportato inoltre nel libro *Le vongole dell'Alto Adriatico tra ambiente e mercato*, a cura di Giovanna Trevisan (Ed. Franco Angeli, 2011).

Estrazione di minerali

La quantità di minerali che risiede nel fondo dell'oceano è sconosciuta, ma potenzialmente grande. Risorse disponibili per l'estrazione comprendono argento, oro, rame, manganese, cobalto e zinco, molti dei quali si trovano in concentrazioni più elevate rispetto a quelle osservate nelle miniere terrestri. Negli anni settanta e ottanta, alcune delle più grandi compagnie minerarie mondiali, insieme ad agenzie governative, investirono in programmi per l'estrazione di noduli di manganese dal fondo marino, ma i costi si rivelarono proibitivi, e i programmi furono abbandonati. Oggi, con l'industria

manifatturiera dell'Ue in cerca di sicuri approvvigionamenti di materie prime per il futuro e con il continuo progresso tecnologico nelle operazioni in mare aperto, l'interesse nel campo si sta riaccendendo. L'estrazione di minerali in mare è, infatti, considerata come una delle cinque aree di interesse per la *blue growth*: si stima che i fondi oceanici potrebbero fornire il 5% dei minerali su scala mondiale entro il 2020, e il 10% entro il 2030, con un fatturato annuo globale che potrebbe dunque passare da zero oggi a 5 miliardi di euro entro il 2020 e raddoppiare entro il 2030.

In questa prospettiva, considerata la scarsità di conoscenze circa la vita negli ambienti profondi, è



necessario un approccio precauzionale per evitare danni irreparabili alle risorse biologiche profonde, sia per il loro valore intrinseco in termini di biodiversità che per un loro eventuale potenziale per lo sfruttamento in campo biotecnologico. In parallelo, è necessaria un'attenta valutazione degli impatti ambientali, economici e sociali dello sviluppo delle attività estrattive prefigurato. Tale valutazione è in corso in questo momento a livello europeo.

Un approccio completamente differente è stato invece utilizzato fuori dall'Europa, dove una vastissima area è oggetto di esplorazione da parte di numerose compagnie minerarie (le licenze di esplorazione sono raddoppiate dal 2010). Nel Pacifico, all'interno delle acque territoriali, sono ora sotto licenza di esplorazione oltre 1,5 milioni di kmq di fondale marino, approssimativamente la superficie di Italia, Francia e Spagna messe assieme. Questa moderna *corsa all'oro* è in buona parte dovuta alla scoperta di ricchi depositi di minerali intorno a camini idrotermali e in siti vulcanici sottomarini (il primo deposito fu scoperto nel 1977 durante una spedizione geologica vicino alle isole Galapagos). I solfuri formano ciminiere scure, *black smokers*, intorno ai camini, e attorno ad esse risiedono comunità ecologiche straordinarie, caratterizzate da complesse e uniche interazioni tra sostanze chimiche, batteri e fauna in un ambiente caratterizzato da forti gradienti di temperatura e alte pressioni. Ad oggi, sono stati individuati circa 350 depositi, e c'è un forte interesse per il loro sfruttamento commerciale. Comprensibilmente, ci sono anche forti preoccupazioni da parte di molti biologi marini e delle associazioni ambientaliste, che temono che l'estrazione possa danneggiare irrimediabilmente questi ecosistemi unici, e più in generale, l'ambiente marino.

Risorse energetiche rinnovabili

Negli ultimi decenni l'interesse verso fonti energetiche alternative è cresciuto, sia a livello mondiale che europeo, anche a causa di noti problemi di fonti tradizionali come gli idrocarburi e il nucleare, relativi sia allo stato delle risorse, in via di esaurimento o di sempre più difficile reperibilità (a questo proposito si veda il Capitolo 10) che ai forti impatti ambientali connessi al loro sfruttamento. A livello europeo si stima una crescita decisa del settore.

In Italia la ricerca nel campo dell'energia dal mare si è sviluppata in modo rilevante nell'ultimo decennio. Un quadro abbastanza aggiornato delle attività nel campo è fornito da un rapporto Enea²⁵, che contiene una sezione dedicata all'energia estraibile dal mare. Nel seguito riportiamo stralci da questo rapporto, integrandoli con informazioni sugli sviluppi più recenti. Il rapporto si concentra sui convertitori di energia dal moto ondoso e su quelli che sfruttano le correnti di marea, poiché questi sono i settori di maggior rilievo per i paesi mediterranei e quindi anche quelli in cui si sono prodotti in Italia gli sviluppi più importanti nell'ultimo decennio. Per quanto riguarda l'estrazione di energia dalle onde, va ricordato che la situazione mediterranea è meno favorevole rispetto a quella che si riscontra sulle coste atlantiche dell'Europa, dove, grazie ai robusti sistemi di venti che spirano da ovest sull'Atlantico alle medie latitudini, la potenza media annuale disponibile va da un minimo di 25 kW/m (kW per metro di cresta) a un massimo di circa 75 kW/m. Questi venti arrivano anche nell'area Mediterranea,

²⁵ Stato e prospettive di sviluppo delle tecnologie per la produzione di Energia Elettrica, Calore, Biocarburanti e delle tecnologie per l'Efficienza Energetica, Febbraio 2012. Il rapporto fornisce informazioni utili su un contesto più ampio, poiché delinea lo stato al 2011, di tutte le tecnologie energetiche utilizzate in Italia, evidenziando i punti di forza e di debolezza, con particolare attenzione all'efficienza energetica e alle fonti rinnovabili.

Un esempio di cattiva pratica

Le preoccupazioni relative agli impatti delle trivellazioni profonde sono state ravvivate dall'estrazione esplorativa effettuata negli ultimi anni nel sito di Solwara 1 in Papua Nuova Guinea. Il problema principale sembra essere l'impatto di metalli pesanti tossici (mobilizzati dal processo di estrazione) sulla fauna locale. L'associazione contro l'estrazione di minerali in questa zona afferma che la compagnia estrattiva non ha efficacemente modellizzato la chimica dei metalli che verrebbero messi in circolazione e la dinamica delle correnti oceaniche che potrebbero trasportarli sotto costa. Ciò ha indotto il governo locale a ritirare il suo appoggio al progetto di estrazione, nonostante forti pressioni da parte della compagnia mineraria. Quest'ultima ha conseguentemente abbandonato il progetto estrattivo, e si ritirerà dall'area prima che problemi sull'ecosistema locale possano essere evidenziati. Un chiaro esempio di cattiva pratica da non imitare!

ma, a causa delle ridotte dimensioni del bacino, non riescono a produrre onde di altezza e periodo comparabili con quelle oceaniche.

Una recente dettagliata stima del potenziale energetico del moto ondoso presente lungo le coste italiane è stata elaborata dall'Enea, nell'ambito di un Accordo di Programma con il Ministero dello Sviluppo Economico. Da tale analisi è emerso²⁶ che il mar Adriatico presenta un valore medio annuale di potenza ondosa di circa 2 kW/m, e che nel mar Ionio, e in buona parte del Tirreno la potenza media è di circa 3 kW/m, mentre raggiunge 4 kW/m nel Tirreno meridionale. Valori nettamente maggiori caratterizzano la costa nord occidentale della Sardegna, dove la potenza media è di circa 10 kW/m, ancora piuttosto bassa per gli standard europei, ma sufficiente per lo sfruttamento, grazie anche ai più recenti sviluppi tecnologici nel campo dei convertitori dell'energia delle onde, ottenuti in centri di ricerca e università italiane.

E' interessante notare che da pochi mesi è stato reso operativo in Enea un sistema per la previsione dello stato del mare ad alta risoluzione spaziale (1/32°) su tutto il Mediterraneo, in cui sono innestati degli zoom ad ancora più alta risoluzione in aree, come la costa ovest della Sardegna, che potranno essere in futuro utilizzate per l'estrazione di energia. La disponibilità di tali strumenti, insieme a quella di modelli operativi per la previsione della circolazione nei mari italiani e di modelli meteorologici ad alta risoluzione, costituisce un supporto essenziale per lo sviluppo e la corretta gestione di qualsiasi futura attività offshore lungo le coste italiane.

In quanto alle correnti di marea (movimenti orizzontali di acqua che s'intensificano negli stretti e canali), esse hanno intensità sufficiente per essere convertite in energia elettrica solo in poche regioni europee, come la Scozia, l'Irlanda, la Grecia, la Francia e l'Italia. In Italia le regioni più interessanti sono lo stretto di Messina, la laguna di Venezia, il canale di Sicilia e le Bocche di Bonifacio in Sardegna, e tra queste la più energetica è lo Stretto di Messina. Anche se non esistono ancora stime dettagliate per quest'area, una stima di massima dell'energia effettiva annua, basata su dati da correntometri, indica un valore energetico minimo estraibile di circa 5200 kWh/m². Supponendo di adottare un dispositivo di conversione a pale rotanti dalla superficie frontale di 150 m², e considerando di utilizzare un impianto il cui rendimento globale è del 25%, questo corrisponderebbe a una produzione annuale di energia di 195 MWh, quan-

tità sufficiente per ottenere il conferimento di un Certificato Verde per l'impianto.

Va osservato che gli impianti installati in mare possono anche essere utilizzati per la produzione di acqua potabile attraverso desalinizzazione, utilizzo questo che potrebbe essere importante in aree geografiche del sud del Mediterraneo dove l'accesso ad acqua di qualità è un problema, che limita anche lo sviluppo. Studi recenti indicano che un impianto per la produzione elettrica di 2 MW potrebbe anche produrre 4300 metri cubi di acqua desalinizzata al giorno per usi potabili e irrigui.

Notiamo infine che, oltre agli aspetti economici e tecnologici dovrà essere considerata la compatibilità ambientale di questi impianti, studiando le loro interazioni con gli ecosistemi marini. Così come accade per altre tecnologie offshore, le aree idonee per usi energetici possono competere con altri usi del mare (pesca, aree sensibili, trasporto marittimo, turismo, aree d'interesse militare) e saranno necessari adeguati strumenti di pianificazione per risolvere e regolare i potenziali conflitti. Informazioni più dettagliate sugli sviluppi tecnologici in questo campo in Italia sono presenti nel Capitolo 10.

Una possibile agenda

Il panorama delle attività di sfruttamento delle risorse marine disegnato in questo capitolo è evidentemente non esaustivo, sia per ragioni di spazio (il tema richiederebbe da solo un corposo volume) che per scelte dovute ai background degli Autori, che li hanno portati a privilegiare temi per loro di particolare interesse, ad esempio, il tema delle risorse biologiche, che è di grande rilevanza per il nostro paese, e quello dell'estrazione di energia rinnovabile dal mare. In quest'ultimo campo il panorama italiano attuale è ricco e vitale, sia in termini di ricerca che di iniziative industriali, e lascia intravedere interessanti sviluppi. Evidentemente, non intendiamo qui anticipare soluzioni miracolose, ma solo suggerire agli amministratori dei tanti comuni distribuiti lungo le coste italiane che questo è un settore da tenere d'occhio nei prossimi anni, in attesa che i sistemi più promettenti, o magari sistemi di nuova concezione, arrivino a maturità commerciale.

Non abbiamo parlato del trasporto marittimo, che è già oggi il comparto più importante dell'economia marittima europea, ed è uno di quelli che si dovrebbero sviluppare ulteriormente nei prossimi anni nell'ambito della *Blue growth*. Evidentemente, un tale sviluppo contribuirà ad accrescere la pressione su zone, come le fasce costiere, che sono già ad alta vulnerabilità. Questo tema di grande rilevan-

²⁶ Carillo A., Bargagli A., Caiaffa E., Iacono R., Sannino G., (2012), *Stima del potenziale energetico associato al moto ondoso in regioni campione della costa italiana*, Report Enea Ricerca di Sistema Elettrico, Settembre



za sarà trattato più avanti in dettaglio, nel capitolo dedicato alle aree costiere. Qui vogliamo solo ricordare che i progressi scientifici e tecnologici degli ultimi decenni nel campo dell'oceanografia operativa²⁷ e nelle tecniche di osservazione da satellite forniscono strumenti preziosi per contrastare uno dei problemi più gravi associati al trasporto marittimo, e cioè quello dello sversamento di idrocarburi in mare, illeciti o accidentali. Anche in questo campo si sono compiuti rilevanti progressi in Italia negli ultimi anni, ma è finora mancata la volontà politica necessaria per trasformare gli strumenti sviluppati con successo in un vero e proprio servizio al Paese, gestito da agenzie governative.

Il settore delle risorse minerarie è stato trattato in modo piuttosto sintetico. Non abbiamo parlato dell'estrazione di idrocarburi, tema controverso, che interessa l'Italia da vicino, anche a causa delle trivellazioni profonde che la British Petroleum (BP) si propone di compiere nel Golfo della Sirte, a 600 km dalla costa italiana (nella BP Exploration Review del 18 ottobre 2013, la fase esplorativa in questo sito è prevista per il 2015, mentre l'estrazione dovrebbe cominciare nel 2016). E' in questo momento in corso un dibattito acceso, sia in Europa che nei singoli Stati, sui problemi derivanti dalla realizzazione di siti estrattivi di questo tipo nel Mediterraneo. In ambito europeo, si stanno valutando attentamente problemi e prospettive; segnaliamo, ad esempio il recente rapporto *The impact of oil and gas drilling accidents on EU fisheries* del Parlamento Europeo²⁸ (dic. 2013), che analizza specificamente i possibili rischi per il settore della pesca. E' naturalmente auspicabile che anche in Italia si svolga un serio dibattito su questo tema.

Va notato che le attività estrattive in acque profonde sono oggi rese possibili da importanti progressi tecnologici conseguiti negli ultimi decenni nel campo del *drilling*, cioè della trivellazione, in ambito marino. Una ricaduta probabilmente poco nota di queste tecniche è stato un forte impulso allo sviluppo della paleocenografia del Mediterraneo, che dall'analisi dei sedimenti estratti dai fondali marini ricava preziose informazioni sull'evoluzione passata del clima in area Mediterranea²⁹. E' quindi questo uno dei casi in cui lo sviluppo tecnologico favorisce, allo stesso tempo, importanti progressi nella conoscenza del nostro mondo, e sviluppi industriali

che hanno forte valenza economica, ma presentano anche elevati rischi e comportano potenziali devastanti impatti.

Ci sembra comunque che da questo rapido panorama emergano utili informazioni. Vi è una programmazione attenta dello sfruttamento delle risorse marine a livello europeo che offre all'Italia un prezioso riferimento dal punto di vista della normativa e delle valutazioni di impatti e sostenibilità, e opportunità da cogliere nel campo della R&D. In generale, si è rilevata una forte attenzione alla sostenibilità ambientale, che ha sicuramente beneficiato dello sviluppo scientifico degli ultimi decenni. Questa attenzione non evita, però, il permanere di situazioni conflittuali. Ad esempio, il futuro della pesca appare ancora incerto. In questo settore non si è riusciti ancora a garantire né una sostenibilità ambientale, né, tantomeno, economica e sociale, e lo scontro tra conservazionisti e lobby industriali continua (vedi il recente voto della commissione Pesca del Parlamento Europeo del dicembre 2013, in cui non è stato approvato un accordo per la graduale eliminazione dello strascico e delle reti da posta profonde, già approvato con maggioranza schiacciante dalla commissione ambiente dello stesso Parlamento). Problemi diversi possono emergere localmente. Abbiamo osservato che per costruire una pesca sostenibile in Italia serve collaborazione e dialogo continuo tra ricercatori, pescatori e decisori politici ma presupposto per un tale dialogo è quel rispetto reciproco che sicuramente manca in ampie porzioni del nostro Paese, in cui i cittadini sentono le istituzioni lontane e talvolta nemiche. Il problema quindi è innanzitutto sociale e culturale e rappresenta una delle tante sfide che la politica italiana dovrà affrontare nei prossimi anni. Fa comunque piacere leggere, nelle conclusioni del volume di Cautadella e Spagnolo:

I pescatori hanno rispetto, ricambiato, per il mondo della ricerca. In Italia molti di loro hanno generato un patrimonio relazionale importante con i ricercatori, con i quali hanno condiviso le campagne in mare, le accese discussioni in banchina. C'è stato uno scambio di linguaggi e di culture. Pezzi di cultura scientifica sono entrati nel mondo della pesca reale e modelli concettuali, frutto di lunga esperienza realmente vissuta, hanno aiutato i ricercatori ad avere una percezione olistica del sistema mare-pesca³⁰.

Questo sembra un buon punto da cui partire.

A proposito di ricerca, bisogna rilevare che, al

²⁷ Vedi, ad esempio, il quaderno del 2102 dell'Arpa Emilia-Romagna, *Oceanografia operativa in Italia – verso una gestione sostenibile del mare, per un quadro aggiornato della realtà italiana*.

²⁸ Directorate general for internal policies – Policy department B: structural and cohesion policies

²⁹ E' evidente qui l'analogia con l'estrazione delle *carote* di ghiaccio in Antartide, che contengono informazioni sull'evoluzione del clima del pianeta negli ultimi duecentomila anni

³⁰ Cautadella S. e Spagnolo M., (2011), op. cit.

momento, Horizon 2020 prevede finanziamenti per oceanografia fisica, ma solo per lo studio della fascia costiera atlantica. Il finanziamento delle attività volte allo studio del Mar Mediterraneo ricadrebbe quindi sui singoli paesi che si affacciano su questo mare. Nella migliore delle ipotesi, questi paesi potrebbero cercare di coordinare le attività più costose, e cioè quelle osservative, in modo che non vi siano sovrapposizioni o buchi, o incongruenze, e assicurando al contempo l'accesso ai dati a tutti i soggetti interessati. In effetti, questo sforzo di coordinamento è già cominciato e ha prodotto un Programma³¹ basato anche su precedenti esperienze nel campo, che prevede sistematiche osservazioni da nave su tutto il Mediterraneo, non solo delle principali caratteristiche fisiche, ma anche di alcune importanti proprietà biogeochimiche. Anche se non è ancora chiaro in che modo e su quale orizzonte temporale possa essere finanziato, questo programma rappresenta una risposta unitaria della comunità scientifica mediterranea, tanto più importante in un momento in cui l'Ue – questa volta con i paesi dell'Europa del nord in prima fila - guarda allo sfruttamento del Mediterraneo come elemento chiave del futuro sviluppo economico europeo. Ci si può augurare che simili iniziative siano intraprese anche sul versante modellistico, e soprattutto che lo studio del mare venga sostenuto in Italia, magari attraverso programmi mirati e di ampio respiro, che siano anche da stimolo per una riorganizzazione e razionalizzazione del settore.

Come abbiamo visto, molte cose sono cambiate

³¹ Med-SHIP, vedi CIESM, 2012. Designing Med-SHIP: a Program for repeated oceanographic surveys. N° 43 in CIESM Workshop Monographs (F. Briand Ed.), 164 pages, Monaco

negli ultimi decenni. Basta consultare il Quaderno delle Scienze del 1982, dedicato all'oceano, per avere una misura dei progressi che si sono realizzati negli ultimi trent'anni, nel campo della biologia marina e in quello dell'osservazione del mare. Cambiamenti ancora più grandi sono avvenuti nel modo di valutare e affrontare il problema dell'inquinamento marino. Nel Quaderno si sposava ancora un punto di vista che oggi appare sconcertante, e cioè che

l'oceano può essere il luogo adatto per eliminare i rifiuti dell'uomo purché si agisca evitando di danneggiare la biologia marina.

Quel Quaderno era pervaso da un grande ottimismo sulle potenzialità dell'oceanografia, allora scienza relativamente giovane, che aveva ricevuto un impulso decisivo nel secondo dopoguerra, soprattutto negli Stati Uniti. Un ottimismo dovuto anche allo sviluppo dei primi modelli per la simulazione della circolazione oceanica a scala planetaria e a importanti progressi nel campo dei computer, che sembravano aprire prospettive rivoluzionarie. In effetti, grandi progressi sono stati fatti da allora, anche se, come spesso succede nella scienza, le annunciate rivoluzioni hanno avuto l'effetto pratico di squarciare un velo che nascondeva dinamiche ancora più complesse e intricate di quelle che si erano intuite o sospettate fino a quel momento. Occorre quindi perseverare, conservando quell'ottimismo, per costruire, insieme a tutti gli attori di questa società complessa, un futuro in cui le risorse marine abbiano un ruolo di primo piano nella costruzione di una prospettiva di sviluppo sostenibile, e in cui nuove generazioni di ricercatori continuino ad attingere alla fonte di conoscenza che il nostro mare racchiude.



Conclusioni

Nei cinque capitoli che compongono la parte seconda del libro ci siamo posti il problema della descrizione delle risorse naturali. Era un passo necessario perché, molto spesso, chi si occupa di scienza dà per scontato che un pubblico, pure istruito, sia a conoscenza di materie che non *maneggia* tutti i giorni. Lo scopo quindi comune ai 5 capitoli era descrivere lo stato della risorsa, principalmente nel nostro Paese, perché applicazioni di buone pratiche, di buone decisioni e di approccio sostenibile ai problemi presuppongono una conoscenza di base su *come stanno le cose*.

Abbiamo cominciato dalla risorsa acqua, Capitolo V, e abbiamo cominciato dall'inquadramento normativo da cui è necessario partire quando si ragiona in termini di democrazia e società del diritto. L'acqua, indipendentemente dalla quantità disponibile, sempre meno purtroppo, va regolamentata e gestita. Ma su questo come si comporta il nostro Paese? Non benissimo, se è vero che abbiamo gli acquedotti più disastrati d'Europa e se spesso non riusciamo ad applicare le normative europee che pure ci imporrebbero comportamenti consoni alla importanza della risorsa. Cionondimeno esiste una legislazione importante sul tema e in grande movimento, per cui non possiamo escludere che quando questo testo uscirà non vi siano novità. Le raccomandazioni del Capitolo, comunque, vanno verso corrette applicazioni delle leggi esistenti e già sarebbe un successo.

L'analisi non si limita agli aspetti normativi ma prende in considerazione anche la qualità della risorsa da cui dipende in buona parte la salute del cittadino e non trascura la parte strutturale del problema quando si afferma che: *calcoli più o meno prudenziali fanno oscillare rispettivamente le perdite medie che si registrano nelle tubazioni che distribuiscono acqua tra il 30 e il 40%, arrivando in alcune aree meridionali anche a punte del 70%, mentre si fissa al 20% il livello di una ragionevole perdita fisiologica*.

Il Capitolo VI, La risorsa aria e il clima, mostra alcune differenze rispetto al capitolo precedente. In questo Capitolo, gli Autori, anche in questo caso felice connubio di esperienze differenti, hanno posto maggiore attenzione a spiegare la risorsa per un motivo semplice: l'aria, a differenza dell'acqua, non si vede e non si tocca e quindi per anni, mancando il criterio di proprietà del bene, è stata diciamo trascurata. Se però il decisore sa quale è l'esatto valore della risorsa saprà meglio agire per la sua protezione. Questo valore, come hanno ben fatto gli Autori, va inquadrato nelle dimensioni dello spazio e del tempo e, infatti, l'argomento è stato affrontato, partendo dalle attività antropiche a livello globale, transfrontaliero/emisferico, nazionale, locale e indoor. Nel Capitolo, inoltre, non è stato trascurato il clima che è considerato, all'interno dell'argomento aria, la parte più nota al grande pubblico principalmente per due motivi che proviamo a riassumere: *non ci sono più le mezze stagioni e perché devo avere un'auto Euro 6 per poter circolare*. E' ovvio che qui si è voluto ironizzare, ma non tanto, perché due risposte ben date a queste due domande, seppur mal poste, danno il senso dell'importanza della risorsa. Di risorsa importante si parla anche nel Capitolo VII, Il suolo e il sottosuolo, considerando che questa

risorsa è stata tra le più maltrattate, forse perché più a portata di mano. Basti pensare, come ci dicono i due Autori del Capitolo, che siamo ancora in assenza di una legge organica sui suoli e sul sottosuolo e che la maggior parte delle norme è, così come per la maggior parte delle norme ambientali in Italia, di stretta derivazione europea. Una buona proposta come la Legge Catania non ha ancora visto la luce in Italia, ma magari tra poco saremo smentiti. Anche in questo capitolo però era necessario descrivere la risorsa, ricordarne le caratteristiche e discutere delle minacce che su di essa incombono e questo vale sia per il suolo che per il sottosuolo di cui si parla ancora meno. Ecco, ne dovremmo magari parlare di più e possibilmente curarlo anche di più perché alla fine *sul suolo si giocherà la grande partita tra ambiente e sviluppo*. Bisogna poi considerare cosa c'è sul suolo o magari cosa vi nasce, cosa vi si riproduce e cosa è minacciato. Il Capitolo VIII, La biodiversità, guarda a questi aspetti, considerando, appunto, la biodiversità una risorsa, al pari di acqua, mare, terra, aria. Personalmente non avevo ben capito, e nemmeno subito, perché la biodiversità deve essere considerata una risorsa, ma anche qui, le Autrici, una naturalista, una biologa, una sociologa e una giurista, non hanno dovuto perdere tempo per convincere me e gli scettici. Ho scoperto così che l'Unione Europea è fortemente impegnata sul tema, che l'Italia possiede più di due terzi della biodiversità europea, che è già possibile una gestione sostenibile della risorsa, che in questo campo un sacco di persone possono lavorare proficuamente insieme con reciproco guadagno e che, sempre in questo settore, l'approccio ecosistemico trova la sua migliore applicazione.

Il Capitolo IX, Il mare, ha il merito di introdurre dei nuovi punti di vista rispetto a questa risorsa che spesso viene considerata fruibile principalmente a scopi ricreativi (il 70% degli italiani fa le ferie in località di mare). Il mare, ci spiegano gli Autori all'inizio, è: *quel mare oceano che copre il 71% della superficie terrestre, ma soprattutto il Mare Nostrum, il Mediterraneo, sulle cui sponde si sono sviluppate civiltà e culture che hanno lasciato un'impronta profonda nella nostra storia. Su quelle stesse sponde ora si affacciano mondi diversi, non più separati, che spesso si scontrano, anche in modo drammatico, ma talvolta s'incontrano, generando speranza in una nuova Europa che sia esempio d'integrazione sociale e culturale*. Questo vuol dire che, in una situazione come quella italiana, il mare costituisce una grande opportunità che va ben oltre gli aspetti economici connessi allo sfruttamento delle risorse marine, pur importanti per il nostro Paese, e centrali nelle strategie europee di sviluppo a medio termine. Comunque gli Autori ci descrivono la risorsa in tutte le sue componenti considerandone le potenzialità e indicando i punti critici, dovuti a decenni di sfruttamento intenso e talvolta selvaggio. Gli Autori avvertono tutti, ma in particolare il decisore, che non è possibile continuare a *maltrattare* questa risorsa, e che bisogna invece implementare con maggiore decisione le buone politiche elaborate a livello europeo, nazionale e regionale per una gestione sostenibile delle risorse marine.

Bibliografia

Parte II - Le risorse naturali

Capitolo 5 - L'acqua e le acque

Istat, (2012), *Focus statistiche*, Istat, Roma

Strabone, *Libro V e VI - Geografia. L'Italia*, Edizione Bur, Milano

Capitolo 6 - L'aria e il clima

Amann M, Bertok I, Borken-Kleefeld J, Cofala J, Heyes C, Hoeglund-Isaksson L, Klimont Z, Rafaj P, Schoepp W, Wagner F, (2012), *Environmental improvements of the 2012 revision of the Gothenburg Protocol*, CIAM Report 1, settembre, IIASA, Luxemburg

Bastone A., Soggiu M.E., Vollono C., Viviano G., Masciocchi M., Rago G., Sellitri C., Spagnolo S., Spartera M., (2006), *Stili di vita e comportamenti delle popolazioni di Taranto, Massafra, Crispiano e Statte ai fini della valutazione dell'esposizione inalatoria ad inquinamento atmosferico*, Rapporti Istisan

Billo, Grechi, Udisti, (2009), *PASF - 2, Particolato Atmosferico a Sesto F.no, PM10 e PM2.5*, Luglio 2005 – Marzo 2007, Relazione Finale Marzo 2009, Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Firenze,

Carrer P., Maroni M., Alcini D., Cavallo D., Fustinoni S., Lovato L., Visigalli F., (2000), *Assessment through Environmental and Biological Measurements of Total Daily Exposure to Volatile Organic Compounds of Office Workers in Milan, Italy*, Indoor Air n.10

Driscoll C., Mason R.P., Chan H.M., Jacob D.J., Pirrone N., (2013), *Mercury as a Global Pollutant: Sources, Pathways, and Effects*, Environmental Science & Technology, Vol. 47

Golden J.S., (2004), *The Built Environment Induced Urban Heat Island Effect in Rapidly Urbanizing Arid Regions – A Sustainable Urban Engineering Complexity*, in Environmental Sciences 1:4

Ispira, (2013), *Qualità dell'ambiente urbano*, IX Rapporto, Ispira, Roma

- Istituto Superiore di Sanità, (2013), *Strategie di monitoraggio dei composti organici volatili (COV) in ambiente indoor*, Rapporti Istituzionali 13/4
- Klepeis N.E., Nelson W.C., Ott W.R. et al., (2001), *The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants*, J Expo Anal Environ Epidemiol 11
- Künzli N., Oglesby L., (1997), *Air Pollution Exposure Distributions of Adult Urban Populations in Europe (EXPOLIS)*, Intermediate Scientific Report for the Federal Office for Education and Sciences (BBW), Basel, Switzerland, July 24
- Leech J.A., Nelson W.C., Burnett R.T. et al., (2002), *It's about time: a comparison of Canadian and American time-activity patterns*, Annals of Environmental Epidemiology 12
- Ministero dei Trasporti, Censis, (2007), *Indagine sul fenomeno del pendolarismo: gli scenari e le strategie*, Roma
- Simoni M., Biavati P., Carrozzi L., Viegi G., Paoletti P., Matteucci G., Ziliani G.L., Ioannilli E., Sapigni T., (1998), *The Po River Delta (North Italy) indoor epidemiological study: home characteristics, indoor pollutants, and subjects' daily activity pattern*, Indoor air 8
- Stull R. B., (1988), *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*, Kluwer Academic, Boston
- U.S. Environmental Protection Agency, (1989), *Office of Air and Radiation. Report to Congress on Indoor Air Quality*, Volume II Assessment and Control of Indoor Air Pollution
- Woods et Al., (1987), *Office worker perceptions of indoor air quality effects on discomfort and performance*, Proceedings of Indoor Air vol.2
- World Health Organization, (2009), *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*, Elisabeth Heseltine and Jerome Rosen, NY
- World Health Organization, (2010), *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*, Germany, Bonn
- Capitolo 7 - Il suolo e il sottosuolo**
- Benedetti A., Dell'Abate M.T., Mocali S., Pompili L., (2006), *Indicatori microbiologici e biochimici della qualità del suolo*, in Atlante di Indicatori della Qualità del Suolo, a cura di Sequi P., Benedetti A., Dell'Abate M.T., C.R.A.
- Brookes P. C., (1995), *The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals*, Biology and Fertility of Soil 19
- Modonesi C., (2003) , *Muschi spie dell'ambiente*, in Le Scienze n. 417
- Spampani M., (1982), *I licheni: indicatori fisiologici della qualità dell'aria*, in Le Scienze n. 167

Capitolo 8 - La biodiversità

Commissione Europea, (2006), *Arrestare la perdita della biodiversità entro il 2010 – e oltre. Sostenere i servizi ecosistemici per il benessere umano*, COM 216 def., (non pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale)

Commissione Europea, (2011), *La nostra assicurazione sulla vita, il nostro capitale naturale: strategia dell'Ue sulla biodiversità fino al 2020*, COM 244 def.

De Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J., (2002), *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*, Ecological Economics, 41

Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, (2010), *La strategia Nazionale per la biodiversità*, Anno internazionale della biodiversità

Müller F., (2005), *Indicating ecosystem and landscape organization*, Ecological Indicators, 5

Padovani L., Carrabba P., Mauro F., (2003), *L'approccio ecosistemico: una proposta innovativa per la gestione della biodiversità e del territorio*, in Energia, Ambiente e Innovazione, Anno 49-1

Padovani L.M., Carrabba P., Di Giovanni B., Mauro F., (2009), *Biodiversità: risorse per lo sviluppo*, Enea, Roma

TEEB, (2009), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers – Summary*, Responding to the Value of Nature

Ten Kate K., Laird S.A., (1999), *The Commercial Use of Biodiversity*, Earthscan Publications, London

Wilson E.O., (1992), *The Diversity of Life*, Harvard University Press, USA

Capitolo 9 - Il mare

AA.VV., (2012), *Indagine sull'acquacoltura biologica*, Api - Coispa, e Infoam, Bari

Airoldi L., Beck M.W., (2007), *Loss status and trends for coastal marine habitats of Europe*, in Oceanography and Marine Biology, an Annual Review, Vol.45

Antonelli G., Bischi G. I., Viganò E., (2005), *La sostenibilità nel settore della pesca. Modelli, politiche, esperienze in un'area del litorale romagnolo-marchigiano*, Franco Angeli, Milano

Carillo A., Bargagli A., Caiaffa E., Iacono R., Sannino G., (2012), *Stima del potenziale energetico associato al moto ondoso in regioni campione della costa italiana*, Report Enea, Ricerca di Sistema Elettrico, Roma

Cautadella S., Spagnolo M. (a cura di), (2011), *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani*, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Roma

Ciesm, (2012), *Designing Med-SHIP: a Program for repeated oceanographic surveys*, N° 43 in Ciesm Workshop Monographs F. Briand Ed., Monaco

Commission of the European Communities, (2002), *A strategy for the sustainable development of European aquaculture*, COM0511, Commission to the Council and the European Parliament, Brussels

Fao, (1995), *Codice di condotta per la pesca responsabile*, Fao, dipartimento Pesca

Itrc (Interstate Technology and Regulatory Cooperation), (2001) , *Phytotechnology Technical and Regulatory*, Guidance document

Sala E., Kizilkaya Z., Yildirim D., Ballesteros E., (2011), *Alien Marine Fishes Deplete Algal Biomass in the Eastern Mediterranean*, Simon Thrush, National Institute of Water & Atmospheric Research, New Zealand

Sheil S., (2013), *Strategic guidelines for aquaculture in the EU*, Library Briefing, Library of the European Parliament, European Union

Parte III

Traformazione e utilizzo delle risorse





Capitolo 10

L'energia

Maria Gaeta, Ciro Accanito, Bruno Baldissara, Alessandro Caramis, Cinzia Coduti, Roberto Iacono, Cristina Di Leo, Bruna Felici, Andrea Fidanza, Alfredo Fontanella, Marco Rao

Il decisore pubblico locale e l'energia

L'Unione Europea è stata la prima a muoversi nella direzione della decarbonizzazione, definendo obiettivi di sia lungo periodo, attraverso la *Comunicazione di una tabella di marcia verso un'economia competitiva a basse emissioni di carbonio nel 2050*¹ che indica il percorso strategico che i Paesi Membri dovranno seguire per arrivare entro tale anno una riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera di almeno l'80% rispetto ai livelli del 1990, e sia obiettivi di medio termine come quelli individuati dal pacchetto 20-20-20². Tale pacchetto, in particolare, prevede una ripartizione degli obiettivi europei anche su scala nazionale, come ad esempio nel caso delle fonti rinnovabili stabilendo per l'Italia una quota obbligatoria di consumi energetici finali pari al 17% entro la fine del decennio coperta attraverso le fonti rinnovabili.

Le politiche europee sono un chiaro esempio di come scelte a livello internazionale e nazionale abbiano significativi impatti anche su scala regionale o locale. A tal proposito, infatti, attraverso un apposito decreto definito di *burden sharing*³ il Ministero dello Sviluppo Economico nel 2012 ha stabilito i termini di suddivisione su scala regionale dell'obiettivo del 17% fissato per l'Italia, per quanto attiene alle quote di energia elettrica e termica, escludendo quindi i consumi nel settore trasporti e le importazioni da paesi terzi, e tenendo conto delle diverse realtà territoriali.

Quello che sicuramente è interesse del decisore locale ed offre, anzi richiede, margini operativi di azione è l'analisi, il monitoraggio e il governo dei consumi energetici locali. Anche qui è necessario sottolineare che le stesse scelte di consumo, si pensi al tema dell'efficienza energetica, sono influenzate e governate da politiche elaborate a livello più alto di quello locale ma in esse può rivestire un ruolo determinante la politica locale. Innanzitutto, un de-

cisore locale attento e consapevole dovrebbe avere coscienza del peso e della rilevanza dei temi della riduzione del consumo di energia e del conseguente inquinamento globale connesso; vale a dire che a ognuno è richiesto di fare la sua parte. Normalmente, tuttavia, il decisore locale è vincolato, spesso esclusivamente focalizzato, sui problemi percepiti di massima urgenza dalla sua comunità, vale a dire la crescita economica e lo sviluppo del territorio. Questi temi, inutile ricordarlo, possono essere inquadrati sia come armonizzati con la gestione razionale dei consumi e del territorio, sia come contrapposti ad esso, non solo per l'energia: si pensi ad esempio al dissesto idrogeologico (vedi Capitolo 23) del territorio conseguente all'uso indiscriminato del suolo.

Sistema energetico

L'espressione *sistema energetico* indica ciò che produce, trasforma, trasporta e distribuisce energia su un territorio. Il sistema in oggetto è in realtà composto da una pluralità di sistemi complessi, descrivere i quali porterebbe fuori strada rispetto all'obiettivo di inquadrare in modo chiaro e lineare quale tipo di consapevolezza si richiede ad un decisore locale sensibile a questo tema nella gestione del suo territorio.

Un sistema energetico è logicamente inquadrabile come un bilancio, rappresentante un circuito di domanda e offerta di energia. Fondamentalmente, un sistema energetico mette a disposizione energia (producendola, importandola, usando delle scorte e trasformandola) da un lato e la consuma dall'altro. Ciò è strettamente connesso ad ogni decisore locale: qualsiasi comunità umana è legata ad un territorio e consuma energia. I soggetti che ne fanno parte possono essere visti come componenti del tessuto produttivo, le imprese, o come famiglie secondo convenzioni e classificazioni che attengono sia alla gestione reale della produzione, trasformazione e distribuzione dell'energia sia al controllo normativo ed al monitoraggio statistico dei flussi connessi. Un territorio locale può, in realtà, essere sede di

¹ COM (2011), 112

² http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm

³ Decreto 15 marzo 2012. Ministero dello Sviluppo Economico

impianti di produzione e trasformazione di energia ed ospitare sul suo suolo anche un segmento del sistema primario di offerta; quest'ultimo è tuttavia gestito e normato a livello nazionale e internazionale.

Un sistema energetico è concettualmente piuttosto ostico da definire in modo sintetico per la vastità e la complessità intrinseca della materia. E' però possibile, ed essenziale, diffondere la consapevolezza del peso che ogni membro della collettività (in modo particolare i decision maker) possiede nel determinarne il funzionamento ottimale. Si pensi, ad esempio, ai consumi di energia delle famiglie: la diffusione della consapevolezza in ogni cittadino del costo dell'energia sia economico che ambientale, potrebbe correggere la domanda in modo virtuoso migliorando la dinamica del sistema nella sua interezza. Una riduzione ragionata dei consumi di energia domestici, ad esempio, nella prospettiva contabile di un bilancio energetico/ambientale può tradursi in una riduzione delle importazioni per determinati tipi di fonte (esempio: riduzione della domanda di elettricità = riduzione delle importazioni di gas) e delle emissioni atmosferiche di gas serra (per la riduzione di lavoro di centrali termoelettriche). Ovviamente il ragionamento precedente rappresenta una pura schematizzazione approssimata della meccanica di funzionamento di un sistema energetico ma serve a fornire l'idea di quanto sia indispensabile che ogni membro della comunità comprenda il suo ruolo e il suo peso nel determinare scelte ambientalmente ed economicamente sostenibili.

La richiesta e l'offerta di energia sul territorio

Il sistema energetico nazionale riflette a sua volta le caratteristiche dei singoli sub-sistemi energetici locali che è possibile identificare, per comodità statistica, con il territorio regionale o, laddove i dati siano disponibili, anche con le singole provincie. Dal punto di vista locale, fattori come la morfologia del territorio, le attività economiche e i relativi settori, la densità della popolazione, il clima, la disponibilità di risorse naturali, producono effetti diretti e indiretti sulle scelte locali di produzione e consumo dell'energia, determinando differenze talvolta molto marcate tra le varie Regioni e Comuni d'Italia. Ad esempio, dal punto di vista della domanda di energia, aree industriali ad alta intensità energetica e abitativa avranno certamente una domanda di energia nettamente superiore a quella di aree più remote, come ad esempio zone montane o rurali, dove la popolazione scarseggia e l'attività economica prevalente è costituita dall'agricoltura. Dal punto di vista dell'offerta, aree con abbondan-

ti risorse naturali, come ad esempio quella idrica o le biomasse, e a forte concentrazione di impianti di generazione avranno certamente un livello di offerta energetica maggiore rispetto a quello di aree con caratteristiche opposte. Tali differenze emergono ancor di più se si osserva il rapporto tra produzione di energia elettrica destinata al consumo e richiesta di energia elettrica a livello di singole regioni. Nel 2012, infatti, si nota come in Italia vi siano 8 Regioni in eccesso di produzione rispetto ai propri consumi, tra le principali la Valle d'Aosta con +171,9%, il Molise +84,6%, la Puglia +83,5%, e altre 12 in netto deficit, tra cui l'Umbria -54,2%, il Veneto -49,7%, le Marche -48,8⁴.

Coniugare, quindi, la domanda di energia a livello locale con la relativa offerta di energia presente nel territorio circostante non è certamente un compito semplice. In generale, va sottolineato innanzi tutto che, dal punto di vista della domanda locale, l'obiettivo principale di ciascun decision-maker dovrebbe essere in primo luogo quello del pieno soddisfacimento del fabbisogno energetico e della massimizzazione del benessere di cittadini e imprese, attraverso il migliore utilizzo, dal punto vista economico, ambientale e occupazionale, delle risorse presenti a livello locale. Inoltre, ancor prima di pensare a come rispondere alla domanda di energia locale, bisognerebbe chiedersi se vi è la possibilità di ridurre a monte la domanda di energia della popolazione e delle imprese locali, garantendo comunque gli stessi servizi energetici di prima, a un prezzo pari o inferiore, e mantenendo invariato o aumentando il livello di benessere della comunità locale. In quest'ottica gli interventi di efficienza energetica, da intendere come introduzione di tecnologie innovative per la riduzione dei consumi nei vari settori, e gli interventi per il risparmio energetico, da intendere come la creazione di una maggiore consapevolezza rispetto alla questione energetica per favorire comportamenti più attenti al risparmio di energia, rappresentano la scelta migliore in termini di costi benefici, sia a livello nazionale che regionale e provinciale. Ogni scelta di tipo politico nel settore energia che preveda dei cambiamenti strutturali nei comportamenti degli abitanti, nelle tecnologie di uso finale dell'energia utilizzate nelle abitazioni e imprese, nelle modalità di trasporto, nelle tipologie di impianti di generazione, deve necessariamente guardare a un orizzonte almeno di medio termine, anche a livello di piccole comunità. Infatti, i tempi per la realizzazione e il recupero di un investimento relativo ad opere strutturali, come ad esempio nuovi impianti di generazione da fonti energetiche rinnovabili, una rete di teleriscaldamento, la costruzione di piste ciclabili,

⁴ Terna, (2012), *Dati statistici sull'energia elettrica in Italia 2012*, Nota di sintesi

interventi di efficientamento del patrimonio edilizio, non possono per loro natura avere un orizzonte di breve periodo. Puntare all'efficientamento per ridurre i consumi degli edifici rappresenta ormai da alcuni anni una scelta particolarmente conveniente anche sotto il profilo economico. Come dimostra infatti uno studio Enea-Cresme⁵ di qualche anno fa, i benefici a livello di sistema paese derivanti dalle detrazioni fiscali del 55% per interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, corrispondono a circa il doppio dell'onere sul bilancio dello Stato. Incentivare l'efficienza energetica porta con se anche altri aspetti positivi, di più difficile quantificazione in termini monetari, ma di grande rilievo per l'intero Paese come la riduzione delle emissioni di CO₂, l'emersione dell'economia *in nero*, stimolo alla ricerca e all'innovazione tecnologica, l'aumento del valore degli immobili riqualificati, la crescita dell'occupazione diretta e indiretta. Per quanto riguarda la produzione di energia pulita vi è stato un grande sviluppo nella generazione delle rinnovabili, in particolare dell'eolico e del solare, che negli ultimi 6 anni hanno affiancato ed in parte superato le più consolidate produzioni idroelettrica e geotermica, come si evince dalla Tabella 10.1.

⁵ Enea - Cresme Ricerche, (2010), *Analisi sull'impatto socio-economico delle detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente*

Dal punto di vista territoriale occorre rilevare la presenza di alcune interessanti relazioni tra aree geografiche e tipo di produzione energetica che andrebbero esaminate e correlate con alcuni indicatori economici e sociali. Lo sviluppo delle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) in Italia sta infatti prospettando per le regioni del Mezzogiorno interessanti opportunità di sviluppo sia economico che occupazionale. Guardando al settore eolico il 98% della produzione totale è localizzata nelle regioni del Sud Italia, con la Sicilia e la Puglia in testa (24% e 23%) seguite da Campania, Calabria e Sardegna (vedi Figura 10.1).

La produzione da solare invece, nonostante le differenti condizioni di irraggiamento, è localizzata in particolare nelle regioni del nord est come Lombardia, Emilia Romagna, Veneto e Piemonte. La distribuzione geografica degli impianti (grandezza e produzione), tuttavia, evidenzia la grande differenza nelle soluzioni scelte, come nel caso della regione Puglia che presenta meno impianti ma a maggiore potenza.

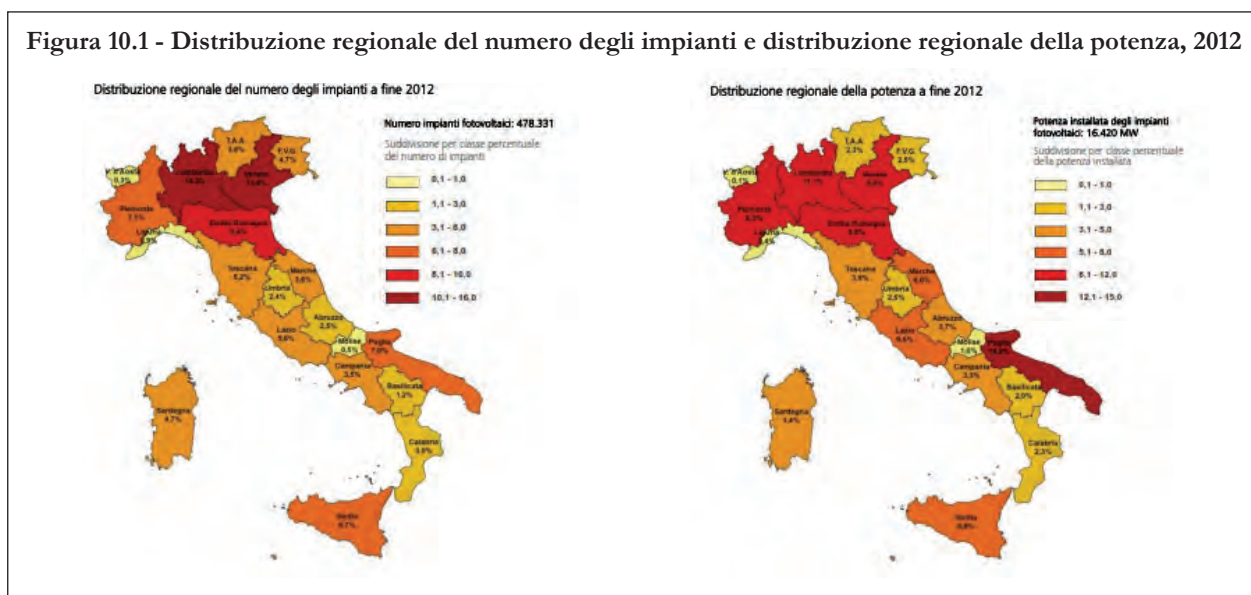
La traduzione in cifre dell'impatto occupazionale di questi due settori vede per il 2012 circa 40mila addetti per la produzione eolica e circa 86 mila per il settore del fotovoltaico⁶.

⁶ Si tratta di occupati diretti, impiegati nelle attività di produzione, distribuzione e installazione delle componenti e degli occupati della filiera (indiretti). Energie rinnovabili e territorio, SVIMEZ e SMR, 2013

Tabella 10.1 - Potenza Energetica per settori

Potenza Efficiente Lorda (GWh)	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Idraulica	41623	49137	51117	45823	41875	51450
Eolica	4861	6543	9126	9856	13407	15000
Solare	193	676	1906	10796	18862	22400
Geotermica	5520	5342	5376	5654	5592	5650
Bioenergie	5966	7557	9440	10832	12487	14000
Tot FER	58163	69255	76965	82961	92223	108500

Fonte: Gestione Servizi Energetici (GSE)



Fonte Gestione Servizi Energetici (GSE)



Opzioni tecnologiche per un sistema energetico sostenibile

Nella società tecnologica la disponibilità di energia ha assunto un ruolo fondamentale, non dissimile da quello che nelle società pre-industriali avevano, per esempio l'acqua o il cibo: basta pensare alle enormi conseguenze di un blackout anche di pochi giorni o al mancato rifornimento dei distributori di benzina. L'energia è uno dei fattori chiave per lo sviluppo economico, come dimostra la potenza dei Paesi con ingenti risorse energetiche, nonché un fattore determinante sugli equilibri geopolitici.

Tra le fonti di energia, accanto alle tradizionali fonti non rinnovabili, come il petrolio e il gas naturale, stanno assumendo un ruolo crescente le fonti rinnovabili, come il sole, il vento, il movimento dell'acqua, il calore della terra e i materiali combustibili di origine biologica (biomasse).

Con il termine *Energie Rinnovabili* si intendono le forme di energia prodotte da fonti di energia che per loro caratteristica intrinseca si rigenerano almeno alla stessa velocità con cui vengono consumate; tali fonti, quindi, possono essere ritenute non *esauribili* nella scala dei tempi *umani*, risorse spesso naturali il cui consumo ad opera delle generazioni attuali non ne pregiudica la possibilità di utilizzo per le generazioni future. Sono dunque forme di energia alternative alle tradizionali fonti fossili e molte di esse hanno la peculiarità di essere anche energie completamente pulite ovvero di non immettere in atmosfera sostanze nocive e/o climalteranti: sono spesso, quindi, alla base della moderna *green economy*.

L'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile in sostituzione delle fonti non rinnovabili è fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi su cui l'Italia è impegnata con l'Unione Europea in termini di riduzione dell'uso di combustibili fossili e di riduzione delle emissioni dannose per il clima e, inoltre, consente di ridurre le importazioni di energia.

Dal punto di vista economico, il costo dell'energia prodotta con le fonti rinnovabili, al netto degli incentivi, è generalmente maggiore di quello delle fonti non rinnovabili; tuttavia, il vantaggio deriva dal fatto che sul costo finale dell'energia, nel caso delle fonti non rinnovabili, la quota preponderante è legata al costo del combustibile, generalmente di provenienza estera, invece nel caso dell'energia rinnovabile, la parte preponderante è legata al costo di impianto, che con opportune politiche industriali, può essere destinata all'industria nazionale e all'imprenditoria locale.

In una prospettiva di medio – lungo periodo il costo dell'energia da fonti rinnovabili è destinato a diminuire in conseguenza del progresso tecnico e

degli sviluppi di mercato con aumento della concorrenza, mentre il costo da fonte non rinnovabile è destinato ad aumentare a causa della progressiva riduzione delle riserve e dell'aumento dei consumi nei Paesi emergenti.

Dal punto di vista ambientale i vantaggi delle fonti rinnovabili sono legati principalmente alle emissioni evitate di fumi di combustione ed anche all'evitato trasporto di grandi quantità di combustibili, con rischi di dispersioni e incidenti.

Tra le tecnologie rinnovabili in Italia il fotovoltaico e l'idroelettrico hanno il ruolo prevalente, ma sono anche significativi i contributi di altre tecnologie, come l'eolico, le biomasse e la geotermia. Il solare termodinamico ha applicazioni ancora limitate, ma interessanti prospettive di sviluppo. In Italia alla fine del 2012 il numero degli impianti di produzione da fonti rinnovabili ha raggiunto circa le 500.000 unità, principalmente impianti fotovoltaici, con una produzione annuale di quasi 100 mila GWh, pari a circa il 37% della potenza elettrica complessiva installata e il 31% della produzione elettrica totale.

Uso tradizionale (sostenibile) dell'energia

Le fonti fossili sono oggi le più utilizzate a livello mondiale per produrre energia, coprendo oltre l'80% dei consumi energetici del pianeta. In Italia il fabbisogno energetico primario nel 2012 (163,5 Mtep – Milioni di tonnellate equivalenti in petrolio) è stato soddisfatto per oltre l'84% da fonti fossili⁷. Negli ultimi decenni l'interesse verso fonti energetiche alternative alle fossili è cresciuto, sia a livello mondiale che europeo, anche a causa dei noti problemi delle fonti tradizionali relativi sia allo stato delle risorse che alla sicurezza degli approvvigionamenti, ma soprattutto ai forti impatti ambientali connessi al loro utilizzo. La loro combustione, infatti, comporta l'emissione di ingenti quantità di CO₂ la cui concentrazione in atmosfera è considerata la causa principale dei cambiamenti climatici (vedi Capitolo 6).

Le previsioni di continua crescita della domanda mondiale di energia, comunque, confermano per le fonti tradizionali un ruolo molto importante nel panorama energetico futuro. Le fonti rinnovabili, l'efficienza e il risparmio energetico daranno sicuramente un importante contributo ma, almeno per una fase di transizione (vedi Capitolo 2), occorrerà utilizzare in maniera sempre più ambientalmente sostenibile le fonti tradizionali.

Per percorrere la strada della sostenibilità am-

⁷ Fonte: Eurostat

bientale è indispensabile ridurre le emissioni inquinanti utilizzando laddove sia possibile fonti rinnovabili, migliorando il rendimento dei processi di combustione ricorrendo all'adozione delle nuove tecnologie di cattura e sequestro della CO₂.

La *cogenerazione* è il principale esempio di incremento dell'efficienza di conversione dei combustibili fossili (ma ben si adatta anche alle energie rinnovabili dalle biomasse alla geotermia) e ha lo scopo di recuperare in maniera utile tutto o parte del calore che è prodotto da un impianto elettrico. Con la cogenerazione, infatti, a parità di combustibile, si può recuperare il calore che altrimenti andrebbe disperso nella produzione di sola energia elettrica o meccanica, avendo a disposizione anche oltre il 40% di energia in più per uso termico e ottenendo così un notevole risparmio di energia rispetto alla produzione separata di elettricità ed energia termica. Il calore recuperato può essere utilizzato nell'industria, ad esempio sotto forma di vapore, oppure può essere destinato a usi civili, come il riscaldamento degli edifici privati o pubblici.

Degna di nota è anche la *trigenerazione*, che presuppone la produzione contemporanea di elettricità, calore e freddo da un unico impianto, utilizzando un solo combustibile.

Diversi sono gli aspetti positivi legati alla produzione di diverse forme di energia tramite un unico impianto, ma tutti legati al minor consumo di combustibile che comporta un minor impatto ambientale e al tempo stesso un vantaggio economico con minori spese e la produzione di energia a costi più bassi, oltre alla possibilità di accedere in alcuni casi a forme di incentivazione⁸.

Altro fronte che consente di soddisfare la domanda energetica in modo compatibile per l'ambiente è l'applicazione di un procedimento che catturi la CO₂ prodotta, la trasporti in un sito adatto allo stoccaggio e la inietti in tale sito per l'immagazzinamento o sequestro (CCS)⁹. Le tecnologie CCS sono applicabili non solo al settore della generazione elettrica, ma anche ad impianti industriali caratterizzati da elevate emissioni di CO₂. L'applicazione delle tecnologie CCS viene ritenuta prioritaria per il carbone, sia per il basso costo della fonte (in grado di tollerare meglio gli oneri economici aggiuntivi) sia perché la maggiore intensità di carbonio rende più efficace l'azione di cattura, riducendo quindi il costo per tonnellata di CO₂ catturata. Ciò non esclude che tali tecnologie rappresentino una soluzione anche per i processi che si riferiscono ad altri combustibili

fossili, quali ad esempio quelli per la produzione di elettricità da gas naturale.

Le tecnologie CCS sono però ancora in uno stadio di sviluppo e non pienamente sfruttate e commercializzate, nonostante i diversi impianti dimostrativi realizzati. Le principali problematiche che ostacolano la diffusione delle CCS, oltre alla riduzione delle efficienze degli impianti e ai costi da sostenere, sono strettamente connesse al confinamento della CO₂ e al timore delle popolazioni locali dell'eventuale rilascio di anidride carbonica in atmosfera in maniera graduale o a seguito di eventi geologici. L'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), allo stato attuale delle conoscenze ritiene che le profondità geologiche previste per i futuri siti rendano molto improbabile la possibilità di insuccesso e che i confinamenti subiscano delle perdite. Si parla del 99% della CO₂ trattenuta nel deposito nei primi 1000 anni.

Il fattore economico è, ovviamente, determinante e rappresenta uno dei principali ostacoli verso la diffusione commerciale di queste tecnologie: proprio per queste ragioni la Ue sta finanziando i grandi progetti dimostrativi con fondi utili a coprire gli extra costi imputabili alle CCS. Il ricorso alle tecnologie CCS può rappresentare una strada essenziale da percorrere nella impostazione di una moderna strategia energetica su scala globale. Per l'Italia, in particolare, può costituire una grande opportunità per l'industria nazionale e tutto l'indotto per competere nel mercato globale delle grandi infrastrutture energetiche. A tal fine appare interessante l'iniziativa avviata in Sardegna da Enea, Sotacarbo e la Regione Sardegna, volta a realizzare un polo tecnologico di eccellenza per lo sviluppo e la dimostrazione delle tecnologie del carbone ad alta efficienza, nonché per cattura e stoccaggio delle emissioni carboniche.

Energia geotermica

Gli impianti geotermici prelevano l'energia termica presente nel sottosuolo e la rendono disponibile per usi termici abitativi o produttivi, oppure la trasformano in energia elettrica.

L'energia geotermica si manifesta con l'aumento progressivo della temperatura delle rocce con la profondità, secondo un gradiente geotermico, in media, di 3°C ogni 100 m di profondità. Alcune zone presentano gradienti più alti della media (9 - 12°C e anche più) e formazione di acqua molto calda o vapore (fluido geotermico) a causa di anomalie geologiche o vulcaniche.

Il potenziale geotermico in Italia è molto grande, anche se non sempre l'utilizzo è conveniente a causa

⁸ <http://www.gse.it/it/Qualifiche%20e%20certificati/Certificati%20Bianchi%20e%20CAR/Pages/default.aspx>

DM 27 novembre 2013

⁹ Carbon Capture and Storage



degli alti costi di investimento, in particolare gli elevati costi iniziali per la preparazione del sito: studi geologici, sondaggi e scavo dei pozzi.

Al 2012 sono in funzione in Italia 33 impianti geotermoelettrici per complessivi 772 MW; la maggior parte degli impianti ha potenza non superiore a 20 MW.

Gli sviluppi tecnologici potranno ampliare notevolmente il campo di utilizzo della fonte geotermica, per esempio gli impianti di generazione a fluidi organici (ORC) consentono già di sfruttare anche giacimenti a temperature più basse dei 150 °C, considerato limite di convenienza per gli impianti a vapore, e le tecniche di fratturazione artificiale delle rocce (Enhanced Geothermal Systems - EGS) potranno incrementare la circolazione dei fluidi geotermici.

Dal punto di vista ambientale i rischi sono legati all'alterazione di equilibri delicati. Occorre quindi valutare accuratamente la situazione geologica e limitare lo sfruttamento alla capacità di autorigenerazione delle falde. Le emissioni di gas in atmosfera da questi impianti dipendono dalle caratteristiche del fluido geotermico ma, generalmente, pongono meno problemi rispetto agli impianti con combustibili fossili.

Energia da biomasse

Le biomasse comprendono una grande varietà di materiali: residui agroindustriali, sottoprodotti agricoli, reflui zootecnici, residui forestali e dell'industria del legno, colture energetiche (*energy crop*), frazione organica dei rifiuti solidi urbani. Gli impianti energetici a biomasse possono utilizzare questi materiali direttamente come combustibili, oppure possono prima trasformarli in combustibili liquidi o gassosi e successivamente utilizzare questi prodotti per la generazione di energia termica (riscaldamento e raffrescamento), elettrica o meccanica (nel caso di impiego come biocarburanti per l'alimentazione di mezzi di trasporto).

Le tecnologie utilizzate si basano su tre tipi di processi: biochimici, chimici e termochimici.

I processi biochimici portano alla trasformazione dei materiali di partenza mediante reazioni chimiche catalizzate da enzimi o originate dal metabolismo di funghi, batteri e altri microrganismi che crescono nella sostanza trattata in particolari condizioni (fermentazione, digestione anaerobica), con produzione di singole specie chimiche, o loro miscele, idonee a produrre energia (metano, idrogeno, etanolo e butanolo).

I processi chimici consistono invece nella tra-

sformazione di un substrato di origine biologica in un combustibile per mezzo di un opportuno reagente (produzione di biodiesel o hydrodiesel da oli e grassi vegetali e/o animali).

I processi termochimici sono basati sull'azione del calore, che trasforma la biomassa di partenza o direttamente in energia termica (combustione), o in altri prodotti, solidi, liquidi o gassosi, successivamente impiegabili per ottenere energia (carbone, bio-olio, syngas, combustibili sintetici).

La maggior parte degli interventi che comportano l'uso di biomasse realizzati negli ultimi anni consiste nell'installazione di caldaie alimentate con scarti di processi produttivi (biomasse solide). I settori tipici in cui si utilizzano biomasse a fini energetici sono quelli agro-alimentare, del legno e delle aziende produttrici di cippato e pellet, dove l'ampia disponibilità di residui ne determina una naturale applicazione. Generalmente, un tradizionale generatore di calore alimentato a gas metano viene sostituito con un generatore alimentato a biomassa, abbinato ad uno scambiatore per il recupero di calore dai fumi di combustione.

Gli impianti a biomasse solide sono per la maggior parte finalizzati alla produzione di elettricità, con una componente minore destinata al riscaldamento collettivo (telerriscaldamento), mentre l'utilizzazione principale di queste biomasse rimane il riscaldamento domestico.

La produzione di elettricità da biomasse si avvale però anche di altre tecnologie, basate sull'impiego di biocombustibili liquidi (oli vegetali) o gassosi (biogas) per l'alimentazione di generatori accoppiati a motori a combustione interna. Nel complesso, considerando tutte le tipologie di biomasse e relative tecnologie di produzione elettrica, al 2012 in Italia si contavano circa 2.300 impianti per una potenza complessiva di oltre 3.800 MWe.

L'ampia varietà delle tecnologie utilizzabili in questo settore non consente di dare indicazioni precise sui costi di impianto: le operazioni di preparazione della carica, il sistema di raccolta e stoccaggio dei materiali possono incidere notevolmente sugli investimenti e variano sensibilmente nei diversi contesti. In generale, la realizzazione di questo tipo di impianti prevede un tempo di *pay-back* compreso tra i 5 ed i 10 anni, in funzione delle tipologie dei diversi impianti e degli ambiti di applicazione.

Le tecnologie di utilizzazione energetica delle biomasse sono fortemente legate alla disponibilità locale dei materiali di partenza, perché il trasporto su lunga distanza vanifica la convenienza economica dell'intervento. Da evidenziare l'impatto occupazionale che queste applicazioni comportano e i benefici ambientali connessi, per esempio, alla raccolta

di ramaglie o altri materiali pericolosi per gli incendi. L'aspetto critico è legato alle emissioni in atmosfera (gassose e di particolato), che richiede tecniche di controllo molto accurate e in alcuni casi rende problematica l'accettazione da parte delle popolazioni locali.

I biocarburanti

I biocarburanti sono derivati dalle materie prime agricole e dalle biomasse. Più in generale sono derivati da materiale biologico (da cui il prefisso *bio*). Per queste ragioni sono considerati una fonte di energia rinnovabile. Ma a differenza delle energie rinnovabili come il solare o l'eolico, i biocarburanti appartengono alle rinnovabili il cui tasso di sfruttamento non deve superare il tasso di rigenerazione.

In questi ultimi anni i biocarburanti sono stati visti come una possibile risposta all'esaurimento delle fonti petrolifere, al rincaro dei prezzi del greggio e al problema del surriscaldamento climatico. La promozione dell'utilizzo dei biocombustibili è una delle azioni adottate dall'Unione Europea nell'ambito delle politiche comunitarie volte all'incremento delle fonti energetiche rinnovabili, alla diminuzione delle emissioni di gas serra e ad una maggiore indipendenza energetica.

In campo internazionale è ampiamente dibattuta la relazione dei biocarburanti con le tematiche di sviluppo sostenibile. Se da una parte il ricorso ad una fonte rinnovabile come la biomassa è visto positivamente, dall'altra sono sorte serie preoccupazioni relativamente all'effetto complessivo che questo può recare all'ambiente e alla collettività. La letteratura scientifica, in particolare sul bilancio energetico ed emissivo dei biocarburanti, annovera studi numerosi e discordi (l'abbattimento di foreste farebbe tornare in attivo il bilancio della produzione di CO₂). Nel complesso essi indicano che molte filiere di produzione dei biocarburanti sono in grado di determinare un risparmio di emissioni, sebbene l'entità di tale beneficio appaia estremamente variabile in funzione di diversi fattori (specie vegetali impiegate, pratiche agricole, processi produttivi, proprietà del suolo, piovosità). Alcuni studi affermano che l'utilizzo estensivo di colture bioenergetiche aumenterà il tasso di perdita di biodiversità. In generale i biocarburanti sono accusati di ridurre la disponibilità di derrate alimentari e di aumentare la fame nel mondo. L'acqua è un fattore critico per molti processi nella catena di produzione dei biocarburanti quali la coltivazione della materia prima (a meno che le materie prime per la produzione dei biocarburanti non siano rifiuti o residui fermenta-

zione), la distillazione e il raffreddamento, nonché durante il processo di conversione della materia prima in biocarburante. Le esigenze di irrigazione delle colture possono presentare in alcuni casi un aspetto critico, dato che l'acqua in molte aree è una risorsa scarsa e un eccessivo prelievo può risultare non sostenibile; inoltre, l'impiego di fertilizzanti e pesticidi può contaminare le acque sotterranee e superficiali, favorendo fenomeni di eutrofizzazione.

La Ue, particolarmente attenta al tema della sostenibilità, nell'ambito della sua politica energetica, all'obiettivo sui biocarburanti al 2020 pari al 10% del consumo di benzina e gasolio per autotrazione, ha affiancato la richiesta di precisi requisiti di sostenibilità. Inoltre, il legislatore ha previsto incentivi per incrementare l'utilizzo dei biocarburanti di seconda e terza generazione¹⁰, maggiormente sostenibili rispetto a quelli di prima.

Soltanto una visione complessiva della questione energetica, capace di unire alle considerazioni economiche anche istanze di tipo ambientale e sociale, può permettere l'incentivazione di processi produttivi virtuosi che vadano a beneficio dell'ambiente, degli agricoltori e delle comunità locali. Ciò richiede un impegno politico che persegua l'efficienza dei metodi di produzione agricola, con il ricorso a tecniche di irrigazione avanzate e l'utilizzo più efficiente dei fertilizzanti, lo sviluppo di tecnologie per la produzione di biocarburanti più avanzate e l'ottimizzazione nelle infrastrutture trasporti. La nascita di filiere agro-energetiche di corto raggio, nell'ottica dello sviluppo locale e della generazione distribuita di energia, si configura come la strada maestra verso un modo di concepire i biocarburanti in grado di riscattarne la pessima fama.

Il decisore locale dovrà così considerare che, per esempio, la scelta di sviluppare una filiera dedicata alla produzione di biocarburanti, è indicata per un territorio a forte vocazione agricola, perché permette di sfruttare un'ampia varietà di biomasse, disponibili a basso costo e in un raggio corto ed è anche possibile realizzare coltivazioni ad hoc su terreni marginali (la canna gentile *Arundo Donax*), senza sottrarre spazio alla produzione agricola ad uso alimentare.

Il D.Lgs. 31 marzo 2011 n. 55, *Attuazione della direttiva 2009/30/CE*, che modifica la direttiva 98/70/CE, per quanto riguarda le specifiche relati-

¹⁰ I biocarburanti di seconda generazione utilizzano biomassa ottenuta da materie prime che non entrano nel ciclo alimentare e con scarso impatto sull'utilizzo del fattore terra (biomasse lignocellulosiche). Quelli di terza generazione utilizzano come materia prima soprattutto le microalghe: sono tecnologie sviluppate solo in impianti pilota, con elevati costi di investimento, ma si prevede che nel medio-lungo termine, la produzione di biodiesel da microalghe, oltre che sostenibile, potrebbe diventare una soluzione economicamente percorribile



ve a benzina, combustibile diesel e gasolio, nonché l'introduzione di un meccanismo inteso a controllare e ridurre le emissioni di gas a effetto serra, e che modifica la direttiva 1999/32/CE per quanto concerne le specifiche relative al combustibile utilizzato dalle navi adibite alla navigazione interna e abroga la direttiva 93/12/CEE¹¹, contiene i criteri che la Comunità Europea ha individuato per assicurare la sostenibilità della produzione dei biocarburanti. La norma stabilisce che i biocarburanti non devono essere prodotti a partire da materie prime ottenute su terreni che presentano fra l'altro un elevato valore in termini di biodiversità e un elevato stock di carbonio. Una problematica recentemente sviluppatasi nell'ambito della produzione dei biocarburanti, in rapporto al cambiamento climatico, è quella degli effetti indiretti dei cambiamenti di uso dei terreni (vedi Capitolo 14). La necessità di bilanciare le esigenze di limitare la conversione dei terreni agricoli alla produzione di biocarburanti con quella di sviluppare biocombustibili di seconda e terza generazione, ha recentemente portato la Commissione europea a presentare una proposta che apporterà modifiche alla Direttiva sulla promozione delle energie rinnovabili.

Energia solare

Tra le tecnologie rinnovabili, il *fotovoltaico* ha avuto i maggiori sviluppi applicativi per cui i dati più recenti del GSE (marzo 2014) indicano in Italia oltre 520 mila impianti, per una potenza complessiva di 18 mila MW.

La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica sfruttando la proprietà di alcuni materiali di generare elettricità se colpiti da radiazione luminosa. La tecnologia prevalente utilizza silicio mono e poli cristallino. A questa si stanno affiancando il silicio amorfo e le celle di seconda generazione, a film sottile. Con questi materiali si realizzano dei pannelli di potenza fino a 1 kW con una superficie esposta al sole di 8 – 10 m² e si costruiscono impianti da pochi kW, adatti per utenze domestiche, fino a diversi MW, in base alla superficie disponibile.

Il grande sviluppo applicativo della tecnologia fotovoltaica è dovuto principalmente agli incentivi e alla riduzione generalizzata dei costi di impianto per la concorrenza di numerosi operatori, purtroppo in gran parte esteri. Anche a fronte della riduzione degli incentivi e della stabilizzazione del mercato, il fotovoltaico continua ad avere elementi attrattivi per l'intrinseca semplicità e affidabilità degli impianti,

la possibilità di utilizzare le coperture degli edifici, senza occupazione di terreno e di integrarsi con gli elementi architettonici, consentendo, in prospettiva, soluzioni a impatto estetico nullo.

I principali vantaggi del fotovoltaico, oltre a quelli economici, che risentono fortemente delle politiche di incentivazione e delle logiche commerciali, consistono nell'ampia possibilità di utilizzazione: in linea di principio qualsiasi superficie ben esposta al sole e non ombreggiata può essere idonea e la modularità consente di realizzare impianti *su misura* in base alla superficie disponibile e alle necessità di produzione senza particolari aggravii dei costi e l'esigenza molto limitata di manutenzione. Gli elementi critici sono legati alla forte dipendenza della produzione dalle condizioni meteorologiche, che la rendono fortemente dipendente dalla rete elettrica e da un certo grado di vulnerabilità alle condizioni meteorologiche estreme, come la grandine.

Le strutture da realizzare per l'ancoraggio sugli edifici hanno complessità e impatto limitati. Il consumo di risorse naturali, tranne il caso di installazioni *a terra*, che sono comunque da scoraggiare, è limitato all'acqua per la pulizia periodica dei pannelli, in quantità molto modesta.

I costi indicativi di impianto sono dell'ordine di 1000 – 2500 € per kW di picco.

L'energia solare può essere utilizzata anche per la produzione dell'acqua calda sanitaria, per il riscaldamento degli ambienti e per alcune applicazioni in processi industriali a temperatura medio alta (100-250°C) attraverso tecnologie che convertono le radiazioni solari in energia termica. Nel caso di impianti per la produzione di acqua calda ad uso domestico è stimato un costo compreso tra 800 e 1200 euro a m².

Degno di nota è anche l'utilizzo dell'energia del sole per il raffrescamento (*solar cooling*) attraverso l'abbinamento di pannelli solari termici e una macchina frigorifera. Tale tecnologia produce freddo, sotto forma di acqua refrigerata o di aria condizionata, a partire da una sorgente di calore.

Il Decreto sulle Rinnovabili (3 marzo 2011) impone l'obbligo, per gli edifici di nuova costruzione o sottoposti a rilevante ristrutturazione, di installare sistemi a fonti rinnovabili capaci di soddisfare almeno il 50% del fabbisogno di acqua calda sanitaria, per cui porre attenzione all'innovazione e allo sviluppo delle tecnologie solari termiche al fine di renderle sempre più competitive, comporta il rafforzamento della filiera industriale italiana (industria meccanica e termoidraulica comprendente piccole e medie imprese specializzate nel solare e grandi aziende termoidrauliche) che ad oggi ha già un potenziale di produzione annua di pannelli solari termici di 1

¹¹ D.Lgs. 31 marzo 2011 n. 55 *Attuazione della direttiva 2009/30/CE*

GWth (pari a 1,4 milioni di metri quadrati)¹².

Gli impianti *solari termodinamici* sono sostanzialmente centrali termoelettriche in cui il calore non viene prodotto bruciando combustibili, ma concentrando l'energia solare con collettori costituiti da specchi curvi.

Questa tecnologia ha avuto un certo sviluppo applicativo soprattutto in Spagna, con 50 impianti per una potenza complessiva di oltre 2000 MW, e negli Stati Uniti, con 50 impianti e oltre 500 MW. In Italia è stata sviluppata dall'Enea una filiera impiantistica con prestazioni all'avanguardia, ma lo sviluppo applicativo è ancora molto limitato, con un solo impianto di scala industriale come Priolo Gargallo – 5 MW e alcune infrastrutture sperimentali come Casaccia e Massa Martana.

I principali ostacoli alla diffusione di questa tecnologia sono legati alla necessità di condizioni di irraggiamento solare (almeno 1900 kWh/m² all'anno di radiazione diretta – DNI) e di terreni pianeggianti disponibili. Infatti, a differenza degli impianti fotovoltaici, quelli solari termodinamici non possono funzionare in condizioni di radiazione solare diffusa (cielo molto nuvoloso) e richiedono l'installazione a terra, con utilizzo esclusivo dei terreni. Per questi motivi l'ambiente ottimale per gli impianti solari termodinamici sono i deserti, in cui i giorni di forte nuvolosità sono molto rari e i terreni pianeggianti sono ampiamente disponibili.

In Italia le zone idonee per gli impianti solari termodinamici si restringono alle regioni meridionali, per quanto riguarda l'insolazione ed inoltre l'occupazione di terreni pianeggianti a volte va in conflitto con altri utilizzi, anche se con questa tecnologia si potrebbero valorizzare aree marginali, come discariche esaurite o aree industriali dismesse.

I costi di impianto, anche se in discesa, sono ancora alti, dell'ordine di 4 – 5 mila € per kW, soprattutto a causa del mercato molto limitato.

Per ampliare il campo di applicazione di questa tecnologia sono allo studio impianti di piccola e media dimensione, abbinati a sistemi di produzione congiunta di energia elettrica e calore per usi industriali o abitativi e integrati con altre fonti rinnovabili, come le biomasse, in modo da distribuire i costi di impianto su una produzione più ampia e migliorarne la convenienza.

Gli impianti solari termici a concentrazione consentono di produrre maggiore quantità di energia elettrica a parità di potenza installata e soprattutto hanno logiche di funzionamento molto vicine a quelle degli impianti convenzionali a combustibile fossile, con i quali possono integrarsi.

¹² Fonte: http://www.enea.it/it/enea_informa/le-parole-dellenergia/solare-termico

Il punto di forza della tecnologia solare termodinamica è legato alla possibilità di accumulare energia in forma di calore in modo efficace ed economicamente conveniente; in tal modo è possibile produrre energia elettrica in base alle necessità degli utilizzatori (come nei tradizionali impianti a combustibile) e non in base al ciclo naturale del sole e alle condizioni meteorologiche. Grazie alla possibilità di accumulare energia termica possono garantire quindi un servizio più stabile e programmabile e consentono di spostare, entro certi limiti, il periodo di produzione di energia elettrica rispetto a quello di disponibilità della radiazione solare, privilegiando le ore in cui c'è maggiore richiesta e l'energia elettrica viene meglio remunerata.

Al di là delle prospettive di installazione sul territorio italiano, la tecnologia solare termodinamica ha importanza strategica per l'industria nazionale in vista della costruzione di grossi impianti nelle aree desertiche del Nord Africa e del Medio Oriente.

Energia eolica

Gli impianti eolici sono costituiti da uno o più aerogeneratori (turbine eoliche) che trasformano l'energia cinetica del vento in energia elettrica attraverso la rotazione di un rotore dotato di pale e collegato, attraverso un sistema di trasmissione, ad un generatore elettrico.

I generatori eolici sono montati in posizione elevata, su alti pali (torri), in modo da catturare maggiore energia dal vento; funzionano con vento con velocità di almeno 3 - 5 m/s, hanno la resa ottimale intorno a 12 - 14 m/s e possono operare fino a 20 - 25 m/s.

L'evoluzione tecnologica derivata dalle attività di ricerca e sviluppo ha migliorato notevolmente le prestazioni degli impianti eolici, consentendone l'applicazione anche in ambienti maggiormente ostili come quello marino, con limitate necessità di manutenzione.

In generale esiste una distinzione tra macchine di piccola taglia (da 1 a 200kW), macchine di media taglia (200kW – 1 MW) e macchine di grande taglia (oltre 1 MW). Le macchine più piccole hanno rotori con diametro fino a 30 m e altezza della torre fino a 50 m; le più grandi raggiungono diametri del rotore fino a 130 m e altezza della torre fino a 140 m.

Anche gli impianti eolici hanno avuto recentemente un notevole sviluppo applicativo: a fine 2012 risultano installati in Italia oltre 1000 impianti per una potenza complessiva di oltre 8 mila MW. La potenza eolica installata rappresenta quindi il 17% di quella degli impianti di energia rinnovabile.



L'elemento di forza della tecnologia eolica è il costo di produzione dell'energia elettrica, concorrenziale, in condizioni ottimali, con quello delle centrali termoelettriche a gas o olio combustibile, senza avere le tipiche esternalità ambientali di queste ultime (emissioni inquinanti e clima-alteranti) e la dipendenza da combustibili di importazione. Gli elementi critici sono legati alla insufficiente ventosità di gran parte del territorio, alla intrinseca irregolarità dei venti e all'impatto visivo a causa delle dimensioni considerevoli, che a volte è considerato inaccettabile.

Energia idrica

Le tecnologie idroelettriche utilizzano l'energia cinetica dell'acqua nel suo flusso naturale verso il mare per produrre energia elettrica. Comprendono due principali sistemi: gli impianti a bacino e quelli ad acqua fluente; i primi sono caratterizzati da grossi salti idraulici e possono essere utilizzati anche come sistemi di accumulo nei periodi in cui la richiesta di energia elettrica è bassa (impianti a pompaggio), mentre i secondi consentono di sfruttare piccoli salti idraulici lungo i corsi d'acqua.

In Italia l'energia idroelettrica ha avuto grande importanza sin dai primi del Novecento per lo sviluppo industriale delle zone a ridosso dell'arco alpino e rappresenta ancora una fondamentale risorsa.

Al 2012 la potenza elettrica complessiva degli impianti idroelettrici installati in Italia era di oltre 18 mila MW, fornita da circa 300 grandi impianti (potenza maggiore di 10 MW), circa 800 medi impianti (potenza compresa tra 1 e 10 MW) e quasi 2000 piccoli impianti (potenza fino a 1 MW).

Negli ultimi anni c'è stato un forte sviluppo dei piccoli - medi impianti, in particolare di quelli con potenza inferiore a 3 MW, con interventi in oltre 1000 Comuni, per una potenza totale installata di quasi 1.200 MW.

Altro settore in espansione è quello dei micro-impianti, con potenze anche di pochi kW, in grado di alimentare piccole utenze isolate, come rifugi alpini e piccole fattorie. Per queste applicazioni sono disponibili impianti che comprendono tutti i componenti (turbina, generatore, inverter e accumulatori), facili da installare e pronti all'uso, con costi molto contenuti.

In generale il costo degli impianti idroelettrici varia molto in base ai lavori da realizzare: opere di presa, canali, vasca di carico, condotta forzata, con tempi di ritorno dell'investimento dai 5 ai 10 anni.

Gli impianti idroelettrici hanno elevato fattore di utilizzo: 3.000-5.000 ore/anno di funzionamento

equivalente alla piena potenza. La conduzione degli impianti può essere remotizzata, con costi limitati e richiedono comunque regolari interventi di controllo e manutenzione, con costi crescenti con il passare degli anni. La vita utile è di almeno 25-30 anni, ma in molti casi può arrivare a 50 anni.

Dal punto di vista ambientale la produzione di energia idroelettrica contribuisce a ridurre l'utilizzo di combustibili, e quindi l'emissione in atmosfera di gas a effetto serra e di altri inquinanti. Inoltre, poiché comporta la manutenzione e il monitoraggio dei corsi d'acqua, contribuisce al controllo del territorio e alla prevenzione del dissesto idrogeologico (alluvioni e frane). In diversi casi si può ridurre l'impatto visivo installando il macchinario in caverna.

Il limite applicativo della tecnologia idroelettrica è legato principalmente alla disponibilità della risorsa idrica, e in alcuni casi da possibili usi concorrenziali delle acque e dei corsi idrici.

Tra le energie alternative, quella estraibile dal mare, e in particolare dalle onde, dalle maree e dalle correnti, è particolarmente interessante, per vari motivi: è una fonte rinnovabile, perché, in ultima analisi, dipende da forzanti astronomiche permanenti; ha un potenziale notevole, poiché si stima, ad esempio, che il contributo energetico legato al solo moto ondoso distribuito lungo l'intero sviluppo costiero mondiale sia dello stesso ordine dell'attuale consumo mondiale di energia elettrica¹³; è una fonte decentralizzata, e quindi adatta al soddisfacimento delle richieste di comunità locali, magari difficilmente raggiungibili dalle grandi reti di distribuzione; e infine comporta rischi e impatti ambientali che, sia pure non ancora studiati in dettaglio, appaiono inferiori a quelli delle fonti tradizionali.

Negli anni Novanta la Commissione Europea ha incluso l'energia da onde nei programmi di *Ricerca e Sviluppo* (R&D) nel campo delle energie rinnovabili. Ciò ha consentito uno studio sistematico del potenziale energetico degli oceani e dei mari europei, vedi ad esempio WERATLAS, atlante dell'energia dal moto ondoso sviluppato nel 1998 a cura di un gruppo di lavoro europeo di cui faceva parte anche l'Istituto di Scienze Marine di Venezia del Cnr, e ha favorito la progettazione di convertitori di nuova generazione. Tuttavia, questi sviluppi non hanno ancora prodotto una crescita decisa del settore. Come si nota nel citato documento sulla *Blue growth* la crescita attesa è molto minore di quella prevista per l'eolico marino, che ha avuto recentemente una forte espansione (potenza totale installata a fine 2011 di 3.8 GW) e si stima possa portare a una produzione

¹³ Angelis, Dimakis et al., (2011), *Methods and tools to evaluate the availability of renewable energy sources Renewable and Sustainable*, Energy Reviews 15: 1182-1200

elettrica di circa 130 TWh al 2020, che dovrebbe coprire il 4% della domanda europea. In base alle stime attuali fornite dai paesi membri¹⁴ la capacità installata per le altre tecnologie energetiche marine non dovrebbe superare i 5 GW nel 2020. Va rilevato che, ad eccezione degli sbarramenti di marea, queste tecnologie sono ancora in fase di ricerca e sviluppo, con la realizzazione e test di numerosi prototipi che cercano di adeguarsi alle specificità geografiche e alle varie condizioni marine. Il settore è però inserito all'interno di un percorso verso la commercializzazione, che mutua in parte gli schemi e gli sviluppi del settore dell'eolico offshore (logistica, connessioni, approfondimenti dell'impatto sull'ambiente), e alcune tecnologie, come le turbine sottomarine che sfruttano le correnti, di marea o di altro tipo, appaiono molto vicine alla fase commerciale.

¹⁴ L'obiettivo è di installare 0.8 GW per la Francia, 2 GW per la Scozia, 0.5 GW per l'Irlanda e la Danimarca, 0.6 GW per la Spagna, e 0.3 GW per il Portogallo.

Da parte sua l'Ue intende continuare a promuovere lo sviluppo e la commercializzazione di queste tecnologie, anche attraverso finanziamenti specifici, parte dei quali sostengono progetti dimostrativi che consentono la raccolta di dati sul campo, in alcuni siti che sono stati individuati (l'European Marine Energy Centre in Scozia, il Wave hub in Inghilterra e il sito di Belmullet in Irlanda). In alcuni di questi progetti sono coinvolti anche grandi operatori del settore energetico, e questo fa sperare che si possa raggiungere nei prossimi anni una massa critica di risorse pubbliche/private che faciliti i necessari sviluppi industriali. Va infine notato che, poiché si prevede che l'eolico marino possa raggiungere la saturazione intorno al 2035, l'estrazione di energia dal mare, arrivata nel frattempo a uno stadio maturo, potrebbe consentire un'ulteriore crescita della generazione di energie rinnovabili offshore, su un orizzonte temporale più lungo.

Una buona pratica: la collaborazione internazionale sulla fusione termonucleare

In questo box viene riportato l'esempio della fusione termonucleare come buona pratica in virtù del fatto che su questa fonte energetica esiste una collaborazione internazionale che non ha uguali in confronto ad altre imprese scientifiche. Inoltre nel Capitolo 27 Prendere buone decisioni politiche, viene riportata l'esperienza di porto Torres che è stata considerata a livello europeo uno dei migliori esempi della pratica della partecipazione. La fusione, quindi, non è, o non è ancora una fonte energetica, ma si ritiene che abbia un grande valore simbolico per le attività socioeconomiche che hanno coinvolto una grande quantità di attori sociali sia in Italia che in altre parti del mondo.

In breve la fusione termonucleare è la reazione nucleare che avviene nel Sole e nelle altre stelle, con produzione di una enorme quantità di energia. Nella reazione di fusione nuclei di elementi leggeri, quali l'idrogeno, a temperature e pressioni elevate, fondono formando nuclei di elementi più pesanti come l'elio. Sono noti tre isotopi dell'idrogeno: l'idrogeno propriamente detto (H), il deuterio (D) e il trizio (T). Il nucleo di tutti e tre contiene un protone, il che li caratterizza come forme dell'elemento idrogeno; il nucleo di deuterio contiene inoltre un neutrone mentre quello del trizio due neutroni. In tutti i casi l'atomo neutro ha un elettrone al di fuori del nucleo per compensare la carica del singolo protone (vedi il sito Enea: www.enea.it).

Le attività a livello europeo sono coordinate da Euratom. Per quanto riguarda il nostro Paese l'Enea coordina il programma italiano a cui partecipano anche il Cnr, con l'Istituto di Fisica del Plasma di Milano con cui collaborano l'Università di Milano Bicocca e il Politecnico di Milano, e il Consorzio, denominato RFX, costituito da Cnr, Enea, Università di Padova, Infn e le Acciaierie Venete. Con l'Enea, inoltre, collaborano molte importanti Università (Politecnico di Torino, Università di Roma Tor Vergata, Università di Roma III, Università di Catania, Università di Firenze) e il Consorzio CREATE composto dalle Università di Napoli, Cassino, Salerno, Reggio Calabria, e da Ansaldo Energia. Anche l'industria nazionale, sin dalla metà degli anni Novanta, ha cominciato a giocare un ruolo importante nel campo della fusione realizzando i prototipi dimostrativi necessari per validare il progetto Iter (*International Thermonuclear Energy Reactor*).

Altro importantissimo elemento, che ha contribuito alla crescita delle attività italiane sulla fusione, è costituito dalle collaborazioni internazionali che abbracciano la sperimentazione di fisica, la teoria e molti campi della tecnologia. Oltre ai Paesi membri Euratom, esistono, infatti, accordi praticamente con tutti i Paesi dove è presente una programma fusione.

L'avvio della realizzazione di Iter, inoltre, ha reso impellente l'esigenza non solo di un più stretto rapporto con l'industria, ma anche di una azione di sensibilizzazione e informazione. Da parte loro le industrie italiane si sono inserite con successo nel mercato europeo realizzando componenti sia per gli esperimenti



nazionali che per quelli internazionali come il Jet (*Joint European Torus*) prima e Iter dopo. L'industria italiana ha assunto oggi un ruolo crescente, specialmente per la dimostrazione di soluzioni tecnologiche adottate per la fabbricazione dei componenti più complessi e innovativi. Le tecnologie richieste, altamente sofisticate, abbracciano settori diversi quali i magneti superconduttori, i materiali, le tecnologie di giunzione e del vuoto, l'elettronica di potenza, la telemanipolazione.

Durante la fase di R&S per Iter, un ruolo importante dell'industria è stato quello di sviluppare la produzione delle tecnologie, passando dalla loro dimostrazione, spesso ottenuta nei laboratori di ricerca, alla definizione di tecnologie industrialmente valide, affidabili e di costo accettabile. Un esempio importante è quello dei materiali superconduttori e dei sistemi di riscaldamento del plasma. In alcuni casi l'industria ha affiancato i laboratori nelle attività di R&S contribuendo allo sviluppo delle migliori soluzioni tecnologiche.

L'Italia è stata anche promotrice di attività destinate a contribuire allo sviluppo di importanti componenti per Iter, come gli iniettori di fasci di neutri (*Negative Neutral Beam Test Facility*) in corso di realizzazione a Padova.

Il futuro prossimo contempla il rilancio delle attività di sperimentazione con un nuovo esperimento, Fast, che fungerà come infrastruttura di ricerca europea e mondiale su cui sviluppare nuove conoscenze di fisica e di tecnologia e formare gli scienziati ed i tecnologi che dovranno prendere il testimone prima con la sperimentazione di Iter e poi con la realizzazione del reattore dimostrativo.

Anche nel settore degli studi sociali ed economici sulla fusione, oggetto di questo capitolo, l'Italia ha avuto un ruolo molto importante, fino ad essere il Paese che a livello europeo ha lavorato di più sull'argomento (vedi Capitolo 27), applicando metodi e tecniche della ricerca sociale al tema della fusione.

La distribuzione sostenibile dell'energia sul territorio

Un modello di sviluppo energetico-ambientale efficiente e sostenibile è legato alla disponibilità di energia green e alla facilità di approvvigionamento. La capacità di garantire la fornitura dei servizi energetici richiesti è essenziale per il funzionamento di tutte le economie, dai piccoli Comuni all'intera Nazione. Uno dei principali driver di un sistema economico moderno e ambientalmente sostenibile non è, pertanto, la sola disponibilità di fonti rinnovabili, ma anche la capacità di renderle facilmente accessibili sul territorio e agli utenti finali. Non si può perciò prescindere dall'esigenza di attuare logiche intelligenti per la gestione e il controllo della distribuzione dell'energia (reti elettriche, teleriscaldamento).

La diffusione di impianti e tecnologie FER o a fonti fossili ma estremamente efficienti (vedi cogene-

razione ad alto rendimento) si è sviluppata finora nella cornice di un modello di produzione e distribuzione dell'energia centralizzato. In tale scenario il potenziale insito nelle nuove tecnologie energetiche rimane del tutto inespresso e legato a logiche del tutto simili a quelle di impianti tradizionali. La filiera corta, lo scambio sul posto di energia, l'integrazione degli impianti a FER con altri progetti funzionali allo sviluppo locale riguardanti i rifiuti, l'acqua, i trasporti, il turismo ed altri settori strategici rappresentano la cornice ideale per l'implementazione di tali progetti. In questo quadro, il modello consolidato di produzione centralizzata di energia elettrica va trasformandosi in quello più articolato e avanzato, sia dal punto di vista tecnologico che gestionale, di *Generazione Distribuita (GD)*. Ad oggi il nostro Paese può infatti vantare un sistema di generazione sempre più distribuito con oltre 600 mila impianti termici ed elettrici diffusi nel 98% dei Comuni Italiani, come mostra la Tabella 10.2.

Tabella 10.2 - La crescita dei Comuni Rinnovabili

Anno	Solare Termico	Solare Fotovoltaico	Eolico	Mini Idroelettrico	Bioenergie	Geotermia	Totale
2006	108	74	118	40	32	5	356
2007	268	287	136	76	73	9	1.262
2008	390	2.103	157	114	306	28	3.190
2009	2996	5.025	248	698	604	73	5.591
2010	4.064	6.311	297	799	788	181	6.993
2011	4.384	7.273	374	946	1.136	290	7.661
2012	6.256	7.708	450	1.021	1.140	334	7.896
2013	6.260	7.857	571	1.053	1.494	369	7.970

Fonte: Rapporto *Comuni Rinnovabili 2013* di Legambiente

La vicinanza degli impianti di generazione ai punti di consumo finale (*utenza*) comporta un trasporto di energia su distanze contenute, con conseguenti minori perdite di rete, e consente anche lo sfruttamento dell'eventuale calore prodotto, che richiede distanze di trasporto estremamente brevi.

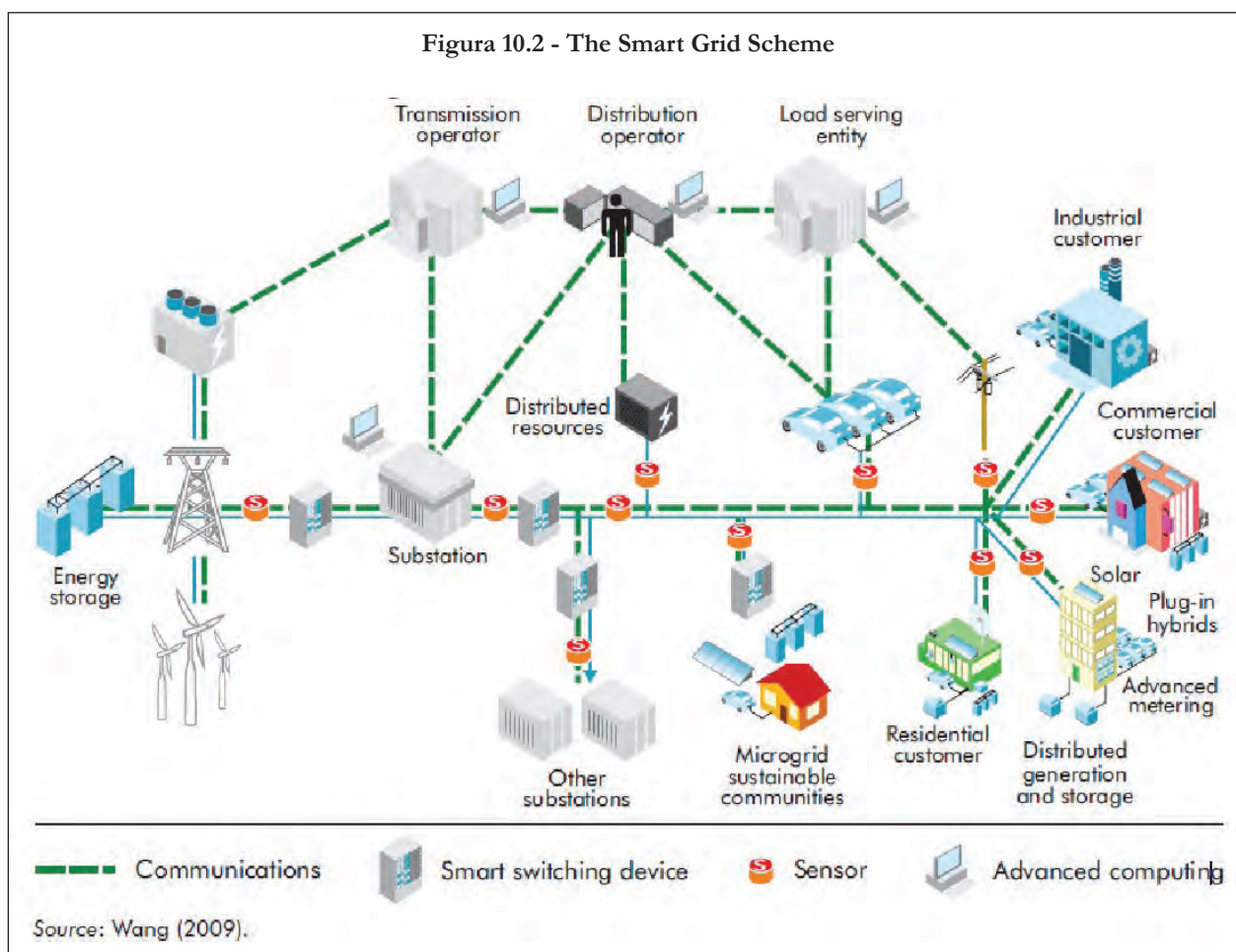
In questa visione il consumatore è anche il produttore e una rete bidirezionale trasporta l'energia elettrica intermittente prodotta in loco. La GD permette quindi una maggiore integrazione del settore generazione con il territorio (basti pensare banalmente ai pannelli fotovoltaici integrati nelle abitazioni o alla produzione di elettricità e calore dai rifiuti urbani) e promuove opportunità di business locale. La variabilità e l'intermittenza delle fonti rinnovabili accentua però i problemi di bilanciamento della domanda a causa della difficile prevedibilità di questo tipo di fonti che si vanno affermando ogni giorno di più, come si vede dalla Figura 10.2.

Come abbiamo visto tra i principali requisiti per il sistema elettrico futuro troviamo la sostenibilità e l'efficienza ma al tempo stesso bisogna puntare anche all'affidabilità, intesa come la capacità di sod-

disfare il fabbisogno energetico degli utenti finali senza interrompere il servizio, e alla sicurezza evitando che il sistema possa essere soggetto ad atti terroristici e diminuendo la dipendenza dall'estero che può essere fonte di insicurezza.

Per soddisfare questi requisiti e garantire un sistema flessibile, è necessaria una rete intelligente, *Smart Grid*, che con tecnologie avanzate permetta di integrare e coordinare le esigenze e le capacità di tutti gli utenti connessi, produttori, gestori di rete, consumatori e operatori del mercato elettrico al fine di far operare tutte le componenti del sistema nel modo più efficiente possibile, minimizzando i costi e l'impatto ambientale. Le Smart Grid rappresentano quindi l'evoluzione della classica rete elettrica di distribuzione, sostanzialmente passiva, che trasporta l'energia in una direzione, dalle grandi centrali di generazione ai punti di consumo presso gli utenti finali.

Dal punto di vista fisico le Smart Grid sono costituite, oltre che da linee elettriche bidirezionali, interruttori e trasformatori, anche da componenti elettronici, informatici e di comunicazione per il monitoraggio remoto (*Smart Metering*) e reti per la gestione dell'intero sistema per veicolare i flussi



ETP 2010 © OECD/IEA



di energia a seconda dei momenti e dei luoghi di maggiore o minor consumo, utilizzando al meglio le risorse locali e limitando il trasporto su lunga distanza. Queste tecnologie possono così favorire la diffusione delle fonti intermittenti rinnovabili e trovare applicazione, per esempio, per la produzione e la gestione dell'energia elettrica a livello consortile o di bacino, interagendo con la rete generale attraverso rapporti di scambio o soccorso. I sistemi di monitoraggio remoto sono basati su reti di sensori per la misurazione in tempo reale dei consumi di energia, interfaccia informatica di comunicazione, via Internet o reti telefoniche, e consentono di intervenire sugli impianti regolando i flussi di energia, veicolando le informazioni sul funzionamento degli impianti stessi e offrendo la possibilità di intervenire in caso di problematiche o guasti. Per esempio, è possibile tenere sotto controllo i consumi energetici di vari edifici, individuare tempestivamente sprechi o guasti e pianificare con maggiore accuratezza contratti di fornitura, manutenzioni e investimenti, aumentando così la flessibilità del sistema.

Va notato che l'attuale sistema elettrico è progettato per soddisfare la domanda di picco, che dura solo per un limitato periodo di tempo, ma in questo modo il sistema richiede alti investimenti in capacità. Con le Smart Grid è possibile avere una curva di domanda piatta, fornendo informazioni ai consumatori sul prezzo dell'energia per spostare il consumo lontano dai periodi di picco della domanda. I criteri di Smart Grid possono essere applicati a una serie di infrastrutture di materie prime, compresa l'acqua, il gas, l'elettricità e l'idrogeno e saranno la base per un futuro sistema di approvvigionamento decarbonizzato.

Il passaggio verso la generazione decentralizzata e intelligente pertanto è la *condizione sine qua non* per esprimere non solo tutto il potenziale tecnico delle FER, ma anche per favorire un cambio di paradigma energetico attraverso il quale tali tecnologie promuovono una re-distribuzione verso il basso della decisione sociale, economica e politica al fine di garantire un accesso non discriminatorio ai mercati energetici. In tale visione gli impianti a FER possono essere socialmente desiderati ed auspicati come strumento di *empowerment* delle comunità locali e leva di sviluppo sostenibile per tutto il territorio.

Efficienza energetica e risparmio energetico

L'efficienza energetica esprime il rapporto tra quanto ottenuto in termini di prodotto e/o servizio energetico reso e l'energia impiegata a tale scopo.

Per servizio energetico si intende un qualsiasi

bisogno che, per essere soddisfatto, necessita dell'utilizzo di tecnologie, impianti o processi che consumano energia: in tale senso il lavaggio della biancheria, i km percorsi, il fabbisogno di calore in un appartamento, rappresentano tutti servizi energetici che vengono soddisfatti rispettivamente da lavatrici, autovetture e impianti di riscaldamento.

A titolo di esempio, l'efficienza di un veicolo si può esprimere come il rapporto tra i km percorsi (servizio reso) e la quantità di carburante utilizzato (ovvero il suo contenuto energetico), quella di una lavatrice come il rapporto tra il numero di cicli di lavaggio e l'energia elettrica necessaria, quella di un impianto di riscaldamento come il rapporto tra il calore prodotto per scaldare casa e la quantità di combustibile impiegata.

Maggiore è questo rapporto, migliore è l'efficienza energetica del dispositivo; in termini di servizio reso, minore sarà l'energia impiegata per soddisfare un determinato servizio energetico, maggiore sarà l'efficienza del processo/impianto utilizzato.

Naturalmente, sostituire una tecnologia con una maggiormente efficiente determina una riduzione del consumo di energia. A tale risultato è possibile arrivare anche attraverso una minore richiesta di servizi energetici, ovvero tramite l'adozione di comportamenti maggiormente consapevoli da parte dei consumatori. In questo secondo caso si parla di risparmio energetico, ossia di quell'insieme di azioni che uno o più utenti, consumatori, mettono in campo per contenere, ridurre il bisogno di uno o più servizi energetici.

Efficienza e risparmio sono due concetti estremamente diversi: benché conducano entrambi a una riduzione dei consumi energetici, la prima riguarda le prestazioni della tecnologia, l'altra la quantità di domanda di un certo servizio energetico. A titolo di esempio, sostituire una lampadina con una più performante è un'azione di efficienza energetica, ridurre il numero di ore in cui essa è accesa è invece un'azione di risparmio energetico.

Efficienza e risparmio rappresentano due sfere d'azione di fondamentale importanza per il decisore pubblico per ridurre i consumi energetici, la spesa in bolletta e le emissioni di gas inquinanti: numerosi studi considerano infatti efficienza e risparmio come le principali leve di intervento per evolvere verso una società low carbon (vedi Capitolo 2). In questo senso la governance da un lato dovrebbe prevedere azioni atte a migliorare le prestazioni di impianti, edifici ed apparecchiature in suo possesso e dall'altro mettere in campo azioni di informazione e sensibilizzazione rivolte ai cittadini sull'importanza, i benefici, sulle soluzioni che essi possono adottare per contenere i propri consumi energetici.

Strumenti (normativi e non solo) a disposizione del decisore locale

Principali interventi di Efficienza energetica

Esistono numerose soluzioni per migliorare l'efficienza energetica sia nei settori di produzione dell'energia elettrica e del calore, che in tutti i settori di impiego finale dell'energia, civile, agro – industriale e trasporti.

Nel settore civile, residenziale e non, le principali soluzioni riguardano l'utilizzo di elettrodomestici ed apparecchiature di classe energetica elevata ed il miglioramento delle prestazioni del sistema edificio – impianto nella sua interezza, costituito dall'involucro edilizio (opaco e trasparente) e dall'insieme di impianti tecnologici per il riscaldamento invernale, il condizionamento estivo, l'illuminazione, la ventilazione e altri sistemi tecnologici (ascensori, scale mobili, celle frigorifere). Ad oggi sono numerose le tecnologie di particolare interesse per la riduzione dei consumi energetici:

- interventi sull'involucro (pareti opache e trasparenti);
- interventi relativi agli impianti per il riscaldamento/raffrescamento;
- interventi per l'illuminazione naturale e artificiale;
- interventi sulle apparecchiature elettriche;
- integrazione con le fonti energetiche rinnovabili.

Gli interventi sulle superfici opache riguardano sia il rifacimento dei tetti che del primo solaio e la coibentazione delle pareti verticali. In riferimento a queste ultime è possibile agire dall'esterno (la soluzione più efficace, particolarmente conveniente quando è comunque previsto un rifacimento della facciata), dall'interno tramite l'installazione di pannelli isolanti (non eccessivamente costoso), nell'in-

tercapedine della parete (riempiendola con degli opportuni materiali isolanti). Anche l'isolamento del tetto è importante, essendo questo il punto che disperde più calore in inverno e provoca surriscaldamento d'estate.

Come quelle opache, anche le superfici vetrate possono essere oggetto di intervento, sostituendo il vetro esistente con un doppio vetro, oppure aggiungendone un secondo accanto a quello esistente; importante anche applicare tendaggi pesanti davanti alle finestre o pellicole solari riflettenti che, oltre ad aumentare l'isolamento, impediscono il passaggio delle radiazioni ultraviolette. Anche l'isolamento del cassonetto, uno dei punti di notevole dispersione di calore, può risultare molto efficace e poco costoso, ad esempio applicando un pannello isolante.

Gli impianti di climatizzazione invernale sono fondamentali: la sostituzione dei vecchi impianti con caldaie a condensazione o a pompe di calore permettono di ridurre in maniera considerevole i consumi. Anche la regolazione gioca un ruolo importante, tramite l'utilizzo di termostati e valvole termostatiche (che regola automaticamente l'afflusso di acqua calda ai radiatori mano a mano che la temperatura ambiente si avvicina a quella desiderata).

L'installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda consente di ridurre notevolmente i consumi, risultando particolarmente conveniente nel momento in cui sia utilizzata per sostituire un boiler elettrico.

Tecnologie e sistemi innovativi, inoltre, quali i sistemi *domotici*, l'involucro attivo, il *solar cooling*, lo *smart building* e la cogenerazione rappresentano soluzioni sempre più diffuse sul mercato.

Da non sottovalutare l'*audit energetico*, uno strumento indispensabile per individuare gli interventi più efficaci su cui puntare in riferimento alle specifiche caratteristiche dell'edificio e al fabbisogno energetico connesso alle attività che in esso vengono svolte.

Esempi di buone pratiche: il Progetto *European Smart City*

Il *Comune di Bari*, nell'ambito del progetto *European Smart City*, sta realizzando progetti di efficientamento energetico nelle scuole, collaborando con l'Enea ed altri istituti di ricerca ad un programma di ricerca e di sperimentazione sull'efficienza energetica, al miglioramento del comfort e alla educazione alla sostenibilità nella scuola. L'attività dimostrativa si è focalizzata su di una scuola secondaria di primo grado del Comune di Bari, l'Istituto Comprensivo Massari-Galilei, in cui i ricercatori hanno svolto attività didattiche sui temi dell'efficienza energetica e laboratori diagnostico-strumentali sul rilevamento dei deficit energetici e di comfort illuminotermico. Gli studenti sono stati coinvolti, in particolare, nell'individuazione di soluzioni a carattere *low-cost* per il miglioramento dell'efficienza energetica e del comfort del loro ambiente scolastico. Ne è risultata l'attivazione, in essi, di meccanismi di gestione consapevole delle *piccole azioni* quotidiane mirate al risparmio energetico (su questo tema vedi anche il Capitolo 3 che riporta una attività in un liceo di Roma).



Nel campo dei trasporti, l'innovazione tecnologica dei veicoli stradali negli ultimi anni ha consentito notevoli miglioramenti delle prestazioni energetiche, tra le tecnologie veicolari più innovative i veicoli ibridi e i veicoli elettrici *puri* (vedi il Capitolo 13 – Le aree urbane).

Nel campo del trasporto passeggeri, al fine di ridurre i consumi energetici, le emissioni di gas serra ed il livello di congestionamento delle aree urbane risulta particolarmente efficace, oltre che potenziare e migliorare l'offerta di trasporto pubblico locale, aumentandone l'affidabilità e garantendo livelli di prestazioni elevati, favorire l'intermodalità attraverso soluzioni che promuovano la mobilità sostenibile, dal *car sharing* alla costruzione di piste ciclabili, e la diffusione di tecnologie telematiche dei Sistemi di trasporto intelligenti (ITS).

In questo senso un esempio di *best practice* è rappresentato dal servizio Car2go, il servizio di car sharing attivato a Milano che ha riscosso un notevole successo tra i cittadini in brevissimo tempo. Il servizio, che prevedeva una flotta (iniziale) di 450 *smart fortwo*, ha coperto un'area di oltre 120 km quadrati. Le vetture messe a disposizione hanno potuto circolare anche all'interno della zona a traffico limitato, senza dover pagare il pedaggio, *congestion charge*, potendo parcheggiare anche nelle zone riservate ai residenti, anche in questo caso senza dover pagare il parcheggio negli spazi limitati dalle strisce blu. Per usufruire del servizio è necessario pagare una quota di 19 euro di iscrizione e il costo del noleggio di circa quindici euro l'ora.

Criticità e priorità

L'accettazione sociale delle principali tecnologie sul territorio

Il decisore locale che si muove verso il passaggio ad uno scenario energetico *low-carbon society* (vedi sull'argomento il Capitolo 2), oltre ad andare incontro a problemi di fattibilità tecnico-economica o normativa legato alle nuove tecnologie (quali i limiti geografici, la natura intermittente e discontinua delle fonti rinnovabili, l'efficienza, la convenienza economica, la normativa), si trova a dover affrontare sempre di più un ulteriore ostacolo che spesso impedisce l'implementazione di progetti ed interventi di tecnologie energetiche basati su fonti rinnovabili nel territorio: le barriere legate all'accettazione sociale (vedi anche Capitolo 27). Il termine di accettazione sociale è qui definito come *l'acquisizione consapevole di un mutamento che trasformi il proprio territorio, determinato dall'introduzione di una nuova tecnologia/policy/progetto*. In questo caso l'accettazione è collegata al modo con cui le persone percepiscono ed interpretano gli interventi e gli impianti energetici da localizzare in un territorio. La questione chiave che diventa importante per un amministratore locale impegnato a promuovere la diffusione di fonti energetiche rinnovabili o comunque alternative sul proprio territorio non è quindi se e quanto le politiche energetiche a livello nazionale verso le FER siano auspicabili, bensì *se e come* singoli *progetti energetici a livello locale* possono essere socialmente desiderabili.

Quali sono gli impedimenti di natura squisitamente sociale che possono ostacolare la diffusione delle tecnologie energetiche sul territorio? Ci sono

diverse ragioni che possono ostacolare la desiderabilità sociale verso l'introduzione di una tecnologia a FER. A parte qualche elemento di novità, le ragioni della protesta sono spesso riconducibili a quanto spesso emerge riguardo agli impianti energetici più convenzionali. Nessuna di queste spiegazioni ha la pretesa di essere esaustiva, a seconda dei casi potrà prevalere l'una o l'altra, e non è escluso che più d'una possano essere contemporaneamente valide in una stessa situazione. Vediamole in sintesi:

La sindrome Nimby. L'ipotesi Nimby si regge sull'assunzione secondo cui la motivazione della protesta è legata esclusivamente a ragioni di natura localistica secondo la quale la popolazione sarebbe favorevole alla realizzazione di tali impianti purché non siano fatti nel proprio *cortile di casa*. C'è comunque da rilevare che diversi studiosi ritengono che tale sindrome spieghi fenomeni di opposizione in aree geografiche vaste e non in territori limitati come quelli presenti in Italia. Gli stessi Autori sostengono in sintesi che è errata la pretesa di ridurre qualsiasi conflitto al Nimby, sotto tacendo altri fattori come la sfiducia nelle istituzioni e negli esperti¹⁵.

La mancanza di trasparenza e di informazione. L'informazione tecnico-scientifica dei cittadini sulle energie rinnovabili gioca un ruolo di fondamentale importanza nel favorire o meno la desiderabilità verso di esse. Senza informazione non vi è consapevolezza e la cosciente accettazione di un mutamento del proprio territorio, determinato dall'introduzione di una tecnologia verde, è condizionata anche dal livello di informazione posseduto dai cittadini.

¹⁵ Borrelli G., Guzzo T., (2011), *Tecnologia, rischio e ambiente*, Bonanno Editore

*La percezione del rischio*¹⁶. Nelle contestazioni mosse agli impianti a FER il termine rischio ritorna prepotentemente. Così come per gli impianti energetici convenzionali, vi è la paura di effetti negativi sulla biodiversità, sulla salute, sulla qualità della vita determinati da parchi eolici, centrali a biomasse o geotermiche, impianti di compostaggio. Anche laddove potrà sembrare socialmente amplificato il rischio legato ad alcuni impianti a FER non va sottovalutato e la sua percezione dipende da una serie di processi e fattori di diversa natura: culturali, comunicativi, morali, valoriali.

L'equa ripartizione dei rischi e benefici. Da un'analisi delle argomentazioni emerse dai contestatori affiora come sono gli impatti sociali del progetto a costituire in certi casi la fonte principale di preoccupazione da parte di residenti e portatori di interessi mettendo a rischio la desiderabilità economica e sociale dell'intervento. Nel caso specifico della localizzazione di una nuova tecnologia energetica una domanda da farsi in fase di progettazione è: *chi perde e chi guadagna dalla sua introduzione?* Le possibili ripercussioni di un parco eolico o una centrale a biomasse su settori strategici quali il turismo o l'agricoltura possono influire notevolmente sulle percezioni di una società locale. La paura di perdere una reale o potenziale fonte di guadagno, in un operatore turistico o agricolo, oppure in un commerciante, potrebbe prevalere sul timore più lontano del riscaldamento globale o della dipendenza dai combustibili fossili del proprio Paese.

Il processo decisionale. Quello che insegna la vicenda nei conflitti ambientali più recenti è che la gestione dei rischi tecnologici e industriali in genere, nelle nostre società richiede il *coinvolgimento* del pubblico. Dalle esperienze di successo presenti negli altri paesi dove il fenomeno dei conflitti ambientali non è nuovo (come la Francia, gli Stati Uniti o la Gran Bretagna) è dimostrato che ai fini di prevenire o evitare tali situazioni sono stati sperimentati una serie di strumenti partecipativi che tentano in vari modi di coinvolgere gli *stakeholder* al momento, e non al termine, della definizione di progetti di sviluppo che ricadono sul proprio territorio. Le legislazioni della Regione Toscana (Legge 46/2013) e dell'Emilia Romagna (3/2010) in materia vanno verso questa direzione¹⁷.

La percezione del territorio. Una delle caratteristiche distintive degli impianti a rinnovabili rispetto a quelli a combustibili fossili è il maggiore impatto visivo nel paesaggio. Questo naturalmente è relativo alla capacità generativa dell'impianto, ma l'aspetto della

visibilità dipende anche dal fatto che - mentre per i combustibili fossili o per l'energia nucleare l'estrazione è realizzata sotto la superficie terrestre o comunque è invisibile ai cittadini - nel caso delle FER la fornitura della materia prima avviene in superficie, con un maggior impatto sul paesaggio e sull'ambiente, e con una maggiore vicinanza ai luoghi di residenza. Diverse ricerche in merito hanno sottolineato la rilevanza di questa dimensione in diversi casi di contestazione. La diffusione di un immaginario paesaggistico *idilliaco* fra i turisti, gli immigrati di ritorno e i proprietari di seconde case è uno di questi.

Le infiltrazioni malavitose. L'interesse e l'attenzione da parte delle organizzazioni mafiose in progetti energetici riguardanti anche impianti a FER è un fenomeno non nuovo nella penisola che alla luce degli ultimi rapporti Ecomafia¹⁸ non può essere più trascurato. Questo fenomeno spiega in molti casi, soprattutto in territori considerati ad alta densità mafiosa, alcune delle ragioni sociali che possono mobilitare la cittadinanza e i comitati locali contro un impianto o progetto energetico, anche se questo in termini generali può portare dei benefici nel bilancio generale di CO₂ nell'atmosfera. In questi casi diventa importante per il decisore poter sgomberare subito il campo da equivoci e malintesi che possono far percepire a livello sociale un'infiltrazione ed un interesse mafioso e della criminalità organizzata in determinati progetti proposti. Tale attenzione necessita di andare oltre il dettato normativo che oggi alla luce degli ultimi sviluppi affida agli enti pubblici od altri soggetti equiparati (privati gestori di pubblici servizi) la facoltà di rivolgersi per le verifiche antimafia a seconda dei casi o alla Prefettura¹⁹ oppure, nei casi previsti dall'art. 6-bis del D.Lgs. 163/2006, alla banca dati istituita presso l'Autorità per la Vigilanza sui Contratti Pubblici (AVCP).

L'occupazione nel settore energetico, evoluzione dei profili professionali

Nel processo di riconversione verde²⁰ lo spostamento dell'economia verso i settori *low-carbon*²¹ si riflette anche sulla composizione e sulle caratteristiche della forza lavoro.

Dalla analisi qualitativa di alcune significative esperienze²² emergono indicazioni utili alla comprensione dei fabbisogni di competenze ed alla

¹⁶ Questa tematica è ampiamente trattata nei capitoli 1, 22, 23. Si suggerisce comunque Borrelli G., Sartori S., (1990) *Rischi tecnologici e interessi diffusi*, Quaderni Enea

¹⁷ Su questo tema è bene vedere gli esempi di buona pratica relative a Licata e a Porto Torres, presenti nel capitolo 27

¹⁸ <http://www.legambiente.it/contenuti/dossier/rapporto-ecomafia>, considerata la principale fonte su questo argomento

¹⁹ Art. 99 del D.Lgs. 159/2011

²⁰ Green restructuring cit.

²¹ Per maggiori informazioni sul fenomeno anche di carattere bibliografico vedi Capitoli 2 e 25

²² Ocse (2011), Cedefop e Ilo (2011)



definizione di nuovi e più appropriati interventi formativi. I casi studio infatti rilevano che, come in tutta l'economia verde, anche nel settore energetico il passaggio verso le energie pulite comporta un processo dinamico su vasta scala che vede la *nascita di nuove professionalità* (soprattutto verso la filiera delle rinnovabili), la *trasformazione di alcune professioni* esistenti mediante l'integrazione e aggiornamento delle competenze (ad essere interessato è soprattutto il settore residenziale legato all'efficientamento degli edifici) e la *scomparsa di alcune tipologie lavorative* legate a produzioni in progressiva dismissione (come la filiera estrattivo mineraria).

Le previsioni numeriche, sempre assai difficili da realizzare nel caso di una fase di transizione come l'attuale, prospettano un saldo positivo dell'occupazione dovuto in gran parte alla presenza della componente tecnologica innovativa che implica l'impiego di più forza lavoro lungo l'intera catena produttiva. Confrontando le tecnologie energetiche, gli impianti a fonti rinnovabili e gli impianti a fonti fossili, il settore delle rinnovabili presenta infatti maggiori potenzialità occupazionali, per unità di energia prodotta, in tutte le fasi del ciclo di vita dell'impianto, dalla costruzione e installazione alla fase di gestione^{23,24}.

Si tratta di una conferma teorica a supporto di quanto ci suggerisce l'osservazione diretta della realtà italiana. L'innovazione e la ricerca rappresentano la principale destinazione degli occupati nei settori verdi in Italia dal momento che, secondo Green Italy 2013²⁵, più della metà delle assunzioni dichiarate dalle aziende vengono indirizzate proprio verso le attività di ricerca e sviluppo.

In questa fase diventa dunque cruciale facilitare il passaggio verso il nuovo modello energetico e di consumo attraverso l'analisi e la definizione delle *figure professionali* più richieste.

E' quanto si propone Isfol con lo studio sui principali fabbisogni di competenze e conoscenze nel settore delle rinnovabili e dell'efficienza energetica. La ricerca consente di ricostruire in maniera dettagliata l'identikit professionale di alcune figure particolarmente significative quali:

- esperto economico – finanziario di interventi in campo energetico ambientale;
- esperto di interventi energetici sostenibili a livello territoriale;

²³ Wei M. et al. (2006), *Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?*

²⁴ A simili conclusioni perviene anche uno studio realizzato nel 2010 in Spagna, nella regione di Aragona, interessata negli ultimi anni da una robusta crescita del solare e dell'eolico. Ogni MW generato da fonti rinnovabili produce occupazione dalle 2 alle 4 volte in più rispetto alle tecnologie tradizionali. Sastresa et al. (2010), *Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study*

²⁵ GreenItaly (2013), secondo rapporto, Symbola e Unioncamere

- promotore consulente di materiali edili a basso impatto ambientale;
- esperto per la qualificazione energetico ambientale delle imprese edili;
- amministratore di condominio con competenze energetico ambientali²⁶.

La ricerca ha inoltre il pregio di collegare i diversi contesti, nazionale e locale, soprattutto con riferimento ai repertori delle competenze e dei profili predisposti a livello territoriale al fine di favorire gli interventi di formazione professionale e rispondere alle crescenti necessità provenienti dai vari settori produttivi.

Analoghe indagini sui profili sono state condotte dall'Osservatorio Energia e Innovazione dell'Ires²⁷. Con l'obiettivo di indagare la trasformazione dei saperi richiesti e delle competenze delle figure professionali coinvolte nella conversione del sistema energetico in favore della *green economy*²⁸, l'analisi ha esaminato gli effetti del PAEE²⁹ sui settori dell'edilizia, trasporti, industria e macchine per i settori produttivi.

Anche in questo caso le figure più interessate sono quelle medio alte, i professionisti dei settori tecnico scientifici, quali architetti, ingegneri, project manager, che hanno più direttamente recepito le principali innovazioni metodologiche tecniche ed operative connesse al tema della sostenibilità.

La ricerca tuttavia sottolinea l'ampia portata del cambiamento, il carattere pervasivo degli interventi di efficienza energetica che oltre a introdurre nuove figure professionali, sono principalmente in grado di apportare la trasformazione di un gran numero di professioni esistenti, sia nelle alte che nelle basse qualifiche.

L'analisi delle ricadute occupazionali dei fabbisogni sul sistema professionale degli ingegneri, è il cuore dello studio realizzato dal Centro Studi C.N.I.³⁰. L'indagine ha classificato i profili emergenti nei nuovi comparti a FER individuando 23 nuove professioni per gli ingegneri e ulteriori professionalità tecniche corrispondenti a 8 profili professionali per diplomati.

La banca dati Excelsior di Unioncamere³¹ rafforza la correlazione tra occupabilità e i settori

²⁶ Ammassari R., et al. (2011), *Energie rinnovabili ed efficienza energetica: settori strategici per lo sviluppo sostenibile: implicazioni occupazionali e formative*. sintesi della ricerca, Roma, Isfol

²⁷ Istituto di Ricerche Economiche e Sociali

²⁸ Ruggiero S. (2012), *L'efficienza energetica in Italia: competenze e figure professionali emergenti per la green economy*, in Argomenti, n. 35/2012, Milano, Franco Angeli, pp. 53-73

²⁹ Piano d'Azione Italiano per l'Efficienza Energetica 2011

³⁰ Centro Studi Consiglio Nazionale degli Ingegneri, (2011), *Ingegneri 2020: le nuove sfide professionali nelle energie rinnovabili, efficienza energetica, mobilità sostenibile*

³¹ Progetto Excelsior (2013), *Sistema informativo per l'occupazione e la formazione*, Unioncamere

legati all'energia e conferma la tenuta occupazionale di aree disciplinari tecniche quali ingegneria e architettura. Anche in tempi di crisi, le imprese dei comparti chimico-farmaceutico-petroliero e le *public utilities*³² risultano economicamente tra le più attive e in grado di fornire posti di lavoro altamente qualificati³³.

Un ampio discorso a parte meriterebbe il settore edilizio ed in particolare gli interventi per il recupero e la riqualificazione energetica degli edifici³⁴. Il Cresme³⁵ prevede che gli incentivi introdotti dal

2007 riguardanti il rinnovo e la manutenzione del patrimonio abitativo saranno strategici nel settore delle costruzioni anche nei prossimi anni e costituiranno uno dei principali motori per il rilancio economico ed occupazionale.

A questo contribuisce, inoltre, la futura applicazione della normativa europea che prevede la progettazione e la costruzione di edifici ad alte prestazioni energetiche. Si calcola che gli investimenti attivati che hanno usufruito della detrazione, per l'anno 2012, siano di circa 3 miliardi relativi ad interventi di riqualificazione energetica che, in termini di stime occupazionali, corrisponde a circa 44.000 occupati diretti e 67.000 occupati complessivi³⁶.

Il crescente coinvolgimento del settore delle costruzioni, Figura 10.3, per i prossimi anni impone, dunque, una analisi puntuale della filiera, con la previsione e la predisposizione di misure e investimenti necessari a formare ed aggiornare le figure e i profili professionali all'uso dei materiali e delle tecnologie più innovative.

³² Per una ulteriore conferma del ruolo svolto dai servizi pubblici locali, si vedano i dati di Federambiente 2012, Occupazione e Costo del lavoro 2012, Federambiente

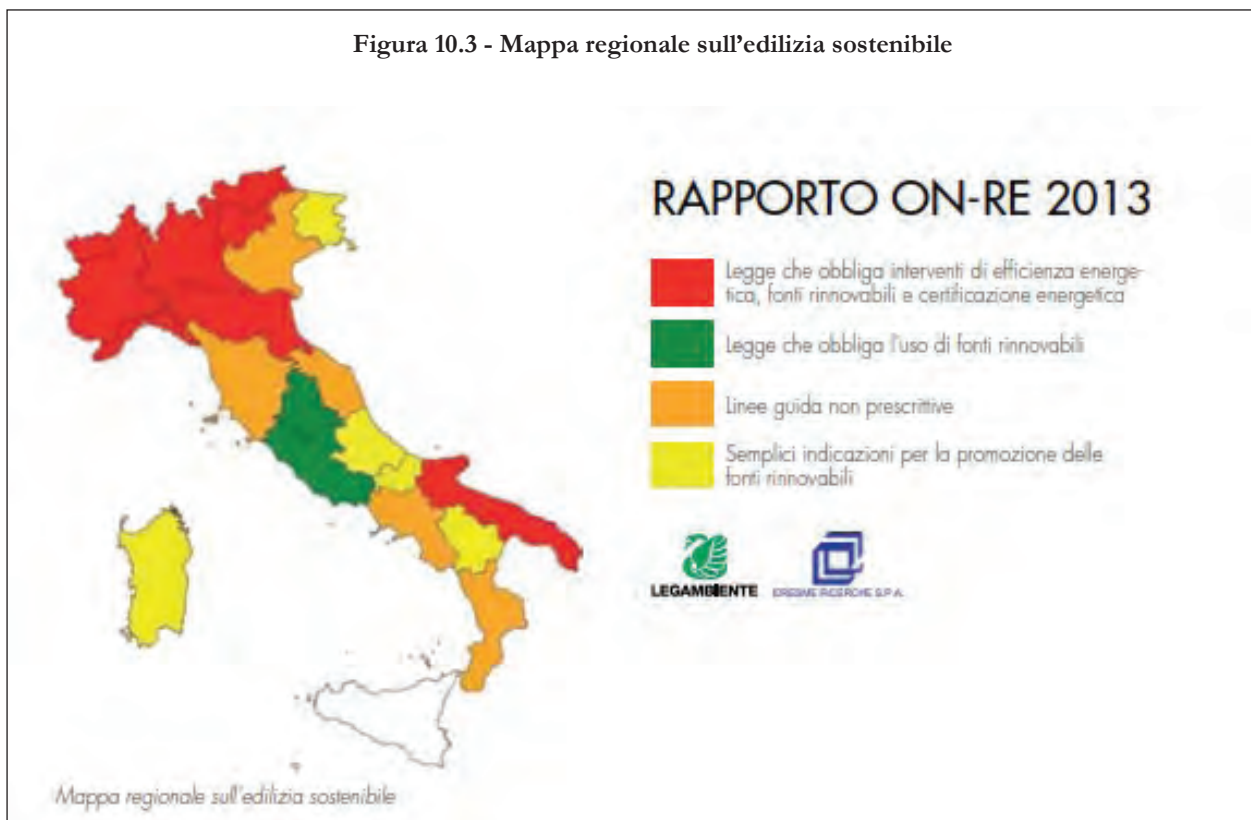
³³ I laureati assunti nel 2013 dalle imprese sono chiamati quasi nell'85% dei casi a svolgere una professione di alto profilo: per il 34,5% una professione intellettuale, scientifica o di elevata specializzazione, e per il 48,6% una professione tecnica

³⁴ L'agevolazione per la riqualificazione energetica degli edifici introdotta per la prima volta con la legge finanziaria del 2007 (legge n. 296 del 2006), attuale Il D.L. n. 63 del 2013 (articolo 14) che prevede detrazioni fiscali fino al 65 per cento

³⁵ Il recupero e la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio: una stima dell'impatto delle misure di incentivazione Dossier a cura del Servizio Studi della Camera dei Deputati e del Cresme, novembre 2013

³⁶ Rapporto Annuale di Efficienza Energetica, Enea, dicembre 2013

Figura 10.3 - Mappa regionale sull'edilizia sostenibile



Fonte: Rapporto dell'Osservatorio Nazionale Regolamenti Edilizi per il risparmio energetico (ONRE) 2013 di Legambiente





Capitolo 11

La terra, il cibo e l'alimentazione

Barbara Di Giovanni, Cinzia Coduti, Mariella Nocenzi, Laura Maria Padovani, Ombretta Presenti

Introduzione

Il tema ci consente di affrontare l'evoluzione del rapporto tra terra e alimentazione, osservando i cambiamenti che hanno interessato le tecniche di produzione e l'attenzione ai problemi legati alla salute e alla tutela dell'ambiente. La vita delle generazioni passate ha sempre avuto come unico centro di riferimento la terra ed i suoi frutti: possedere un appezzamento di terra costituiva una enorme ricchezza perché garantiva il necessario sostentamento per una o più famiglie. La presenza di animali da cortile o di bestiame forniva un contributo allo svolgimento delle attività nei campi e consentiva di variare i pasti da presentare a tavola. Il rapporto del cibo con la terra era diretto, non subiva alcun tipo di passaggio, se non per raggiungere il mercato o la fiera dei paesi limitrofi, dove si proponevano la frutta e la verdura di stagione, il latte prodotto in eccedenza rispetto al fabbisogno domestico, le uova o la carne macellata direttamente dall'allevatore, sebbene molto più raramente.

Il contatto tra le persone era altrettanto diretto perché tutti conoscevano tutti e, pertanto, comportamenti ingannevoli o fraudolenti venivano repressi alla base, attraverso il passaparola: l'agricoltore che vendeva i propri prodotti garantiva la qualità degli stessi e forniva all'acquirente tutte le informazioni relative alle caratteristiche degli stessi. Il bisogno di essere informati, tra l'altro, non era così avvertito come ai giorni nostri, anche perché le campagne non erano molto distanti dal centro abitato e spesso ci si recava direttamente presso l'azienda dell'agricoltore per fare gli acquisti. L'assenza di una vera e propria distanza dal luogo di produzione, costituiva una implicita garanzia dell'origine, che già doveva avere la sua importanza nella fase dell'acquisto.

I primi cambiamenti importanti si registrano, invece, quando il processo di industrializzazione ha indotto intere famiglie a trasferirsi in città, per cercare nuove opportunità di lavoro e migliori condizioni di vita. L'abbandono massiccio delle campagne ha generato degrado, carestia e malattie che

soltanto i successivi interventi di bonifica hanno saputo mitigare. Il riversarsi di intere famiglie nelle città, viste come le incubatrici del progresso, ha fatto sorgere nuove esigenze, legate ad uno stile di vita migliorato dal lavoro nelle fabbriche, lavoro che sebbene faticoso e usurante, permetteva di disporre di tutti quei beni e servizi che la vita in campagna non poteva offrire.

Gli scaffali dei supermercati, invitanti e abbondanti, esprimono chiaramente il raggiungimento di quello che allora veniva definito progresso: la possibilità di scegliere tra prodotti dello stesso genere, presentati in confezioni diverse, abbellite da messaggi accattivanti e da colori attraenti, fa dimenticare l'importanza di conoscere la provenienza dei prodotti, resa oltretutto più difficile da una filiera molto più estesa e complessa.

L'industria alimentare, infatti, propone beni trasformati, inscatolati, tritati, grattugiati, frullati, congelati, sciroppati, liofilizzati ecc., che poco conservano del prodotto appena raccolto nei campi. Ma la possibilità di soddisfare, più che una vera e propria necessità, il desiderio di esprimere la propria condizione economica e sociale, induce le famiglie, durante il grande boom economico dei primi anni '60, a sommergere le case di beni più o meno utili, a riempire il frigorifero di alimenti spesso non consumati ma direttamente gettati nella spazzatura e, in definitiva, a spendere più del necessario.

Le prime riviste e i primi cartelloni pubblicitari influenzano le scelte di acquisto dei consumatori presentando un'immagine della famiglia *in salute*, che acquista pasta, formaggi, liquori e bevande zuccherate, gassate e colorate, che più che garantire i giusti apporti nutrizionali, esprimono uno stile di vita. Una tavola abbondante esprime, in sostanza, una buona condizione economica.

Non ci si interessa più dell'origine dei prodotti, né delle tecniche di produzione, così come non interessano gli effetti sulla salute di prodotti contenenti conservanti, addensanti, coloranti, ecc., che alterano il sapore degli alimenti genuini. Ci si dimentica, in definitiva, della terra e di ciò che produce: l'abbon-

danza sostituisce la qualità di ciò che si porta in tavola, anche in seguito all'intensificarsi degli scambi tra gli Stati, che, se da un lato, amplia e modifica l'offerta, dall'altro, inizia a porre una serie di problemi che questo capitolo intende analizzare.

Alimentazione e sostenibilità: una questione culturale. *The climate smart agriculture*

Un'alimentazione sostenibile dovrebbe garantire, oltre ad un basso impatto ambientale, anche un equo accesso al cibo. Invece, secondo un rapporto Fao¹, al mondo vi sono ancora circa 850 milioni di persone che soffrono la fame mentre, d'altro canto, cresce il numero di persone in sovrappeso, creando così un divario che diventa sempre più incolmabile. Nonostante la maggioranza delle persone che soffrono la fame si trovi ancora nei paesi in via di sviluppo, sono circa 16 milioni coloro che vivono nei paesi sviluppati, destinati purtroppo a crescere in periodi di crisi economica mondiale, come quello che stiamo attraversando. Il dato emerge dal rapporto *The State of Food Insecurity in the World* del 2013², assieme a nove messaggi chiave, tra cui la complessità del tema della sicurezza alimentare – inclusa la coesistenza tra denutrizione e malnutrizione – ed una serie di indicatori ed interventi mirati alla risoluzione del problema³. D'altro canto, se nei paesi più poveri e svantaggiati si assiste ai paradossi causati dalla globalizzazione, in un'economia in cui i prezzi crescono a livello globale con impatti diversi a seconda dell'area geografica in cui si realizzano, in quei fortunati paesi in cui l'accesso al cibo è semplice e scontato, si assiste sempre più al fenomeno della sovralimentazione e dello spreco alimentare, con gravi impatti economici e sociali.

Viviamo in un periodo storico caratterizzato da forti paradossi, anche in ambito alimentare: se, da un lato, la Fao ci ricorda come il numero di denutriti sulla Terra si aggiri intorno al miliardo di persone, anche gli obesi hanno raggiunto numeri analoghi. Ne consegue che all'incirca 2 miliardi di persone sono mal nutrite, mangiano troppo o troppo poco con gravi problemi economici, ambientali, sociali e sanitari. Lungo la filiera alimentare si spreca un quantitativo di cibo che permetterebbe di sfamare due terzi della popolazione mondiale: tutto questo cibo diventa invece rifiuto ancora una volta con enormi ripercussioni ambientali oltre che economiche⁴.

A livello nazionale, si dovrebbe ampliare l'offerta formativa sull'educazione alimentare e del gusto fin dalla scuola primaria, privilegiando la dieta mediterranea. Ad esempio, l'Inran (Istituto nazionale di ricerca per gli alimenti e la nutrizione)⁵ mette già a disposizione del materiale didattico, frutto della collaborazione interdisciplinare tra nutrizionisti, pedagogisti e psicologi, che è stato specificamente sviluppato e sperimentato nell'ambito del progetto *Educazione nutrizionale per promuovere comportamenti corretti e cultura della qualità*⁶. Vengono previsti percorsi divertenti e stimolanti finalizzati a indurre nei bambini una maggiore assunzione di ortaggi, legumi e frutta. Gli alunni, attraverso un metodo induttivo, vengono messi in condizione di sviluppare conoscenza e consapevolezza, facendo, toccando, gustando, costruendo, privilegiando una didattica legata al concreto, al fare, all'assaggiare, sviluppando il piacere di sperimentare cose nuove.

Il conseguimento della sicurezza alimentare e un'efficace risposta alle sfide poste dal cambiamento climatico sono due obiettivi che vanno, sempre più, di pari passo. L'agricoltura, infatti, oltre a soffrire degli impatti dei cambiamenti climatici, è anche responsabile del 14% delle emissioni globali di gas a effetto serra.

In questo contesto, la *climate smart agriculture* si presenta come una forma innovativa di agricoltura sostenibile che mira ad un aumento della produttività accanto alla promozione di pratiche e politiche agricole che tutelano le risorse naturali, anche per le generazioni future, alla riduzione – e ancor meglio – eliminazione dei gas serra, garantendo al contempo una maggiore sicurezza alimentare a livello nazionale, insieme al perseguimento degli obiettivi di sviluppo. Questa trasformazione dell'agricoltura, inizialmente promossa dalla Fao⁷, è stata progressivamente riconosciuta da un certo numero di paesi i quali, guidati dai Paesi Bassi, hanno organizzato la conferenza dell'Aia per l'agricoltura, sicurezza alimentare e cambiamenti climatici nel novembre 2010⁸.

Nell'ambito dell'ERANET Plus *Climate smart agriculture: adaptation of agricultural systems in Europe*, la JPI FACCE annuncia il suo primo bando inter-

¹ <http://www.fao.org/news/story/it/item/199643/icode/>

² Figura 4, pagina 12 del rapporto Fao, citato nella nota seguente

³ Fao, IFAD and WFP, (2013), *The State of Food Insecurity in the World. The multiple dimensions of food security*, Rome

⁴ <http://www.oneplanetfood.info/>

⁵ <http://www.inran.it/>

⁶ http://www.inran.it/687/pacchetto_didattico.html

⁷ <http://www.fao.org/climatechange/climatesmart/en/>

⁸ <http://www.afconference.com/the-first-conference/135-final-roadmap-for-action>

nazionale. L'Italia contribuirà finanziariamente ai progetti vincitori del bando attraverso risorse messe a disposizione dal Mipaaf e dal MIUR. La pubblicazione del bando è avvenuta il 1 ottobre 2013⁹.

Il sistema agroalimentare: il rispetto del territorio e la gestione sostenibile delle risorse naturali

L'affermarsi di modelli come la *climate-smart agriculture* dimostra un sempre maggior rispetto del territorio e una gestione sostenibile delle risorse naturali.

La Fao stima che la produzione alimentare necessaria al 2050 richiederebbe un aumento nella produzione agricola del 70%, considerato l'incremento previsto della popolazione, che dovrebbe raggiungere i 9 milioni di abitanti, e i cambiamenti attesi nella dieta e nei consumi. Tuttavia, nei paesi ricchi la maggior quota di sprechi - oltre il 40% dello spreco totale - si concretizza a livello della distribuzione e soprattutto dei consumi, ossia quando il cibo è ancora perfettamente consumabile, mentre nei paesi in via di sviluppo le perdite e gli sprechi maggiori si concretizzano a livello agricolo e di prima trasformazione, soprattutto a causa dell'inadeguatezze strutturali della filiera.

Considerando che ad oggi le perdite post-raccolto ammontano al 14% circa della produzione agricola totale e che un altro 15% è perso in fase di distribuzione e sotto forma di rifiuti domestici, si potrebbero coprire i tre quinti dell'aumento totale della produzione alimentare necessario entro il 2050 semplicemente smettendo di sprecare cibo¹⁰.

Nei vari passaggi che vanno dalla produzione al consumo, lo spreco arriva fino al 50% del cibo. In particolare, nel settore alimentare, si sprecano, ogni anno circa 89 milioni di tonnellate di cibo¹¹, pari a circa 179 kg pro capite come media europea, senza contare gli sprechi a livello di produzione agricola o le catture di pesce rigettate in mare. Il tutto, mentre ancora 79 milioni di persone in Europa vivono al di sotto della soglia di povertà, con un 15% dei cittadini che percepisce un reddito inferiore al 60% del reddito medio del paese di residenza.

⁹ JPI FACCE: annuncio della prossima pubblicazione di un nuovo bando internazionale

¹⁰ <http://www.oneplanetfood.info/component/k2/itemlist/tag/sprechi%20alimentari.html>

¹¹ BIO Intelligence Service 2010

Nell'industria, parte delle perdite è strettamente correlata alla natura del prodotto e risulta necessaria, per esempio, per trasformare la derrata da agricola ad alimentare. In altri casi, invece, lo spreco è connesso all'attività gestionale dell'impresa che vanno dall'organizzazione della produzione e/o commercializzazione all'attività di marketing: si generano sprechi quando il packaging risulta difettato o danneggiato, per cambi di immagine, lancio di nuovi prodotti, prossimità della data di scadenza, residui di promozioni, etc. È stato stimato come il 90% di ciò che viene sprecato potrebbe essere ancora utilmente recuperato e utilizzato per l'alimentazione umana¹².

La strategia europea per il 2020 si pone come ulteriore obiettivo, quello di ridurre l'impatto dei consumi sull'ambiente, specie nel settore alimentare, senza tuttavia dimenticare i settori dell'edilizia e della mobilità. Edilizia e infrastrutture, infatti, causano un impatto pari al 15-30% delle pressioni complessive ambientali associate al consumo in Europa, generando circa 2,5 tonnellate equivalenti di CO₂ per persona all'anno¹³.

E' evidente che l'umanità abbia bisogno delle risorse naturali ma, considerata la costante crescita demografica ed l'aumento delle esigenze e dei consumi pro capite, è indispensabile sapere quanto stiamo utilizzando e quanto possiamo ancora usare. Da qui nasce il concetto di impronta ecologica, quale unità di misura dell'area biologicamente produttiva di mare e di terra necessaria per rigenerare le risorse consumate da una popolazione umana e per assorbire i rifiuti prodotti¹⁴. Confrontando l'impronta di un individuo, o regione, o stato, con la quantità di terra disponibile pro-capite, cioè il rapporto tra superficie totale e popolazione mondiale, si può capire se il livello di consumi del campione è sostenibile o meno. Per calcolare l'impronta ecologica si mette in relazione la quantità di ogni bene consumato con una costante di rendimento espressa in chilogrammi per ettaro. Si può anche calcolare da un punto di vista energetico, considerando l'emissione di diossido di carbonio espressa in tonnellate di CO₂.

Il *Global Footprint Network*, istituito nel 2003, si propone di conferire alla impronta ecologica analogo valore rispetto al prodotto interno lordo.

In Italia l'impronta ecologica viene calcolata a

¹² <http://www.oneplanetfood.info/component/k2/itemlist/tag/sprechi%20alimentari.html>

¹³ SEC 2011 1067

¹⁴ http://it.wikipedia.org/wiki/Impronta_ecologica



livello nazionale ma anche su scala regionale e locale, grazie all'operato di organi come il Cras (Centro ricerche applicate per lo sviluppo sostenibile)¹⁵ o l'Iris (Istituto ricerche interdisciplinari sulla sostenibilità)¹⁶.

Il limite principale dell'impronta ecologica è quello di considerare l'inquinamento solo dal punto di vista di emissioni di CO₂, tralasciando così le scorie radioattive nell'ambito dell'energia nucleare o l'approvvigionamento che deriva dalle fonti non rinnovabili.

A gennaio del 2012, il Parlamento Europeo¹⁷ ha adottato una risoluzione sulla catena di approvvigionamento dei fattori di produzione agricola per una gestione migliore della produzione stessa e una riduzione degli sprechi ad essa associati.

Gli impatti economici e sociali dello spreco alimentare versus un'alimentazione sana e sostenibile

Le trasformazioni socio-demografiche connesse allo sviluppo economico degli ultimi sessanta anni, quali l'esodo dalle campagne, l'inurbamento, la diffusione dell'occupazione femminile, l'aumento del reddito delle famiglie, la crescita e la differenziazione della domanda hanno profondamente modificato non solo l'organizzazione produttiva, passata da modelli artigianali e locali a modelli industriali e delocalizzati, ma anche la domanda di prodotti alimentari, la sua composizione ed il rapporto dei consumatori con gli stessi prodotti¹⁸. In particolare, la frattura con il mondo rurale, dovuta all'inurbamento ed all'abbandono delle attività agricole, ha allontanato i consumatori dai luoghi della produzione primaria. Ciò ha contribuito a generare un'inconsapevolezza del legame tra la produzione primaria di cibo, l'utilizzo e la gestione delle risorse naturali.

Un tempo era naturale sentirci dire dalle nostre mamme che non si lascia nulla nel piatto. A loro volta, esse seguivano l'esempio di educazione alimentare dato dalle loro mamme e dalla cultura contadina, pronta a riutilizzare gli avanzi del giorno prima in piatti altrettanto gustosi. Oggi, invece, lì dove si usi il prodotto fresco e non già quello congelato, surgelato o precotto, vi è una diffusa tendenza a gettare immediatamente il surplus alimentare o, anche,

buttare dopo che il prodotto è scaduto o è andato a male, perché si è acquistato in eccesso.

Oggi, il problema dello spreco alimentare interessa scienziati ed esperti di tutto il mondo, non solo per ragioni morali, quanto per ridurre l'impatto economico e ambientale generato dalla grande quantità di cibo gettato nella spazzatura. Si è così verificato che lo spreco non si verifica solo nella fase finale della filiera agroalimentare: circa il 54% dello spreco di cibo, infatti, avviene durante la fase di produzione, lavorazione post-raccolto e stoccaggio, mentre il 46% occorre nelle fasi di lavorazione, distribuzione e consumo. In particolare si parla di perdite, *food loss*, quando gli scarti si determinano a monte, principalmente in fase di raccolta, trattamento e prima trasformazione agricola e di spreco, *food waste*, per quanto riguarda gli sprechi che avvengono durante la trasformazione industriale, distribuzione e consumo finale. Nella fase di consumo finale, gli sprechi dipendono da una molteplicità di cause: la preparazione di porzioni eccessive, tanto nei ristoranti quanto a casa; le difficoltà che incontrano le persone nell'interpretare correttamente l'etichettatura degli alimenti; gli errori commessi nella pianificazione della spesa, spesso indotti da offerte promozionali, o nella conservazione del cibo; la conoscenza limitata dei metodi per consumare in modo più efficiente.

Le cause di perdite e sprechi alimentari sono diverse e si differenziano a seconda dei paesi. In quelli in via di sviluppo le perdite più significative si concentrano nella prima parte della filiera alimentare, a causa dei limiti nelle tecniche di coltivazione, raccolta e conservazione, e per carenze infrastrutturali di trasporto e immagazzinamento. Invece, nei Paesi industrializzati, la quota maggiore degli sprechi avviene nelle fasi finali, ristorazione e consumo domestico, sebbene si registrino perdite significative anche in fase di produzione agricola, dovute agli standard dimensionali ed estetici, alle norme sulla qualità dei prodotti o ai surplus produttivi.

In Europa, il 42% degli sprechi alimentari avviene nella fase di consumo domestico: gettiamo ogni anno 108 Kg a testa di cibo in Italia, 110 Kg in Gran Bretagna e 99 Kg in Francia. Alla fine sappiamo che a livello globale tra il campo e la tavola si perde circa il 30% di ciò che viene seminato o allevato, pari a circa 1,3 miliardi di tonnellate di cibo ogni anno. I danni? Non solo di tipo sociale - la Fao ci ricorda che la quantità di cibo che finisce tra i rifiuti nei Paesi industrializzati, circa 220 milioni di tonnellate, è pari alla produzione alimentare disponibile nell'Africa sub-sahariana - ma anche di tipo economico, basti pensare a quanto valore finisce nelle discariche o rimane sui campi, o al denaro che sprechiamo gettando via il cibo.

Tra i modi per sprecare il cibo c'è anche la sovra-

¹⁵ <http://www.cras-srl.it/>

¹⁶ <http://www.iris-sostenibilita.net/iris/index.asp>

¹⁷ Filiera di approvvigionamento dei prodotti agricoli. Risoluzione del Parlamento Europeo del 19 gennaio 2012

¹⁸ Belliggiano A., (2009), *Percezione della sicurezza alimentare e nuovi modelli di organizzazione della produzione*, Rivista di Diritto Alimentare, III, 4: 42-44. <http://www.rivistadirittoalimentare.it/rivista/2009-04/BELLIGGIANO.pdf>

limentazione: tutti quegli alimenti che non finiscono nelle discariche ma *sui fianchi* o nel *giro vita* dei consumatori. Un tempo questo poteva essere percepito come un problema di ordine estetico – tra l'altro molto ben accettato in epoche passate, quando si pensava che i chili di troppo fossero indicatore di benessere – mentre oggi sappiamo che il grasso è un rischio. Essere in sovrappeso vuol dire aumentare la probabilità di sviluppare alcune patologie, come malattie cardiovascolari, ipertensione e diabete, e ridurre quindi la speranza di vita.

La dieta mediterranea è senz'altro tra le diete più sane ed equilibrate in termini nutrizionali e di impatto ambientale. Tuttavia, quando si parla di sostenibilità non si deve tenere conto solo dell'ambiente naturale e sociale, ma anche dell'economia, e il settore alimentare non può fare eccezione. Per poter definire sostenibile la dieta mediterranea è quindi necessario valutare quanto essa incida sul portafoglio, rispetto alle soluzioni alternative.

Da uno studio su due città campione, e i relativi prezzi riportati in un definito periodo, emerge un dato preliminare positivo che riguarda l'Italia: mangiare in modo equilibrato, oltre ad avvantaggiare la propria salute e l'ambiente, può fare anche risparmiare qualcosa¹⁹.

Sarebbe bene porsi anche un'altra domanda: quanto costa mantenere una dieta meno sostenibile e apparentemente più economica? La risposta è: molto, sia a livello personale, prova ne sono gli elevati tassi di malattie croniche legate al cibo e allo stile di vita non corretto, che planetario, basti pensare ai diversi impatti ambientali che le diverse categorie alimentari generano. Difficile, quindi, non essere d'accordo sul principio generale che mangiare bene conviene a tutti. Tuttavia, se ancora in molti continuano a mantenere o ad adottare diete scorrette, è perché le scelte alimentari non passano solo attraverso l'impegno personale: in realtà noi mangiamo in base al quartiere dove viviamo, alla cultura della nostra famiglia o della nostra classe sociale, al livello di scolarizzazione, a quello che viene proposto dalle aziende. Sul nostro stile di vita alimentare incidono moltissimo le mense, i ristoranti e soprattutto i supermercati, piuttosto che i mercati rionali con prodotti locali.

Il 16 ottobre 2013, in occasione della Giornata Mondiale dell'Alimentazione, il governo italiano ha organizzato un seminario sulla lotta agli sprechi alimentari che ha evidenziato l'importanza di una collaborazione urgente lungo tutta la catena alimentare in cui tutti hanno un ruolo critico da giocare: contadini, lavoratori nel settore alimentare, trasportatori, venditori al dettaglio e consumatori.

¹⁹ 50 €/settimana a persona rispetto a 53. BCFN - riportata sull'ultimo *position paper*, Doppia Piramide, 2012

Secondo il Rapporto *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources*²⁰, pubblicato il mese scorso dalla Fao, 1,3 miliardi di tonnellate di cibo vengono sprecate ogni anno.

Cibo per produrre il quale vengono utilizzati 250 Km³ di acqua e 1,4 miliardi di ettari di terreno, e per il quale vengono immessi all'anno nell'atmosfera 3,3 miliardi di tonnellate di gas serra. Il cibo che oggi va perso o sprecato potrebbe sfamare due miliardi di persone senza gravare ulteriormente sull'ambiente; e ciò dà la dimensione della grandezza della sfida e dell'occasione che il mondo si ritrova oggi davanti. Nel 2015 l'Expo fornirà ai paesi del mondo l'opportunità per affrontare il tema degli sprechi alimentari e per studiare soluzioni innovative. Circa 140 paesi sono attesi all'evento milanese, tema del quale è *Nutrire il Pianeta. Energia per la vita*. Va messo in evidenza il ruolo dell'educazione come parte integrante della soluzione globale: è importante aiutare i bambini di oggi a comprendere il valore del cibo in quanto risorsa, per influenzare il comportamento del consumatore di domani²¹.

Così come è importante educare la gente a riutilizzare e riciclare il cibo invece di gettarlo via, e questo sia a livello domestico che a livello di ristorazione collettiva, come in ospedali, mense ristoranti.

E' evidente che il nostro fabbisogno alimentare è molto minore della quantità di cibo prodotta e che l'eccedenza, che noi gettiamo, potrebbe quanto meno essere recuperata: esattamente un terzo di ciò che gettiamo potrebbe essere ancora recuperabile. Un esempio di buona prassi, per agire quanto meno, sull'ultimo anello della catena degli sprechi alimentari, è quello proposto dallo *spin-off* dell'Università di Bologna con il suo *Last Minute Market* dedicato a trasformare lo spreco in risorse²².

Il 5 febbraio 2014 è stata celebrata la *I giornata nazionale di prevenzione dello spreco alimentare* in Italia, istituita dal Ministero dell'Ambiente, per raggiungere gli obiettivi della Risoluzione 2012 del Parlamento Europeo. In quella stessa occasione è stato presentato il Piano nazionale di prevenzione dello spreco alimentare e per una maggiore efficienza nell'impiego delle risorse, denominato *PinPas*, di cui l'Italia si doterà nei prossimi mesi, nel rispetto delle raccomandazioni della Commissione Europea. Il *Pinpas*

²⁰ <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e.pdf>

²¹ <http://www.fao.org/news/story/it/item/202918/icode/>

²² Vedi box *Last Minute Market*



è stato inserito nell'ambito del Piano Nazionale di Prevenzione dei Rifiuti ed è volto a produrre soluzioni concrete ed efficaci sul fronte della riduzione della quantità di cibo che finisce tra i rifiuti.

Tra le prime misure previste dal *PinPas* ci sono: l'elaborazione di un piano di comunicazione finalizzato a sensibilizzare i cittadini italiani sul tema dello spreco alimentare e la definizione di obiettivi di riduzione dello spreco per ogni anello della filiera agroalimentare.

L'adozione del *PinPas* permetterà al nostro Paese di avere tutte le carte in regola in vista dell'Expo 2015.

Secondo la fotografia che emerge dal Rapporto sullo spreco domestico 2013 elaborato da *Waste Watcher*²³, ogni famiglia italiana butta in media circa 200 grammi di cibo la settimana. Con le misure previste nel *PinPas* il risparmio complessivo possibile ammonterebbe a circa 8,7 miliardi di euro.

Secondo i monitoraggi di *Last Minute Market*, inoltre, in un anno si potrebbero recuperare in Italia 1,2 milioni di tonnellate di derrate che rimangono sui campi, oltre 2 milioni di tonnellate di cibo dall'industria agro-alimentare e più di trecentomila tonnellate dalla distribuzione.

E' inoltre importante promuovere una cultura del riciclo e delle nuove tecnologie per ottenere risorse dai prodotti di scarto²⁴.

²³ L'osservatorio di *Last Minute Market* con SWG - azienda italiana che realizza sondaggi ed indagini di mercato - e il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari dell'Università di Bologna

²⁴ In tale ambito, l'Enea ha sviluppato un brevetto per la trasformazione delle acque di scarto della lavorazione delle olive nei frantoi, conosciute come acque di vegetazione, il cui smaltimento costituisce un problema ambientale. I prodotti che si ottengono grazie alla tecnologia Enea, sono utilizzati per la conservazione degli alimenti, e come antiossidanti ricchi di polifenoli per la salute dell'uomo. Questa ricerca ha consentito la nascita di due spin-off, e questa tecnologia viene ormai applicata da qualche anno anche in diversi paesi del Mediterraneo produttori di olio.

Sicurezza alimentare: la questione dei marchi, degli OGM ed i modelli sostenibili ed equi di produzione e consumo

Gli elevati livelli di diossina negli alimenti, il caso della mucca pazza, della mozzarella blu, dell'influenza aviaria o di quella suina, diffondono un clima di sfiducia e preoccupazione nei consumatori, i quali avvertono con maggior consapevolezza i rischi legati all'alimentazione. Tuttavia, a parte i casi di allarme sanitario che, seppure gravi, risultano piuttosto circoscritti, cominciano a profilarsi casi sempre più frequenti di allergie e intolleranze e, ancora più spesso, di obesità tra gli adolescenti.

Inizia così a diffondersi il concetto di sicurezza alimentare, mutuato da quello anglosassone di *food safety* per indicare la sicurezza igienico-sanitaria, e distinto da quello di *food security*, riferito, invece, alla sicurezza di avere cibo disponibile e sufficiente per tutti.

La perdita del contatto diretto con l'agricoltore che produceva e vendeva quello che avanzava dalla produzione destinata all'autoconsumo, ha, in sostanza, incrinato il rapporto fiduciario che governava inizialmente gli scambi commerciali. D'altro canto, la provenienza di prodotti da Paesi lontani la cui produzione è affidata a regole di igiene e sicurezza meno stringenti rispetto a quelle nazionali, costituisce un ulteriore fattore di preoccupazione per la difficoltà di conoscere le reali caratteristiche dei beni acquistati.

Le imprese, pertanto, al fine di ristabilire la fiducia con un consumatore smarrito e disorientato, ma anche per difendersi dagli atti di concorrenza sleale, hanno cercato di migliorare le forme di comunicazione avvalendosi di segni distintivi che non si limitassero a pubblicizzare i prodotti ma a garan-

Last Minute Market

Last Minute Market è una società spin-off dell'Università di Bologna che nasce nel 1998 come attività di ricerca. Dal 2003 diventa realtà imprenditoriale ed opera su tutto il territorio nazionale sviluppando progetti territoriali volti al recupero dei beni invenduti (o non commercializzabili) a favore di enti caritativi. LMM si avvale di un team operativo giovane e dinamico affiancato da docenti e ricercatori dell'Università di Bologna. Con oltre 40 progetti attivati in comuni, province e regioni Italiane, LMM ha consolidato un metodo di lavoro efficace ed efficiente che permette di attivare in maniera progressiva il sistema donazioni/ritiri tenendo sotto controllo gli aspetti nutrizionali, igienico-sanitari, logistici e fiscali. Nella fase di sviluppo dei progetti, oltre al coinvolgimento dei soggetti donatori e beneficiari, lo spin-off lavora a stretto contatto con gli assessorati alle attività produttive, alle politiche sociali e culturali degli Enti locali, con prefetture e ASL in modo tale da garantire la perfetta conformità con le normative vigenti, la trasparenza delle procedure, il monitoraggio e la quantificazione dei risultati ottenuti. Progetti con alto contenuto innovativo, studiati su misura degli interlocutori, si realizzano così grazie allo stretto contatto tra il mondo universitario della Facoltà d'Agraria dell'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna e attori imprenditoriali e istituzionali.

Tratto dal sito (LMM - <http://www.lastminutemarket.it/>)

tirne la qualità. Il marchio, infatti, segno distintivo per eccellenza dei beni e servizi dell'imprenditore, utilizzato proprio per consentire al consumatore di orientarsi nella scelta tra prodotti dello stesso genere, diventa lo strumento per comunicare informazioni ulteriori, sempre più dettagliate. Questo cambiamento di prospettiva è legato alla diffusione di marchi e altri segni di distinzione che forniscono spesso comunicazioni false e ingannevoli, creando disorientamento tra i consumatori.

Nel settore alimentare il problema dei marchi coinvolge problemi ben più delicati perché la scelta tra alimenti è cosa ben diversa dalla scelta che riguarda altri beni. Una scelta sbagliata nell'acquisto di un mobile, ad esempio, può causare un danno sul piano economico e lasciare insoddisfatti, ma una scelta sbagliata in materia di cibo può rivelarsi rischiosa sul piano della salute.

Senza contare che non mancano fenomeni di usurpazione e di contraffazione del marchio. Quest'ultimo viene associato fraudolentemente a prodotti scadenti, di provenienza dubbia, spesso realizzati con materie prime di qualità non controllabile. Il fenomeno riguarda, in particolare, il *made in Italy*, segno distintivo con quale si indicano le produzioni che hanno un'origine italiana e che viene utilizzato con molta frequenza da imprenditori che delocalizzano le imprese all'estero, ovvero da imprenditori di nazionalità non italiana che utilizzano il termine *made in Italy* o altri simboli, come la bandiera italiana o i colori dell'Italia, per indurre il consumatore a credere che si tratti di un prodotto di casa nostra. Questa pratica, nota con il nome di *Italian sounding*, è molto diffusa e provoca al sistema Paese danni ingenti in termini economici, sociali e d'immagine. Un parmigiano che non è vero parmigiano o una mozzarella che non è vera mozzarella, compromettono seriamente e irrimediabilmente la reputazione dei prodotti originali perché il dubbio sulla genuinità induce il consumatore a preferire quello che costa meno oppure a spendere di più e a ritrovarsi sulla tavola un prodotto scadente.

La vicenda ha interessato anche il primo cittadino di un piccolo comune umbro della provincia di Terni, preoccupato perché la denominazione del Comune di Parrano, del quale è sindaco, è stata utilizzata come marchio da un produttore olandese per la commercializzazione dei suoi formaggi. Il caso di innocente omonimia è stato rilevato più volte anche dalla stampa nazionale, che ha inserito il marchio del formaggio olandese tra altre 80 etichette false utilizzate in diverse parti del mondo per evocare i tipici ed inimitabili prodotti italiani.

La vicenda in esame merita particolare attenzione, poiché si colloca nella scia di un fenomeno dilagan-

te e diffuso che rischia di mettere in serio pericolo l'economia italiana e, prima ancora, l'identità di un territorio tanto ricco per tradizioni, cultura e sapori.

Il formaggio olandese, che risulta commercializzato in particolare nel Regno Unito e negli Stati Uniti, viene pubblicizzato con la chiara intenzione di disorientare il consumatore, inducendolo all'acquisto di un formaggio che di italiano ha soltanto il nome e, come si legge nel sito dedicato al Parrano Cheese, il *temperamento*.

La pagina internet www.parrano.com fornisce una descrizione dettagliata del formaggio olandese, e, per confondere maggiormente l'acquirente, si specifica che il prodotto presenta le caratteristiche e le qualità tipiche di un parmigiano stagionato.

Dalla lettura degli ingredienti, infatti, emerge, assai genericamente, che vengono utilizzati latte di mucca pastorizzato, caglio vegetale, sale e colture di formaggio, senza alcuna specificazione sul luogo di provenienza. I colori che contraddistinguono la confezione del prodotto, così come quelli che pubblicizzano il sito, sono inconfondibilmente e ingannevolmente italiani.

Tra le FAQ (*Frequently Asked Questions*), utilizzate per fornire al consumatore notizie e informazioni dettagliate sul prodotto, si legge chiaramente che il Parrano Cheese nasce dall'idea di produrre un formaggio che evochi il gusto del parmigiano reggiano miscelato con il formaggio olandese Gouda. Sebbene prodotto in Olanda, è specificato, il formaggio Parrano costituisce la personificazione dello stile di vita italiano: *Parrano is the embodiment of the italian way of life*.

Risultano, pertanto, evidenti ed inconfutabili i segni di una dannosa ingannevolezza del marchio Parrano, sotto il profilo della concorrenza sleale e delle pratiche commerciali scorrette; l'uso di tale marchio geografico è anche tale da creare situazioni di ingiustificato privilegio a vantaggio della società olandese, che commercializza con un nome falso un formaggio che non solo non è prodotto nel Comune di Parrano, ma che non possiede neppure le caratteristiche di un prodotto italiano. Tale uso, inoltre, è anche idoneo a recare pregiudizio allo sviluppo di analoghe iniziative nel Comune interessato, il quale si troverebbe nella sgradita ed inopportuna condizione di dover rinunciare ad utilizzare la propria denominazione geografica per diffondere la conoscenza dei prodotti tipici della zona.

La situazione si fa oltremodo preoccupante perché i consumatori sono sempre più attenti a ciò che acquistano.

La questione ambientale è oltremodo avvertita nelle scelte di acquisto e le imprese responsabili sono attive da tempo nel proporre un modello di produzione maggiormente attento alla sostenibilità.



L'attenzione è strettamente legata alle questioni che riguardano la terra, come elemento e fonte di vita che garantisce cibo e servizi ecosistemici che dovrebbero essere accessibili a tutti.

La fertilità dei terreni è messa in pericolo da fenomeni ormai noti, sostanzialmente riconducibili alle tecniche intensive di produzione, agli inquinanti e alle ipotesi di cementificazione senza regole, allo sversamento indiscriminato dei rifiuti anche in aree agricole; fenomeni che, evidentemente, incidono sulla qualità delle produzioni.

Controverso e preoccupante è anche l'utilizzo di Organismi Geneticamente Modificati (OGM) che sovente viene considerato come un vero e proprio problema che mette in crisi le istituzioni, la scienza, l'agricoltura e i cittadini. I dubbi sulla opportunità di una loro coltivazione sono essenzialmente legati ai rischi per la salute e per l'ambiente che tali organismi sono in grado di causare anche a distanza di anni. Le opinioni discordanti sottolineano che ancora molto bisogna fare sul piano della ricerca, anche perché non sembra che il ricorso agli OGM abbia soddisfatto le attese: introdotti nel mercato dalle grandi multinazionali per risolvere il problema della fame nel mondo, gli ultimi avvenimenti e i dati della Fao mostrano che i Paesi più votati agli OGM continuano ad essere i più poveri. Infatti, le attività connesse alla produzione di OGM sono estremamente costose e richiedono l'uso di enormi quantità d'acqua, superiori ad un tipo di agricoltura sostenibile.

Gli studi condotti anche negli ultimi anni mostrano, inoltre, che la capacità delle piante geneticamente modificate di resistere agli attacchi di erbicidi e di insetti è strettamente legata all'uso di sostanze che provocano impatti negativi sulle popolazioni di lepidotteri e sugli imenotteri parassitoidi, così come preoccupanti risultano i rischi legati alla diffusione di parassiti secondati potenzialmente dannosi per altri tipi di colture. Ulteriori danni, inoltre, sono stati registrati sulle larve di coccinella, soggette ad una maggiore mortalità.

Oltre alle questioni etiche e ambientali che gli OGM sollevano, si pongono difficoltà anche sul piano delle coltivazioni, dal momento che la nostra agricoltura, votata alla tipicità e alla conservazione della biodiversità, difficilmente è in grado di produrre buoni risultati se orientata alla monocoltura.

Gli alimenti a chilometro zero, definiti anche con il termine più tecnico a filiera corta, sono prodotti locali che vengono venduti o somministrati nelle vicinanze del luogo di produzione. Questi alimenti hanno per lo più un prezzo contenuto dovuto a ridotti costi di trasporto e di distribuzione, all'assenza di intermediari commerciali, ma anche a scarso ricarico del venditore che spesso è lo stesso agricoltore

o allevatore. Questi alimenti, oltre a provenire da una specifica zona di produzione, offrono maggiori garanzie di freschezza e genuinità proprio per l'assenza, o quasi, di trasporto e di passaggio. Inoltre, con questa scelta di consumo, si valorizza la produzione locale e si recupera il legame con le proprie origini, esaltando nel contempo gusti e sapori tipici, tradizioni gastronomiche e produzioni locali.

La filiera corta punta a stabilire una relazione diretta fra chi consuma e chi produce e questo può essere raggiunto in modi diversi: ad esempio consumatori singoli od organizzati nei cosiddetti gruppi di acquisto si rivolgono direttamente all'agricoltore e all'allevatore, per acquistare i loro prodotti. Gli stessi produttori possono aprire la loro azienda ai consumatori come anche organizzare dei mercati locali, i cosiddetti *farmers' markets*.

Acquistare alimenti a filiera corta è ormai abbastanza diffuso, soprattutto nelle zone a forte produzione agricola e per particolari prodotti, tra cui sicuramente frutta e verdura. Infatti, i prodotti vegetali locali raccolti al momento giusto e subito messi in commercio garantiscono una maggior freschezza e migliori caratteristiche organolettiche, grazie al breve tempo di trasporto. In questo modo inoltre viene valorizzato il consumo dei prodotti stagionali recuperando così il legame con il ciclo della natura e con la produzione agricola²⁵.

Le esperienze della vendita diretta, realizzata attraverso i *farmers' markets*, sono espressione di un modello di agricoltura che punta alla sostenibilità attraverso la drastica riduzione dei passaggi produttivi, recuperando il rapporto diretto tra produttore e consumatore, valorizzando, così, il concetto di multifunzionalità in agricoltura (su questi argomenti, vedi Capitolo 14, Le aree agricole). Si tratta di iniziative, in sostanza, che valorizzano il territorio per i suoi caratteri di distintività, per i suoi paesaggi e per produzioni che sono espressione della ricca diversità biologica presente nelle nostre campagne.

A tutto questo deve aggiungersi che la diversità garantisce numerosi vantaggi anche sul piano dell'alimentazione, perché la possibilità di acquistare direttamente da chi coltiva frutta e ortaggi o da chi alleva animali, rappresenta un valore aggiunto in termini di genuinità e qualità di prodotti venduti senza essere ulteriormente trasformati e trasportati.

I vantaggi sono notevoli sul piano ambientale ed economico, con il risultato ultimo di garantire un elevato livello di benessere all'intera comunità: la limitazione dei passaggi riduce l'inquinamento atmosferico, rafforza il senso di appartenenza della popolazione alla propria realtà locale, favorisce la

²⁵ <http://www.fruttanellescienze.gov.it/contenuti/la-filiera-corta-e-i-prodotti-o-km-0>

vivacità delle aree periferiche, più vicine alle campagne. La capacità di queste ultime di investire in numerose attività che vanno dalla tutela della terra alla valorizzazione del territorio, favorisce, in definitiva, la qualità e la fertilità del suolo, rinvigorito dalle coltivazioni e dalle attività che consentono di recuperare il contatto con la natura.

Il contributo che l'agricoltura può dare ai centri abitati è chiaramente espresso dagli appalti pubblici verdi, nei quali i comuni svolgono un ruolo di primo piano (vedi Capitolo 25)

Il fenomeno della globalizzazione e la tutela delle conoscenze tradizionali

Negli ultimi anni, negli acquisti dei prodotti alimentari il consumatore odierno, in quanto soggetto poliedrico, pragmatico e competente, sta ponendo sempre più attenzione al territorio, inteso come luogo di produzione agricola ed alimentare. E se, negli anni passati, il territorio ed il mondo rurale ad esso associato erano sinonimo di arretratezza e di povertà, ora invece diventano garanzia di genuinità e di qualità.

La conoscenza del territorio di provenienza dei prodotti agroalimentari sta divenendo sempre più un elemento che contribuisce a rassicurare il consumatore in un mondo sempre più globalizzato dove, spesso, i prezzi dei prodotti provenienti dalle località più distanti, e a volte sconosciute, sono addirittura inferiori ai prezzi dei prodotti locali. Dal primo rapporto Censis-Coldiretti sulle abitudini alimentari degli italiani²⁶, emerge che i tre quarti dei nostri connazionali (74,5%), al momento di acquistare un prodotto alimentare, sono condizionati dal fatto che questo sia prodotto nella propria zona (al Sud e nelle Isole la percentuale sale addirittura al 78,8%) e, in seconda battuta, dal fatto che sia stato coltivato in luoghi e secondo procedure rispettose del territorio. Emerge, inoltre, che il 40,1% afferma di acquistare spesso frutta e verdura direttamente dal produttore, anche attraverso i mercati dove spesso sono presenti produttori diretti, mentre sono un quarto, il 29%, gli italiani che dichiarano di acquistare regolarmente prodotti di origine protetta dove la certificazione europea garantisce il luogo di produzione ed il rispetto del disciplinare di produzione. Le motivazioni che si nascondono dietro questa riscoperta del valore del territorio possono essere individuate nella ricerca della qualità alimentare, identificata come freschezza e genuinità, garantita nella prossimità e dalla conoscenza del territorio; nella maggiore at-

tenzione alla tipicità e autenticità del prodotto; nella relazione diretta con gli agricoltori e con la produzione agricola, che contribuisce a rafforzare la fiducia nella riscoperta dei valori del mondo rurale e della sua cultura; nella ricerca di soluzioni in grado di contenere i costi.

L'attenzione al territorio e al mondo rurale ad esso associato, può essere ricondotta anche alla rivalutazione del ruolo multifunzionale dell'agricoltura. Quest'ultima non è più vista come attività marginale ed arretrata, ma come attività che preserva il territorio, tutela la biodiversità, crea paesaggio e custodisce la cultura rurale. La prossimità spaziale tra produzione e consumo spesso si realizza attraverso l'incontro in un luogo dedicato tra agricoltori e cittadini di uno stesso territorio, favorendo la creazione di un sistema di relazioni tra gli attori della filiera, relazioni che possono facilmente andare oltre l'oggetto di acquisto, allargandosi ad aspetti informativi e culturali che arricchiscono lo scambio e riducono la distanza culturale tra i luoghi di produzione e quelli del consumo²⁷. Diverse sono le iniziative di filiera corta oggi presenti sul territorio italiano e l'elenco appare ampio, andando dalle realtà dei *farmers' markets*, circa 600 in tutta Italia tra mercati settimanali, bisettimanali e periodici, o della vendita diretta, dalle 60 alle 100 mila imprese esclusi gli agriturismo, alla produzione partecipata, sempre più in espansione, caratterizzata dalla figura ibrida del partner/cliente. Altre forme di filiera corta includono la vendita *on-line*, soprattutto attraverso i Gruppi di Acquisto Solidale, l'autoraccolta e la vendita diretta, che sta attraversando una fase di rapida crescita e consolidamento. Altre forme sono rappresentate da esperienze di adozione di alberi, orti, vigneti che attualmente in Italia sono ancora in una fase pionieristica. Il modello di riferimento sono gli orti comunitari statunitensi e le esperienze private francesi, secondo le quali i residenti nelle città sempre più cercano spazi verdi per coltivare in autonomia frutta e verdura.

Le influenze economiche-sociali sull'accesso al cibo. Le nuove tecnologie per le popolazioni svantaggiate sul territorio

Il diritto ad una alimentazione adeguata è già sancito nella *Universal Declaration on Human Rights* (UDHR), ed è stato ulteriormente ripreso nell'*International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights*

²⁶ Censis-Coldiretti, (2010), *Primo Rapporto sulle abitudini degli italiani*, Roma, <http://www.coldiretti.it/>

²⁷ Cicatiello C., Marino D. e Franco S., (2011), *Un focus sui consumatori che frequentano i farmers' market*, <http://www.gruppo2013.it/working-paper/Documents/1%20consumi%20alimentari%20-%20Gruppo%202013.pdf>



(ICESCR) del 1966. Nel riconoscere il diritto inalienabile ad una quantità adeguata di cibo nutriente, il Patto internazionale individua una serie di interventi fondamentali relativi alla produzione e distribuzione degli alimenti. La *Declaration of World Food Insecurity*²⁸ afferma il diritto fondamentale di ciascuna persona a non soffrire la fame. I temi dell'inclusione sociale e della sicurezza alimentare sono stati, inoltre, al centro della discussione al vertice di Rio+20, nel giugno 2012. Il Fondo Sociale Europeo (FSE) si occupa d'inclusione sociale dalla fine degli anni Settanta.

Il prossimo anno si concluderà il Decennio dell'Educazione allo Sviluppo Sostenibile 2005-2014 (DESS)²⁹, proclamato dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite che ne ha affidato l'organizzazione all'UNESCO (l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Educazione, la Scienza e la Cultura). Il suo principale obiettivo all'inizio del decennio era quello di sensibilizzare governi e società civile verso un futuro più equo, sostenibile nei confronti delle risorse del pianeta, servendosi di strumenti efficaci come quelli messi a disposizione dall'istruzione e dall'informazione. La loro efficacia è stata valutata sulla base della proiezione a medio-lungo termine dello sviluppo economico, sociale, politico, uno sviluppo che per essere sostenibile, deve poter essere disponibile per tutte le popolazioni del pianeta, presenti e future, senza particolari disequivalenze di accesso e di fruizione delle risorse.

La partnership fra Onu e Unesco appare significativa proprio alla luce del principale strumento di trasmissione prescelto, quello culturale, e della strategia individuata, ossia quella di integrazione fra tutti gli attori sociali coinvolti dalla società civile al sistema politico, dai media alle istituzioni, perché verso lo sviluppo sostenibile proceda il cammino quotidiano delle società. In tal senso acquisisce una centralità degna di nota anche il welfare, inteso come quel sistema sociale che si fonda sul principio di uguaglianza sostanziale, da cui deriva la finalità di ridurre le disuguaglianze sociali, specie nell'accesso ai servizi ritenuti indispensabili per il benessere individuale e collettivo. Come poter pensare ad uno sviluppo che sia sostenibile senza assicurare anche alle generazioni future l'accesso a quei servizi che saranno per loro indispensabili? Ma, al contempo, come rendere accessibili e sostenibili, più che in passato, i servizi indispensabili ad assicurare a tutti l'accesso al cibo? Il documento elaborato per il Decennio da Onu e Unesco sembra presentare *in nuce* tutti i principi e le strategie atte alla realizzazione

del passaggio cruciale da un *welfare* sostenibile ad un *welfare* della sostenibilità. In particolare, l'assunzione del principio di interdisciplinarietà – perché trattare lo sviluppo sostenibile come materia a se stante sarebbe una contraddizione in termini – richiama uno dei tratti caratterizzanti il welfare che pianifica, gestisce e monitora le politiche sociali in ambiti e con esperti fra loro necessariamente molto diversi. In questo modo un provvedimento che attiene ambiti ed interessi economici, ad esempio, non può prescindere dalla considerazione di possibili implicazioni sociali o ambientali nel modo più corretto.

Dalla parte dei cittadini, poi, la condivisione dei valori, a partire da quello indispensabile del benessere sociale sostenibile, costituisce la strategia vincente per affermare questo paradigma: solo il riferimento a valori comuni, infatti, può permettere ad ogni cittadino di iniziare a mettere in discussione il tradizionale modo di affrontare i problemi e, quando lo sviluppo sostenibile impone le difficili sfide del cambiamento, può dotarlo di nuovi riferimenti per trovare risposte concrete nella vita quotidiana e professionale.

La condivisione dei valori e dei saperi per la gestione della vita sociale, può realizzarsi solo con la partecipazione attiva di ognuno in base al ruolo e coinvolgendo, comunque, tutti i cittadini. In questo modo è salvaguardata la rappresentazione della pluralità degli interessi, oltre che delle competenze, la consapevolezza diffusa sugli obiettivi della sostenibilità, la valorizzazione delle risorse di ogni tipo in ogni tessuto sociale, per una capillare affermazione del principio della sostenibilità. Questi principi richiamano molti degli obiettivi dello stesso Programma del Decennio dell'Educazione alla sostenibilità, quelli che parlano di senso di collettività e responsabilità nei confronti del mondo in cui viviamo adottando atteggiamenti precauzionali, critici, costruttivamente incerti.

Viviamo in un mondo in cui i prezzi crescono a livello globale, ma gli impatti non sono uguali per tutti. L'accesso al cibo e alle risorse naturali è, da sempre, all'origine di conflitti, sia nazionali che internazionali. Dalla fine della Guerra Fredda, il tema si è fatto via via sempre più aspro, soprattutto nei paesi dove povertà e instabilità politico-sociale rendono prodotti alimentari e acqua elementi di sopravvivenza e controllo economico, politico, sociale e religioso. Secondo i dati dell'Unep (*United Nations Environment Programme*), a partire dal 1990 sono scoppiati almeno 18 gravi conflitti per il cibo. E negli ultimi 60 anni, si scopre che almeno il 40% delle guerre sono connesse a questo tipo di problematiche. In prospettiva un ulteriore inasprimento delle sperequazioni nell'accesso al cibo implicherebbe un

²⁸ World Food Summit, 1995

²⁹ Cfr. per maggiori informazioni il sito del programma <http://www.unescodess.it/dess>

probabile incremento nel tasso di conflittualità sociale, soprattutto nei paesi in cui la debolezza dei governi locali e l'assenza di trasparenza favoriscono il tentativo opportunistico di estrarre risorse attraverso pratiche clientelari o commerci illeciti.

La guerra, a sua volta, determina la devastazione delle risorse agricole che fa aumentare la fame, le malattie e molto spesso provoca fenomeni migratori di massa, con conseguenti enormi disagi in termini di salute, accesso all'acqua e disponibilità di cibo. Quindi il problema di fondo è il terribile circolo vizioso che s'innesta tra risorse naturali, conflitti e sicurezza alimentare.

I cambiamenti climatici influiscono sull'ambiente, l'agricoltura e l'economia di molte Nazioni. Nei Paesi a basso reddito e con deficit alimentare, le variazioni del clima inducono forti oscillazioni nelle produzioni agricole e minano la sicurezza alimentare. Le conseguenze estreme possono essere perdita pressoché totale di raccolto, marcato aumento dei prezzi delle derrate, inedia, carestie, conflitti etnici.

Il Ministero degli esteri stima, attraverso l'Ufficio alla Cooperazione, che

entro il 2050 un quarto della produzione alimentare mondiale potrebbe andare perso per l'impatto combinato del cambiamento climatico, del degrado dei suoli, della scarsità di acqua, della diffusione di parassiti nocivi, dello sviluppo di specie infestanti.

Nei Paesi in via di sviluppo (PVS) la piaga maggiore è rappresentata dalle carenze idriche, che sono da porre in stretta relazione con il riscaldamento globale del Pianeta: all'aumento delle temperature medie si accompagna sempre un'alterazione del regime delle precipitazioni, con scarsità di piogge e periodi di prolungata siccità.

Nel 2000, a sostegno della strategia di Lisbona, il Fondo di Sostegno Europeo ha seguito un approccio mirato all'integrazione delle pari opportunità, impegnandosi altresì nella prevenzione dell'esclusione sociale e nella lotta alla discriminazione, assicurando l'accesso e l'inserimento dei lavoratori svantaggiati. I temi della lotta alla povertà e dell'inclusione sociale, compresa l'inclusione sociale attiva, hanno una rilevanza considerevole nella nuova politica di coesione Europea, in raccordo con la Strategia Europa 2020.

Per popolazioni svantaggiate sul territorio possono intendersi diverse categorie di persone: quelle che vivono in territori che presentano complessità di natura territoriale e socio-economica, a carattere prevalentemente rurale o della periferia urbana

connotata da scarsità di servizi, oppure montani ed impervi, oggettivamente difficili da raggiungere, in particolare in condizioni meteorologiche sfavorevoli. Possono definirsi svantaggiate anche le categorie cosiddette deboli: anziani, disabili, donne, per gli aspetti del welfare, o, per gli aspetti relativi all'inclusione sociale, considerate disagiate, come giovani, disoccupati, extracomunitari.

Le nuove tecnologie potrebbero agevolare un approvvigionamento alimentare appropriato, iniziando da un'approfondita analisi socio-economica degli ambiti geografici e delle persone soggette a marginalità sociale, anziani, disabili, famiglie a basso reddito. Il sistema potrebbe essere gestito in modo da favorire una maggiore inclusione delle realtà giovanili locali, coinvolgendole negli obiettivi della logistica *last minute* e *last mile*, per un incremento della presenza di giovani nel settore primario, scongiurando fenomeni di abbandono delle terre.

L'evoluzione dei consumi alimentari: nuove tendenze e nuove strategie di sostenibilità

Dall'importanza dei rituali dell'assunzione del cibo nelle pagine di Durkheim al valore simbolico di identità individuali e di classe nelle tipologie di alimentazione per la Douglas e per Bourdieu negli Anni Settanta dello scorso secolo, il cibo e l'alimentazione costituiscono da sempre elementi di interesse sociale per il richiamo ai fattori medici come estetici, edonistici come salutistici, commerciali come etici connessi. Ancor di più nella contemporanea società della complessità dove in essi si intersecano sistemi sociali, ambientali, territoriali, culturali, andando ben oltre il noto motto del filosofo francese Brillat-Savarin: dimmi cosa mangi e ti dirò chi sei. L'intersezione è tale che supera anche le logiche razionali ed economiciste prevalenti, come dimostra, ad esempio, il fatto che, nonostante la *macdonaldizzazione* diffusa di cui parlava Ritzer, i McDonald's si sono dovuti adattare ovunque ai gusti locali spesso influenzati da norme religiose: in Israele, per esempio, si vendono Big Macs senza formaggio per non contravvenire alle norme kosher della cucina ebraica che richiedono la separazione di carne e latticini; in India si servono soprattutto Maharajah Mac, con carne di montone, che possono essere consumati sia dai Mussulmani che non mangiano maiale, sia dagli Hindu che non possono cibarsi di carne bovina³⁰.

Cultura ed aspetti economici e strutturali fin dal passato hanno determinato le scelte dei cibi ed i gusti

³⁰ Sassatelli R. (2004), *Consumo, cultura e società*, Universale Paperbacks il Mulino, Bologna



nell'alimentazione, misurandosi fundamentalmente su vantaggi e svantaggi in termini evolucionistici ed ecologici. Ciò è ancor più valido nella società dell'incertezza e del rischio, come l'attuale, nella quale il cibo si profila come oggetto portatore di potenziali malattie, come il caso della mucca pazza o quello dell'etanolo, di sperimentazioni scientifiche migliorative, come il transgenico, di possibile *reincanto* del valore dell'alimentazione rispetto ai controlli dei saperi esperti, come il biologico. In tal senso, rispetto ai tratti tipici dell'industrializzazione e della globalizzazione, il legame fra cibo e sue caratteristiche locali (IGP, DOP), prossimali o a chilometro zero e naturali, come il vegetarianismo, può fornire il giusto grado di *food safety and food security*, a tutela, rispettivamente, delle minacce per la salute e per la scarsità: si può finalmente parlare di una ricerca del benessere dell'individuo sostenibile rispetto alle risorse.

Si profila, così, per le teorie sociali un'inedita combinazione di funzionalità nella produzione e nel consumo di cibo ottenuta con fattori che hanno poco a che fare con la logica industriale del profitto e dell'ipertecnologia. I nostri supermercati e, di conseguenza molti dei nostri frigoriferi, sono ormai pieni di antiossidanti, omega3, patate al selenio, birre analcoliche, alimenti senza glutine, pomodori al licopene: prodotti che coniugano il desiderio dei consumatori di una dieta sana salutare con la specializzazione tecnologica funzionale alla qualità.

Abbandonata l'idea di una produzione industriale orientata al profitto, di tipo quantitativo e *funzionale* – ma solo per obiettivi di sviluppo prevalentemente economico – oggi ad essere *funzionale* può essere il patrimonio tecnologico acquisito, se orientato dalla consapevolezza dei suoi effetti negativi e delle sue potenzialità a favore dei consumatori. In effetti, in specifiche indagini recenti emerge la chiara coscienza generale che il benessere psico-fisico è strettamente connesso alle proprie scelte alimentari. Elemento culturale, quest'ultimo, che consente di vedere accettati nel mercato anche prodotti agro-alimentari potenziati nei loro effetti nutrizionali, o *alimenti funzionali*.

Sebbene i progressi della scienza e della tecnologia possano riservare solo a lungo termine una verifica effettiva precisa dei loro effetti, occorre sottolineare come la *società del rischio* abbia educato ad un uso più consapevole e sostenibile della scienza, ormai dopo molti decenni di sperimentazione di artefatti chimici e mutazioni genetiche talvolta nocive, sia i produttori che i consumatori.³¹

A partire dagli Anni Settanta, i consumatori eu-

ropei iniziano ad attribuire ai prodotti ottenuti dalla agricoltura biologica³² una forte valenza salutistica e ambientale e si dimostrano disposti a pagare prezzi di mercato nettamente più alti, *premium price*, rispetto a quelli dei prodotti ottenuti con l'agricoltura convenzionale. In Italia, lo sviluppo dei prodotti biologici è stato trainato dalla maggiore attenzione dei consumatori per la qualità ambientale, intesa come rispetto della salute umana e delle risorse naturali.

Lo specifico quadro giuridico che da venti anni disciplina la produzione e trasformazione dei prodotti biologici, l'etichettatura e il controllo hanno rafforzato negli anni la fiducia dei consumatori. Oggi, inoltre, al prodotto biologico vengono associati un insieme di valori più ampio di quello originario, che va dagli aspetti etici e sociali agli impatti sul cambiamento climatico, in termini di riduzione di gas serra, legata sia alle metodiche di produzione, che alle modalità con cui questi prodotti vengono distribuiti e commercializzati, *food miles*³³ o a chilometro zero. Nella produzione agricola nazionale, il settore dei prodotti biologici ha assunto negli anni un'importanza crescente. L'Italia occupa attualmente una posizione di avanguardia nel panorama biologico. Secondo i dati del recente Censimento dell'agricoltura del 2011, inoltre, le aziende biologiche rappresentano il 2,7% di quelle totali nazionali e, secondo i dati riportati nel rapporto ISMEA (Istituto di servizi per il mercato agricolo alimentare) del 2012, i consumi domestici di prodotti biologici sono cresciuti sia nel 2011 che nella prima metà del 2012 (+9% circa nel 2011 e +6,1% nel primo semestre 2012).

A fronte di queste variazioni positive, le caratteristiche socio-demografiche del tipico consumatore *bio* non sono mutate rispetto agli scorsi anni: residenza al Nord Ovest, in famiglie poco numerose, il responsabile degli acquisti è più o meno giovane, la classe socioeconomica è medio-alta. Se questo tipo di acquirente è un acquirente medio, è poi possibile scindere questo profilo sulla base della frequenza di acquisto; se ne desume, quindi che gli *alto acquirenti* effettuano un atto di acquisto ogni due settimane, i *medio acquirenti* comprano undici volte all'anno circa e quasi una volta al mese, i *basso acquirenti* sette volte, una volta ogni due mesi circa, e gli occasionali una

³² L'agricoltura biologica si fonda su obiettivi e principi, oltre che su pratiche comuni, ideati per minimizzare l'impatto umano nell'ambiente e allo stesso tempo permettere al sistema agricolo di operare nel modo più naturale possibile (fonte sito web Commissione europea Agricoltura e sviluppo rurale)

³³ *Food miles*, termine coniato negli anni 1990 da Tim Lang, Professore di Food Policy alla City University di Londra, è un indicatore che evidenzia in maniera semplice al consumatore tutte le conseguenze esplicite ed implicite di natura ecologica, sociale ed economica legate al trasporto dei prodotti agro-alimentari. L'indicatore considera la distanza percorsa dal cibo per raggiungere il nostro piatto dal luogo di produzione

³¹ Nocenzi M., et al. (2012), *L'evoluzione dei modelli di consumo e degli stili alimentari tra sostenibilità e benessere*, Rivista di studi sulla sostenibilità II, 47-67

volta ogni quattro mesi. L'acquirente di biologico sembra in ogni caso ben adattarsi agli orientamenti del consumatore moderno, sensibile ai temi ambientali ed etici e disposto a spendere un po' di più per il cibo bio a patto di acquistare anche beni ad alto contenuto valoriale ed esperienziale. È importante sottolineare che dopo un ventennio dall'introduzione della normativa sulla produzione biologica, i consumatori italiani mostrano però ancora una scarsa conoscenza nei confronti dei prodotti bio. Ancora notevole è la confusione che i consumatori mostrano tra i diversi prodotti appartenenti alle classi *environmentally friendly* e sicuri. In altri termini, la maggior parte dei consumatori non è in grado di caratterizzare e distinguere i prodotti bio da quelli a residuo zero, dai prodotti da agricoltura integrata, dagli *OGM-free*³⁴.

Una recente indagine europea³⁵, mostra che vi è un maggiore orientamento del consumatore verso i loghi che identificano il rispetto dell'ambiente e i principi etici e solidali, mentre si conoscono di meno i marchi legati all'origine territoriale. Il consumatore italiano dimostra una conoscenza del logo biologico in linea con la media dei paesi dell'Unione Europea, ma tale conoscenza è relativamente più elevata in nazioni come la Francia e la Germania. In Italia, risulta maggiore la conoscenza dei marchi Dop e Igp e vi è ancora un'elevata quota di chi non conosce in generale i marchi di qualità.

Per far sì che il mercato del biologico italiano si possa ancora espandere è però necessario pianificare delle corrette campagne di informazione che consentano una maggiore conoscenza da parte del consumatore. Con tale finalità, nell'ambito del Programma di azione nazionale per l'agricoltura biologica e i prodotti biologici è stato lanciato di recente dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali in collaborazione con l'ISMEA, il concorso: *Le stelle del biologico*, con il quale si intende valorizzare le iniziative di comunicazione di operatori nazionali del comparto agroalimentare biologico per promuovere la diffusione dei valori ambientali, culturali e socio-economici espressi dalla produzione biologica, selezionando le iniziative in grado di comunicare le caratteristiche del metodo di produzione agroalimentare biologico³⁶.

Parallelamente all'interesse per i prodotti biologici si sta sviluppando un interesse sempre più diffuso per i prodotti privi, totalmente o parzialmente, di ingredienti di origine animale. Un segnale di questa nuova tendenza, è l'adeguamento del mercato,

che prevede l'introduzione di un numero maggiore di prodotti destinati all'alimentazione *green* e l'inserimento da parte dei ristoranti di piatti vegetariani nei loro menù.

La tutela della propria salute rappresenta uno dei principali motivi di scelta per molti consumatori, ai quali si aggiungono tutti coloro che prendono questa decisione per un reale sentimento animalista e ambientalista.

I dati presentati al recente Festival Vegetariano tenutosi a Gorizia, dal 30 agosto al 1 settembre 2013, basati su una ricerca AcNielsen rielaborata da Eurispes, sottolineano che in Italia i vegetariani sono sempre di più e che la tendenza è in forte crescita. L'Italia si conferma sempre più vegetariana, ma il dato interessante è che la scelta è più salutistica che ideologica. La salute, infatti, è la principale motivazione per il 43,2% di coloro che hanno detto no alla carne. Inferiori le percentuali di chi sceglie di mangiare vegetariano per rispetto degli animali (29,5%) e dell'ambiente (4,5%)³⁷.

La vita all'insegna del benessere e della buona salute è un tratto distintivo degli italiani che amano svolgere attività fisica e apprezzano la buona cucina. Italiani verosimilmente salutisti, e questo si evince anche dalla scelta di individuare uno stile di alimentazione sano, adatto alle esigenze nutrizionali e in linea con le proprie convinzioni. È, infatti, per seguire la volontà di rispettare gli animali ed impegnarsi nel tutelarne i diritti, che alcuni italiani scelgono di essere vegetariani o vegani. Questi ultimi escludono totalmente l'uso di prodotti animali e loro derivati. Si tratta del 6% degli italiani (4,9% vegetariani e 1,1% vegani) che, pur essendo un segmento minore rispetto al 94% che persegue l'alimentazione completa, è in aumento di due punti percentuale, rispetto alla rilevazione dell'anno precedente³⁸.

Sono soprattutto le donne dichiaratamente disposte a praticare questo stile di vita, in virtù di una più spiccata sensibilità per gli animali (il 66,7% vs 30,8% degli uomini), mentre gli intervistati di sesso maschile scelgono di essere vegetariani o vegani prevalentemente per il benessere fisico e della salute (42,3% vs 28,2% delle donne). Osservando con maggiore attenzione le caratteristiche degli intervistati, si può notare che la scelta di seguire uno stile, soprattutto dai giovani-adulti di età compresa tra i 25 e i 34 anni, è legata al rispetto degli esseri viventi (52,2%) e perché fa bene alla salute (39,1%).

L'altro aspetto interessante che sostiene questo tipo di scelta, riguarda l'impatto ambientale che il consumo di carne favorisce. Le riserve globali di cibo continuano a diminuire e la popolazione mon-

³⁴ Cicia G. e De Stefano F. (2007), *Prospettive dell'Agricoltura Biologica in Italia*, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, Collana Manlio Rossi-Doria

³⁵ Speciale Eurobarometro, (2012), *Europeans' attitudes towards food security, food quality and the countryside*

³⁶ <http://lestelledelbio.ismea.it/>

³⁷ Rapporto Italia Eurispes 2012

³⁸ Rapporto Italia Eurispes 2012



diale continua ad aumentare. Per evitare future carestie, sostiene lo *Stockholm International Water Institute*, la popolazione mondiale dovrebbe dunque convertirsi ad una dieta vegetariana entro il 2050. Secondo le stime dell'ONU, 900 milioni di persone ogni sera vanno a dormire senza aver mangiato, mentre altri 2 miliardi di persone sul pianeta sono malnutrite.

Se l'umanità continuerà a sfruttare le risorse naturali, acqua e terra in primis, ai ritmi attuali e, soprattutto, a seguire una dieta alimentare a base di carne, le risorse scarseggeranno sempre di più, aprendo la strada a carestie e a conflitti sociali dalle conseguenze imprevedibili. L'allarme è stato lanciato dallo *Stockholm International Water Institute* (SIWI), secondo il quale, per evitare future carestie la popolazione mondiale dovrebbe cominciare a mangiare solo frutta e verdura. Il SIWI afferma che un giorno potremmo essere costretti a diventare tutti vegetariani, non per scelta, ma per necessità: perché, in caso contrario, non ci sarà abbastanza cibo per sfamare la crescente popolazione mondiale.

Le riserve globali di cibo continuano a diminuire e la popolazione mondiale continua ad aumentare: al ritmo attuale di sfruttamento delle risorse - afferma il SIWI - nel 2050 scoppieranno carestie e guerre per il cibo e, soprattutto, per l'acqua, senza la quale non esisterebbe nulla di commestibile sul pianeta.

La risposta al problema, e l'esortazione, degli studiosi di Stoccolma è molto semplice: il mondo deve cambiare regime alimentare al più presto, per evitare conflitti sociali dalle conseguenze imprevedibili e nefaste.

La nostra dieta deve cambiare, secondo il SIWI. Oggi otteniamo il 20% delle proteine necessarie al nostro fabbisogno da prodotti derivati dagli animali ma questa percentuale dovrà scendere almeno al 5% entro il 2050, se vorremo evitare il peggio.

Già oggi, in molte regioni del pianeta l'acqua è un bene ancora più prezioso del petrolio, e fra una quarantina d'anni, non potrebbe essere sufficiente per produrre gli alimenti necessari a sfamare 9 miliardi di persone. L'acqua necessaria per l'intera filiera che porta alla produzione di soli 5 kg di carne, ad esempio, è superiore al consumo che ne fa una famiglia media in un anno. La produzione di carne sarebbe responsabile del 70% del consumo mondiale di acqua. Cambiare la dieta attuale, quindi, permetterebbe di consumare meno acqua per l'agricoltura.

Certo, l'irrigazione è necessaria anche per la coltivazione di frutta, verdura e cereali, cioè di buona parte dell'alimentazione vegetariana. Ma il confronto dei dati parla chiaro: se per 1 kg di carne bovina sono necessari non meno di 15.000 litri di acqua, per 1 kg di riso, ne sono sufficienti poco più di 3.000, cioè 5 volte meno.

Non è tutto: già oggi un terzo delle terre arabili e fertili del pianeta è destinato alla produzione di raccolti riservati all'alimentazione animale e non umana. Quindi, se mangiassimo meno carne animale, avremmo a disposizione più terreni per gli altri usi agricoli.

Ricordiamo che l'enorme fabbisogno alimentare dei capi di bestiame ha come conseguenza quella di destinare sempre più terre al pascolo, strappando spazio alle aree boschive e ai terreni per la produzione di prodotti destinati all'alimentazione umana. Si calcola, infatti, che attualmente circa metà della produzione cerealicola mondiale non è destinata al consumo umano, ma all'alimentazione animale.

Non va dimenticato, infine, che l'impronta ecologica degli allevamenti di bestiame è enorme: sono responsabili del 18% delle emissioni di anidride carbonica e gas serra in atmosfera, soprattutto a causa degli effetti del processo di ruminazione dei bovini.

Gli alimenti funzionali

Il ventunesimo secolo è stato caratterizzato da continui progressi scientifici in ambito nutrizionale: la scoperta dei principi nutritivi, le linee guida per una sana e corretta alimentazione e il concetto di dieta equilibrata, hanno accompagnato e cercato di guidare sempre più l'evoluzione delle dinamiche alimentari. Inizialmente con la prerogativa di debellare la malnutrizione, successivamente nel tentativo di limitare gli eccessi nel consumo di talune sostanze ritenute dannose per la salute.

Oggi la scienza nutrizionale si prepara ad affrontare nuove sfide, tra cui quella legata alla diffusione di una *alimentazione funzionale*.

Il concetto di alimento funzionale fu introdotto negli Anni Ottanta in Giappone con la finalità di favorire la salute o ridurre il rischio di malattie, ma solo nel 1991 è stato definito il concetto di *Foods for Specified Health Use* (FOSHU). Sono definiti FOSHU i cibi che migliorano il sistema immunitario, quelli che aiutano a prevenire e controllare le malattie cardiache e diabetiche, gli alimenti che riducono il colesterolo, quelli che aiutano a digerire e ad assorbire vitamine e minerali ed, infine, quelli che riducono l'invecchiamento. Soltanto appartenendo ad una di queste categorie e solo previa presentazione di prove scientificamente fondate che attestino le qualità salutari dell'alimento, quest'ultimo può ottenere il marchio identificativo FOSHU che viene concesso dal Ministro della Salute e da quello del *Welfare* giapponese, responsabili di analizzare la documentazione e decretarne o meno l'approvazione. Il fine principale per il quale il Giappone ha crea-

to un marchio identificativo degli *alimenti funzionali* non è però importante solo per quanto concerne le esigenze sanitarie; chiama, infatti, in causa una più ampia questione economico-sociale. L'aumento delle aspettative di vita, che ha portato alla crescita del numero di anziani e all'affermarsi di una popolazione più longeva, ha fatto salire i costi sanitari a causa della necessità di maggiori cure legate all'età e ai suoi disturbi.

Sebbene sulla scia dell'esperienza giapponese anche gli Stati Uniti e l'Europa abbiano elaborato il concetto di alimenti funzionali, il Giappone ha avuto il merito di compiere i primi passi verso questa direzione, tanto che oggi si conferma come il mercato più esteso per il consumo di cibi funzionali con un tasso di crescita annuale costantemente superiore al 9%³⁹ e con un consumo pro-capite di circa 166 US\$ per anno⁴⁰.

In assenza di una precisa direttiva in merito e, dunque, di una legislazione armonica ed univoca sugli *health claims*, gli Stati membri dell'Unione Europea hanno applicato varie interpretazioni della legislazione esistente in materia di etichettatura. Un primo passo verso l'armonizzazione della normativa concernente le indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari, compresi i supplementi dietetici, è stato compiuto con la proposta della Commissione europea del 2003⁴¹.

In Italia, numerose ricerche hanno evidenziato

come i consumatori oggi siano sempre più consapevoli dei legami esistenti tra scelte alimentari e benessere psico-fisico mostrando maggiore attenzione alla valenza salutistica dei prodotti che acquistano. In questo contesto, le innovazioni di processo e di prodotto svolgono un ruolo centrale per realizzare alimenti in grado di soddisfare le crescenti esigenze di sicurezza, qualità e salubrità manifestate dai consumatori.

Nonostante le diverse interpretazioni sulla loro identità, agli alimenti funzionali si richiede di espletare un effetto benefico sulla salute umana, mantenere uno stato di benessere o essere in grado di prevenire l'insorgenza di determinate patologie. La valutazione della potenzialità salutistica e/o della prevenzione di una determinata patologia rappresenta certamente la fase più delicata e critica nella valorizzazione o nello sviluppo di questi prodotti.

A proposito di identità i ricercatori del Consiglio di Ricerca e Studi sull'Alimentazione del Ministero dell'Agricoltura (CRA), in collaborazione con l'Azienda Roma Mercati, seguono la coltivazione del grano saraceno in provincia di Roma, nel Comune di Vallinfreda. Lo scopo è osservarne lo sviluppo dell'alimento in ambienti climatici differenti dall'originale. I semi del grano saraceno, infatti, crescono generalmente in montagna. Le attività di ricerca hanno come finalità quella di coltivare questa qualità di grano, originario della Siberia, e impiegare i germogli per farne pasta e birra idonei ad integrare la nutrizione umana. Il grano saraceno tartarico, infatti, è uno pseudo cereale di antichissimo uso di cui oggi vengono riscoperte le qualità nutritive in quanto ricco di polifenoli, rutina e quercitina.

³⁹ Euromonitor, 2004

⁴⁰ World Nutraceuticals, 2006

⁴¹ Commission of the European Communities (2003), *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on nutrition and health claims made on foods*, COM/2003/0424, precedentemente Regolamento CE 178/2002





Capitolo 12

La gestione delle foreste

Lando Desiati, Paola Carrabba, Antonella Crisari, Cinzia Coduti

Introduzione

Il bosco è definibile come una qualunque superficie di terreno coperta da alberi. La normativa italiana (D. Lgs. 227/2001, Orientamento e modernizzazione del settore forestale), tuttavia, ne dà una definizione generale più puntuale:

si considerano bosco i terreni coperti da vegetazione forestale arborea associata o meno a quella arbustiva di origine naturale o artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo, i castagneti, le sugherete e la macchia mediterranea, (...). Le suddette formazioni vegetali e i terreni su cui essi sorgono devono avere estensione non inferiore a 2.000 metri quadrati e larghezza media non inferiore a 20 metri e copertura non inferiore al 20 per cento, con misurazione effettuata dalla base esterna dei fusti. (...)¹.

I boschi italiani si estendono per quasi dieci milioni e mezzo di ettari, una superficie pari a oltre un terzo del territorio nazionale; la definizione normativa sopra riportata dà un'idea dell'enorme complessità connessa alle formazioni forestali, legata sia alla loro struttura, sia alla loro tipologia. Pianificare la gestione forestale in Italia equivale, quindi, a pianificare la gestione di un'enorme porzione di territorio, con tutte le ricadute ecologiche, ambientali, territoriali, economiche e sociali e culturali che sono facilmente intuibili. Una corretta gestione, tuttavia, non può prescindere da un'adeguata conoscenza del bosco, o meglio, dei boschi italiani, delle loro potenziali risorse e delle principali problematiche a essi connesse.

Il già citato D. Lgs. 227/2001, che equipara tra l'altro i termini bosco, foresta e selva, esclude tuttavia dalla definizione di bosco:

i giardini pubblici e privati, le alberature stradali, i castagneti da frutto

in attualità di coltura e gli impianti di frutticoltura e d'arboricoltura da legno ivi comprese le formazioni forestali di origine artificiale realizzate su terreni agricoli a seguito dell'adesione a misure agroambientali promosse nell'ambito di politiche di sviluppo rurale dell'Unione Europea una volta scaduti i relativi vincoli, i terrazzamenti, i paesaggi agrari e pastorali di interesse storico coinvolti da processi di riforestazione, naturale o artificiale, oggetto di recupero a fini produttivi.

La distinzione appena enunciata tiene conto del fatto che sul piano normativo tutti i boschi italiani sono sottoposti a diversi vincoli che, in vista della tutela della multifunzionalità della risorsa forestale nazionale, di fatto ne limitano l'uso². Il legislatore, pertanto, ha inteso tenere ben separati i diversi ambiti, ossia quello forestale propriamente detto e quello legato a tutte quelle formazioni che, pur connesse al mondo agrosilvopastorale o comunque a un contesto apparentemente naturale, rappresentano in realtà impianti fortemente antropizzati o, comunque, accessori ad attività agricole produttive.

Questa distinzione va tenuta sempre presente quando si deve affrontare un problema di gestione forestale ma va altresì tenuto conto che in una società fortemente industrializzata e urbanizzata come quella in cui viviamo non si deve sottovalutare, ad esempio, l'importanza e la delicatezza della gestione dei parchi cittadini, delle alberature stradali e dei paesaggi agrari e pastorali di interesse storico coinvolti da processi di riforestazione. Le aree verdi dei centri urbani, in particolare, rivestono un'importanza notevole da un punto di vista sociale ed economico e costituiscono l'oggetto di interesse della cosiddetta selvicoltura urbana. Se è vero, infatti, che tali aree non possono a livello normativo essere considerate boschi, è altrettanto vero che le stesse sono delle vere e proprie oasi naturali inserite in un contesto

¹ Il D. Lgs. 227/2001 infatti, stabilisce che il compito della definizione di bosco spetta alle Regioni per i territori di rispettiva competenza, per cui la definizione data dalla norma nazionale risulta valida nelle more dell'emanazione di apposite leggi regionali

² Il solo vincolo idrogeologico interessa quasi l'81% della superficie forestale italiana (dati INFCA, 2005).

artificiale in grado di garantire tutti i benefici ambientali, estetici e ricreativi delle foreste propriamente dette. Oasi da trattare con particolare attenzione proprio in virtù del fatto che costituiscono una vera e propria macchia di biodiversità forestale inserita in un mosaico paesistico frammentato e fortemente perturbato dall'azione dell'uomo.

Il D. Lgs. 227/2001 ci fornisce, infine, un ulteriore spunto di riflessione, poiché specifica chiaramente l'importanza del settore forestale italiano e di una sua adeguata pianificazione,

quale elemento fondamentale per lo sviluppo socio-economico e per la salvaguardia ambientale del territorio italiano, nel rispetto degli impegni assunti a livello internazionale e comunitario dall'Italia in materia di biodiversità e sviluppo sostenibile.

Le attività di gestione forestale, in effetti, possono rappresentare un interessante fattore di sviluppo dell'economia nazionale, di miglioramento delle condizioni socio-economiche delle zone montane, nonché uno strumento fondamentale per la tutela degli ecosistemi e dell'assetto idrogeologico e paesaggistico del territorio.

Per quanto riguarda il bosco come risorsa economica, basti pensare che l'industria di trasformazione del legno per l'arredamento è una delle più importanti e fiorenti attività economiche nazionali con circa duemilatrecento aziende che occupano oltre quattrocentomila addetti con un fatturato annuo di circa quaranta miliardi di euro mentre l'industria italiana della cellulosa e carta presenta un fatturato globale di oltre sette miliardi e mezzo di euro, costituendo anch'essa una delle principali realtà industriali del Paese.

A fronte di un conseguente fabbisogno nazionale di legname pari a circa cinquanta milioni di m³/anno, però, la produzione italiana si attesta mediamente su circa nove-dieci milioni di m³/anno, di cui oltre la metà destinata a scopi energetici. L'Italia, pur avendo più di un terzo di superficie coperta da foreste, è allo stato attuale il primo Paese importatore di legname in Europa e il quarto nel mondo. Ottimizzare i livelli produttivi nazionali attraverso una necessaria riorganizzazione della gestione forestale e dell'offerta di legname, magari attraverso la costituzione di consorzi pubblici e privati al fine di ridurre l'incidenza dei costi e rendere i prodotti boschivi più competitivi sui mercati, risulterebbe, quindi, una mossa economicamente vincente.

Gestire i nostri boschi, tuttavia, garantisce enormi benefici anche sotto l'aspetto ambientale: oltre a favorire la biodiversità e a proteggere il suolo un bosco ben gestito è in grado di garantire benefici

ecologici e climatici a tutti i livelli, compreso un più efficace assorbimento dei gas serra, in particolare dell'anidride carbonica (CO₂). A questo proposito è importante sottolineare che, in questo ambito, ecologia ed economia vanno di pari passo: già adesso l'immagazzinamento del carbonio nelle foreste italiane può essere stimato, all'interno degli accordi internazionali previsti dal protocollo di Kyoto, in circa 1 miliardo di euro al valore attuale di borsa del carbonio a tonnellata³.

Cenni sulle principali normative riguardanti il settore forestale

Il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 (noto anche come Legge Forestale o come Legge Serpieri), recante riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani, costituisce ancora oggi il punto di riferimento obbligato per individuare il ruolo delle foreste nel panorama nazionale. Numerosi articoli del regio decreto sono sopravvissuti, avendo il d.lgs. 179 del 2009 disposto la sua permanenza in vigore, ritenendola indispensabile. Effettivamente, l'articolato normativo, pur essendo piuttosto complesso e risalente nel tempo, manifesta la sua straordinaria vitalità e attualità nel confermare la prevalenza degli interessi pubblici su quelli privati. L'art. 17, infatti, dispone che

i boschi, che per la loro speciale ubicazione, difendono terreni o fabbricati dalla caduta di valanghe, dal rotolamento di sassi, dal sorrenamento e dalla furia dei venti, e quelli ritenuti utili per le condizioni igieniche locali, possono su richiesta delle Province, dei Comuni o di altri enti e privati interessati, essere sottoposti a limitazioni nella loro utilizzazione, anche qualora sussistano ragioni di difesa militare.

Pochi anni dopo fu adottato il Regio Decreto n. 1126 del 1923, recante il regolamento per l'applicazione del R.D. 3267 del 1923, il quale ha attribuito ai Sindaci dei Comuni il compito di ricevere le domande di autorizzazione a trasformare i boschi in altre qualità di coltura ed i terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione. Ai sensi dell'art. 21, infatti, il Sindaco del luogo in cui è situato il fondo, fa pubblicare, per quindici giorni sull'albo pretorio la domanda, che riporta il tipo di fondo, le sue pendenze, il territorio in cui è posto, il nu-

³ In seno a tale Protocollo, infatti, strumento della Convenzione ONU sui cambiamenti climatici, l'Italia ha eletto la gestione forestale tra le attività che possono concorrere all'adempimento degli impegni presi nella riduzione dei gas a effetto serra. Dati Inventario Nazionale Forestale e dei serbatoi di Carbonio (INFC), 2005

mero di mappa ed i mezzi previsti per impedire i danni cui la trasformazione può dar luogo. Entro otto giorni dalla pubblicazione, il Sindaco trasmette la domanda, con le eventuali opposizioni di terzi e le proprie osservazioni, all'Ispettorato del Corpo forestale che propone alla Camera di commercio Industria, Agricoltura e Artigianato le modalità della trasformazione, se si tratta di boschi, e se si tratta di terreni saldi, le norme che riterrà necessarie se quelle contenute nelle prescrizioni di massima non risultino sufficienti. La Camera di Commercio è tenuta pronunciarsi nel termine di 180 giorni dalla data in cui la domanda è stata notificata all'Ispettorato e la risoluzione adottata deve essere notificata dal Sindaco o dall'Ispettorato e pubblicata per quindici giorni all'Albo del Comune.

La necessità dell'autorizzazione è stata recentemente ribadita dal Corpo forestale dello Stato a seguito dei frequenti casi di taglio selvaggio di boschi e piante di ulivi sostituite con altre colture o con la costruzione di edifici per uso abitativo o industriale⁴.

La modernizzazione del settore forestale è proseguita con il d.lgs. 227 del 2001, che fa parte di un complesso di altri due decreti il d.lgs. n. 226 in materia di orientamento e modernizzazione della pesca e dell'acquacoltura e il d.lgs. 228, in materia di orientamento e modernizzazione del settore agricolo.

Nello specifico, il d.lgs. 227 disciplina la programmazione forestale (art. 3) riservando alle Regioni il compito di definire *le linee di tutela, conservazione, valorizzazione e sviluppo del settore forestale nel territorio di competenza attraverso la redazione e la revisione dei propri piani forestali* sulla base delle linee guida emanate dal Ministero delle politiche agricole e forestali e dal Ministero dell'Ambiente. Sempre alle Regioni è inoltre attribuito il compito di promuovere *la pianificazione forestale per la gestione del bosco, definendo la tipologia, gli obiettivi, le modalità di elaborazione, il controllo dell'applicazione e il riesame periodico dei piani*.

Con decreto ministeriale del 16 giugno 2005, il Ministero dell'Ambiente ha emanato le Linee guida in materia forestale, con lo scopo di *valutare lo stato di conservazione del settore in relazione alla tutela della biodiversità e di individuare elementi di indirizzo per la programmazione che le regioni attueranno nel rispetto degli impegni internazionali e della normativa comunitaria e nazionale in materia ed in considerazione delle strategie, dei criteri e degli indicatori da essi individuati*.

Tali strategie prevedono la gestione sostenibile delle foreste e ciò richiede il perseguimento di specifici obiettivi strategici:

1. La tutela dell'ambiente, la conservazione e lo sviluppo della biodiversità negli ecosiste-

mi forestali e il miglioramento del loro contributo al ciclo globale del carbonio, la tutela della salute e della vitalità dell'ecosistema forestale, lo sviluppo delle funzioni protettive nella gestione forestale, con particolare riguardo all'assetto idrogeologico e alla tutela delle acque;

2. Il rafforzamento della competitività della filiera foresta-legno e la promozione delle funzioni produttive delle foreste e del settore della trasformazione e utilizzazione della materia prima legno;
3. Il miglioramento delle condizioni socio-economiche locali al fine di garantire un più elevato livello di occupazione, la formazione degli operatori ambientali, delle guide e degli addetti alla sorveglianza del territorio dipendenti dalle Amministrazioni locali, l'incentivazione di iniziative che valorizzino la funzione socio-economica della foresta assicurando un adeguato ritorno finanziario ai proprietari o gestori.

Per il raggiungimento di questi obiettivi, risultano strategici la buona conoscenza del territorio in generale e forestale in particolare, la pianificazione forestale ai vari livelli (regionale, eventualmente sub-regionale e soprattutto aziendale), condivisa attraverso la sensibilizzazione e la partecipazione di tutte le componenti sociali interessate al territorio stesso.

Sulla falsariga di tali strategie, nel 2008 è stato adottato il Programma Quadro per il Settore Forestale, che ha delegato al Ministero delle Politiche agricole e al Ministero dell'Ambiente il compito di adottare un programma di armonizzazione delle disposizioni elaborate in materia forestale a livello internazionale, europeo e nazionale, in aderenza al Piano d'azione per le foreste dell'Unione europea, con l'obiettivo di favorire la gestione forestale sostenibile e di valorizzare la multifunzionalità degli ecosistemi forestali.

A livello europeo, la nuova Politica Agricola Comune (PAC) prevede, per il periodo 2014-2020, un consolidamento delle azioni dirette a promuovere lo sviluppo rurale, identificato dal secondo pilastro della PAC, finanziato dal Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR) e attuato con il Programma di sviluppo rurale (PSR).

Nella nuova PAC, la suddivisione in assi strategici che ha caratterizzato la politica di sviluppo rurale 2007-2013 è ora sostituita da un sistema di programmazione più flessibile, basato sulla individuazione di 3 obiettivi strategici e di 6 priorità, sul modello individuato dalla strategia Europa 2020; tra le priorità appare interessante notare che alle foreste

⁴ Vedi la denuncia del Corpo forestale dello Stato all'indirizzo <http://www.corpoforestale.it>



è stato riservato un ruolo significativo sotto il profilo del trasferimento delle conoscenze e dell'innovazione, della tutela degli ecosistemi dipendenti dalle foreste, della incentivazione all'uso efficiente delle risorse per garantire il passaggio ad un'economia a basse emissioni di carbonio.

Le foreste italiane e il Protocollo di Kyoto

Con l'entrata in vigore nel 2005 del Protocollo di Kyoto sono stati avviati una serie di interventi obbligatori nei Paesi industrializzati, noti come Paesi dell'Allegato I⁵, con la finalità di ridurre le emissioni di gas serra. Il Protocollo stabilisce una serie di misure prioritarie per raggiungere gli impegni di riduzione delle emissioni, alcune delle quali interessano specificatamente il settore agricolo-forestale:

1. la protezione e l'aumento degli stock di carbonio negli ecosistemi terrestri attraverso la corretta gestione forestale (*forest management*), la riforestazione (*reforestation*) e l'afforestazione (*afforestation*);
2. la promozione di forme di agricoltura sostenibile con effetti di mantenimento della sostanza organica nel suolo e la limitazione e/o riduzione delle emissioni di metano legate agli allevamenti zootecnici;
3. lo sviluppo e la maggiore utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili, tra le quali le biomasse.

Alcuni di questi interventi sono esplicitamente oggetto di misurazione e rendicontazione, altri vengono solo implicitamente inclusi nei sistemi di monitoraggio nazionale (per esempio la sostituzione di combustibili fossili con biomasse viene conteggiata come minor emissioni di gas serra a seguito di un diminuito livello di consumi). Altre misure, come lo sviluppo di forme di stoccaggio del carbonio nei prodotti legnosi, non sono ancora oggetto di rendicontazione.

Definito l'oggetto e le modalità di rendicontazione, il Protocollo lascia liberi i Governi nell'individuare gli strumenti economici più opportuni per raggiungere gli obiettivi. In questo senso l'Unione Europea risponde congiuntamente agli adempimenti del Protocollo, nonostante al suo interno i singoli Paesi legiferino e attuino politiche di riduzione su base indipendente. Vista la peculiarità del settore primario, che può allo stesso tempo caratterizzarsi come *carbon sink* e *carbon source*, al settore agricolo e forestale sono stati dedicati due articoli specifici del

Protocollo, l'art. 3.3 e l'art. 3.4. L'art. 3.3 riguarda le attività di afforestazione, riforestazione e deforestazione, ovvero i cambiamenti permanenti nell'uso del suolo (da non forestale a forestale e viceversa). Stabilisce che tutte le quantità di carbonio immagazzinate nel suolo e nel soprassuolo a seguito di tali attività e qualora siano state realizzate tra il 1° gennaio 1990 e il 31 dicembre 2012, dovranno essere obbligatoriamente contabilizzate e considerate ai fini del raggiungimento degli impegni di riduzione delle emissioni. I due termini, traducibili semplicemente in piantagioni, si riferiscono a quegli interventi di ripristino della vegetazione forestale presente negli ultimi 50 anni riforestazione, o di piantagione *ex novo* afforestazione.

L'art. 3.4 riguarda le attività di gestione delle superfici forestali. A differenza delle attività di cui all'art. 3.3, non è fatto obbligo di conteggiare queste attività che possono essere utilizzate, anche singolarmente, sulla base di decisioni autonome degli Stati, decisioni che devono essere state comunicate alla Convenzione prima della fine del 2006. L'art.3.4 stabilisce che, per poter essere conteggiate, queste attività di gestione debbano risultare intenzionali (*human-induced*) e anche in questo caso realizzate a partire dal 1990. Mentre per le attività agricole non sono stati definiti dei limiti di rendi contabilità mentre per le attività di gestione forestale (*forest management*) ogni Paese ha uno specifico livello massimo di rendicontabilità. In altre parole, gli Stati non possono conteggiare *in toto* i benefici derivanti dalle fissazioni del settore forestale ma solo fino a un certo livello.

In aggiunta a iniziative intraprese sul territorio nazionale, il Protocollo definisce tre strumenti di mercato, noti come meccanismi flessibili, a cui i Paesi dell'Allegato I possono ricorrere per raggiungere i loro obiettivi nazionali di riduzione dei gas serra in maniera economicamente efficiente⁶. Essi sono:

- il *Clean Development Mechanism* (CDM), che consente ai Paesi dell'Allegato I di investire in progetti in grado di ridurre le emissioni di gas serra da realizzare nei Paesi in via di sviluppo ma anche di favorire lo sviluppo tecnologico, economico e sociale dei Paesi ospiti. Tra le tipologie di progetti accettati rientrano l'*afforestation* e la *reforestation* ma sono escluse attività tese alla riduzione della deforestazione e degradazione delle foreste (REDD);
- il *Joint Implementation* (JI), che ammette la possibilità per i Paesi dell'Allegato I di realizzare progetti per la riduzione delle emissioni di gas serra in un altro Paese dello stesso gruppo e di utilizzare congiuntamente a esso i crediti

⁵ Paesi dell'Allegato I: Paesi industrializzati membri nel 1992 dell'OECD e Paesi con economie in transizione (Federazione Russa, Stati Baltici e Paesi dell'Europa Centro-Orientale)

⁶ Su questi temi in generale vedi anche il Capitolo 25 che tratta di meccanismi economici

derivanti. Mentre i CDM limitano le attività per il settore agroforestale alla sola afforestazione e riforestazione, questo meccanismo ammette anche tutte le attività addizionali definite nell'articolo 3.4 del Protocollo;

- l'*Emissions Trading* (ET), che riconosce la condizione di esercitare un commercio di crediti di emissione tra i Paesi dell'Allegato I per esempio tra uno che abbia conseguito una diminuzione delle proprie emissioni di gas serra superiore al proprio obiettivo e un Paese che viceversa non sia stato in grado di rispettare i propri impegni di riduzione delle emissioni di gas serra. Questo meccanismo flessibile è stato implementato nell'Unione europea con la creazione dell'*Emission Trading System* (EU-ETS). Lo Schema, basato sulla modalità organizzativa *cap and trade*, impone a una serie di comparti economici più *energy intensive* di non superare annualmente un tetto di emissione (*cap*), specificato per ogni impianto. Le imprese possono, tuttavia, ridurre le proprie emissioni rispetto al *cap* allocato tramite interventi di risparmio energetico o la riduzione dei livelli di produzione, mettendo sul mercato (*trade*) le quote di emissione non utilizzate a favore di imprese con esigenze opposte. Rispetto a misure alternative di comando e controllo, lo strumento è ritenuto particolarmente efficiente, in quanto premia le imprese che operano a costi marginali inferiori.

Sul territorio nazionale sono sempre più numerose le iniziative intraprese da soggetti diversi che intendono ridurre il loro impatto emissivo ricorrendo ad investimenti di risparmio e assorbimento dei gas serra. In alcuni casi ci si avvale di progetti di compensazione attraverso attività di afforestazione, riforestazione o tutela dei patrimoni boschivi realizzati proprio in Italia. Secondo l'Inea⁷ sono stati realizzati 722 accordi, dal 2003 al 2009, di cui il 93% hanno interessato progetti forestali, che per il 21% sono stati realizzati in Italia.

Tali iniziative di compensazione volontaria generano benefici alle imprese in termini di immagine in un mercato sempre più attento alle problematiche legate ai cambiamenti climatici, ma rappresentano un punto di criticità in quanto il Protocollo di Kyoto non prevede alcun riferimento alla proprietà e i crediti generati non entrano ancora nel sistema ufficiale di contabilizzazione dei crediti di carbonio con

un riconoscimento per chi li ha prodotti. Allo stato attuale tutte le attività di afforestazione, riforestazione e gestione forestale sono già conteggiate per il registro nazionale dei serbatoi di carbonio dal Governo Italiano per il rispetto dei limiti concordati.

Il contributo che - in forme dirette o indirette - il settore forestale può dare al bilancio nazionale dei gas di serra si può concretizzare seguendo diverse linee di attività:

- realizzazione di imboscamento su terreni non forestati dal 1990;
- gestione forestale sostenibile su aree boschive che sono rimaste tali dal 1990;
- promozione della ricolonizzazione naturale di aree abbandonate;
- monitoraggio della filiera foresta-legno per il conteggio del carbonio nei prodotti legnosi (post-Kyoto).

Secondo gli impegni liberamente assunti dal governo italiano in sede di negoziato del Protocollo, l'Italia avrebbe dovuto ridurre entro il 2012 le proprie emissioni nella misura del 6,5% rispetto ai livelli del 1990 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare). Essendo il livello delle emissioni italiane del 1990 pari a 519,5 MtCO₂, il target per il nostro Paese è pari a 485,7 MtCO₂. In base al report 2009 della Commissione Europea, nel 2007 le emissioni italiane raggiungevano un livello di 552,8 MtCO₂, con un incremento rispetto al 1990 pari del 6,9%. Ciò significa che fino al 2012 l'impegno sarebbe stato di ridurre le emissioni del 13,4%, per una quantità annuale pari a circa 69 MtCO₂.

È interessante evidenziare il ruolo che il governo italiano ha affidato al settore forestale nella strategia nazionale di contenimento delle emissioni di gas di serra. Come la maggior parte dei Paesi occidentali, l'Italia ha optato per non rendicontare le attività agricole nel primo periodo di attuazione, nelle proprie politiche climatiche. All'Italia è stato concesso un limite di rendicontabilità per le misure di gestione forestale in termini relativi molto elevato: 10,2 MtCO₂ equivalenti per anno, pari a 2,78 Mt di carbonio.

Tenuto conto degli impegni assunti dal nostro Paese in ambito internazionale negli ultimi anni è stato avviato un profondo processo di rinnovamento del sistema delle statistiche nazionali per il settore forestale. Con il nuovo Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali del Carbonio (INFC, 2005) si sono, infatti, poste le basi per un riassetto delle informazioni relative alle caratteristiche delle risorse forestali, sanando così in parte una reale situazione di deficit informativi. La sua stessa rinnovata denominazione, Inventario Nazionale Forestale e dei serbatoi forestali di Car-

⁷ Inea (Istituto Nazionale di Economia Agraria) (2010), *Gli Accordi volontari per la compensazione della CO₂ in Italia. Indagine conoscitiva per il settore forestale*, Roma



bonio (INFC), sta ad indicare la volontà di soddisfare le esigenze di informazioni necessarie per l'adempimento degli impegni presi a livello internazionale⁸.

A differenza che in passato, il nuovo inventario ha tra i suoi scopi principali, non solo la mera acquisizione di dati riferiti alla produzione del bosco (descrizione della stazione, massa legnosa, assortimenti commerciali ritraibili, ritmi di accrescimento degli alberi), ma prende in considerazione anche tutta una nuova serie di parametri quali lo stato fitosanitario del bosco, la sua importanza dal punto di vista naturalistico, l'aspetto di protezione e di sviluppo della fauna selvatica, la funzione turistico-ricreativa e ultima, ma non per importanza, la funzione di assorbimento e immagazzinamento del carbonio atmosferico.

Importante è la realizzazione del Registro Nazionale dei Serbatoi di carbonio Agro-forestali uno strumento deputato alla contabilità dell'assorbimento del carbonio generato dalle attività definite negli articoli 3.3 e 3.4 del Protocollo. Nello specifico, come da Decreto ministeriale, il Registro ha il compito di:

- quantificare, in conformità con le decisioni adottate nell'ambito della Convenzione UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) e in accordo con le linee guida e buone pratiche fornite dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), l'assorbimento di carbonio generato dalla superficie nazionale, in conseguenza di attività di uso del suolo, cambiamenti di uso del suolo e attività forestali;
- certificare l'assorbimento di carbonio ai fini della riduzione del bilancio netto nazionale delle emissioni di gas a effetto serra.

Il Registro è composto da 4 strumenti tecnici tra loro coordinati, in grado di fornire tutte le informazioni necessarie per la compilazione delle tabelle di *reporting* e *accounting* previste dal Protocollo di Kyoto. Essi prevedono l'inventario degli usi del suolo in Italia in diverse annualità per l'individuazione delle superfici soggette a cambiamento di uso da e verso foresta, la quantificazione del carbonio stoccato negli ecosistemi forestali, il censimento degli incendi forestali e l'inventario delle emissioni da incendi forestali. Il Ministero dell'Ambiente è responsabile della realizzazione, della tenuta e della gestione

⁸ Il compito di progettare e attuare il nuovo Inventario è stato affidato al Corpo forestale dello Stato (CFS) che si è avvalso della consulenza tecnica dell'Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale del Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura (CRA-MPF). Il Corpo forestale dello Stato inoltre mantiene le relazioni internazionali con l'Ue e le Nazioni Unite in tema di statistiche forestali e predisporre i più importanti rapporti informativi del settore

del Registro, nonché delle attività di archiviazione e implementazione delle sue banche dati, avvalendosi, per l'espletamento di attività aventi carattere coordinato e strumentale, dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (Ispra) e del Corpo Forestale dello Stato (Cfs).

La Commissione Europea ha approvato il 20 settembre 2013 la Strategia Ue per le foreste il cui obiettivo è stato quello di evidenziare l'importanza delle foreste non solo per lo sviluppo rurale, ma anche per l'ambiente e la biodiversità, per le industrie forestali, la bioenergia e la lotta contro i cambiamenti climatici. Nella comunicazione al Parlamento e al Consiglio Ue 20 settembre 2013, la Commissione risponde alle nuove sfide che attendono le foreste, che occupano il 40% della superficie della Ue, nell'ottica di una gestione sostenibile che affronti la catena di valore delle foreste, cioè l'utilizzo delle risorse forestali per la produzione di beni e servizi. Bene da tutelare ma anche risorsa che può portare occupazione e ricchezza nelle aree rurali. La nuova strategia forestale della Ue richiede la forte collaborazione degli Stati membri chiamati a implementarla nelle proprie norme nazionali.

Il bosco come risorsa: la multifunzionalità delle foreste

Le foreste e il cambiamento climatico

Le foreste costituiscono un anello essenziale nel ciclo globale del carbonio perché sono in grado di eliminare la CO₂ dall'atmosfera e di stoccarla nella loro biomassa e nel suolo; in tal modo fungono da serbatoi. Crescendo, inoltre, si contrappongono all'aumento delle concentrazioni di gas serra in atmosfera. Per contro il degrado delle foreste e/o la conversione ad altri usi del suolo possono provocare notevoli emissioni di gas serra legate agli incendi, alla decomposizione della biomassa e/o alla mineralizzazione della materia organica del suolo: tutti questi fattori fanno sì che le foreste diventino una fonte di CO₂.

Gli Inventari Nazionali delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio (INFC) rappresentano la più importante fonte di dati utilizzata per stimare se una foresta assorbe o emette CO₂. Per ora dagli INFC risulta che l'incremento delle foreste nell'Ue è superiore agli abbattimenti: ciò significa che le foreste dell'Ue accumulano carbonio e che pertanto il terreno forestato per ora funge da serbatoio di assorbimento netto del carbonio ed elimina circa 0,5 Gt di CO₂/anno rispetto ad un'emissione di gas serra di origine industriale nell'Ue-27 pari a 5 Gt di CO₂ equivalenti

te/anno. Gli effetti cumulativi dei cambiamenti climatici (come la maggiore frequenza e intensità delle perturbazioni meteorologiche), la prevalenza di popolamenti più vecchi e l'eventuale aumento non previsto della raccolta di legname possono, tuttavia, avere ripercussioni su tale capacità di assorbimento.

In questo contesto è importante che le foreste possano fornire materiali rinnovabili ed energia da utilizzare in sostituzione di prodotti e fonti energetiche a maggiore intensità di carbonio. Tanto maggiore sarà il quantitativo di carbonio conservato nel legno dei popolamenti e nei prodotti del legno e minore il ricorso ai combustibili fossili, tanto più diminuirà la concentrazione di gas serra in atmosfera.

Nel lungo termine l'applicazione di una strategia di gestione sostenibile delle foreste che punti a mantenere o far aumentare le riserve di carbonio presenti nelle foreste e a generare contemporaneamente una resa annua sostenuta di legname, fibre o energia, dovrebbe apportare il maggior beneficio in termini di mitigazione prolungata.

La funzione svolta dagli ecosistemi forestali nella lotta ai cambiamenti climatici globali in corso è ampiamente riconosciuta in ambito scientifico e politico, dal pubblico e dai media. Il ruolo delle foreste per il ciclo del carbonio (C) e per l'effetto serra, dipendono da una serie di motivi che è possibile sintetizzare come segue:

1. Le foreste sono il principale deposito terrestre di C atmosferico;
2. La massa di C immagazzinata in una foresta dipende da una serie multipla di fattori, tra cui l'età e la produttività, a sua volta condizionata dalle caratteristiche fisiografiche. Un ettaro di foresta può contenere da poche decine fino a diverse centinaia di tonnellate di C (tC/ha).
3. Le foreste si estendono su quasi 4 miliardi di ettari;
4. Secondo la Fao (Food and Agriculture Organization), circa il 25% delle terre emerse del pianeta è coperta da foreste. Da ciò deriva che i biomi forestali globali stivano un'enorme massa di carbonio. L'Ipcc ha stimato che al 2005 il contenuto di C nelle foreste fosse pari a 638.100 miliardi di tonnellate (Gt), una quantità superiore a quella distribuita nell'intera atmosfera;
5. Le foreste scambiano grandi masse di C con l'atmosfera. Ciò avviene attraverso l'assorbimento di CO₂ legato alla fotosintesi clorofilliana e il rilascio di CO₂ e altri gas serra diversi dalla CO₂ (metano, ossido di carbonio e ossidi di azoto), con la respirazione delle

piante e del suolo e i vari tipi di perturbazione cui sono soggette (incendi, uragani, attacchi di patogeni e parassiti, pascolo, prelievi legnosi e interventi selvicolturali quali diradamenti e potature);

6. Le foreste agiscono come *carbon sink* quando il bilancio netto tra CO₂ assorbita ed emessa in atmosfera è positivo. Ciò avviene, per esempio, quando una piantagione appena realizzata si afferma e si accresce o ricresce dopo una perturbazione.

Le forme di utilizzo e gestione forestale che consentono di aumentare temporaneamente le quantità fissate di CO₂ e offrire validi strumenti di mitigazione all'effetto serra, sia sul lato della riduzione delle fonti di emissione di gas serra, sia sul lato dell'aumento degli stock di carbonio, possono essere raggruppate in quattro categorie:

1. Tutela delle superfici forestali e loro espansione, attraverso il contenimento della deforestazione e la realizzazione di nuove foreste o piantagioni arboree (*afforestation and reforestation*);
2. Mantenimento o aumento della densità a scala stazionale della biomassa (e del carbonio), attraverso l'allungamento dei turni forestali, la difesa antincendio, gli interventi di contenimento dei danni biotici (insetti, patogeni) e abiotici (agenti meteo-climatici), infittimenti;
3. Produzione di materiali ad accumulo di carbonio: legname con lungo ciclo di vita da utilizzare in sostituzione di cemento, materiali sintetici, acciai;
4. Produzione di energia rinnovabile da legno con effetti sostitutivi delle fonti fossili e conseguente evitata emissione di nuova CO₂ in atmosfera.

Le stime più recenti rivalutano significativamente la capacità di fissazione delle foreste tropicali rispetto a quelle dell'Emisfero Nord e indicano che le foreste in ambiente tropicale possono essere considerate *sink* di carbonio anche tenendo in conto le emissioni dovute ai processi di cambio di uso del suolo che li hanno luogo. Alcune forme di utilizzo dei terreni agricoli e forestali potrebbero consentire sempre più nel futuro di aumentare le quantità temporaneamente fissate di CO₂. L'attuale capacità di fissazione è collegata all'evoluzione del settore e, quindi, alle politiche agro-forestali e di sviluppo rurale, a quelle energetiche e climatiche che influiscono sulle modalità di gestione dei terreni, così come alle capacità di reazione spontanea del settore al processo stesso del cambiamento climatico.



Tutela idrogeologica e ambientale

Le foreste giocano un significativo ruolo di protezione, sia per la prevenzione dell'erosione e perdita di suolo, sia per la protezione della risorsa di acqua potabile. Assumono un elevato valore rispetto alla risorsa idrica, in quanto, rappresentano la fonte preferita per la produzione, lo stoccaggio e la captazione di acqua potabile necessaria per i fabbisogni delle popolazioni. La disponibilità e la qualità dell'acqua sono caratteristiche fortemente influenzate dalle foreste e quindi dipendono da una corretta gestione forestale.

Il ruolo della selvicoltura nella protezione delle risorse idriche oggi deve essere inquadrato nel panorama più ampio della sostenibilità della gestione forestale, finalizzata a mantenere e a esaltare l'efficacia dei sistemi forestali sulla regimazione idrica, a migliorare la disponibilità idrica e a non alterare i processi che influenzano la qualità delle acque, a contrastare i fenomeni di degrado e i processi di erosione del suolo che rappresentano i sintomi più significativi della desertificazione. Il cambiamento climatico sta alterando il ruolo delle foreste nella regolazione dei flussi idrici e sta influenzando la disponibilità della risorsa idrica. Il ruolo delle foreste e delle tecniche selvicolturali da sviluppare per un'appropriata considerazione dei rapporti tra foreste e regolazione del ciclo dell'acqua, riguarda, oltre al ruolo della selvicoltura nelle sistemazioni dei bacini montani e nella conservazione del suolo, anche la tutela degli acquiferi per i servizi di fornitura idrica connessi alla presenza e alla corretta gestione di aree di captazione coperte da vegetazione arborea e boschiva e i rapporti con processi e impatti tipici dei *pattern* conosciuti a livello globale quale cause di degrado, come la deforestazione e la desertificazione.

L'evapotraspirazione svolta da tutti i vegetali è all'origine di circa i 2/3 dei trasferimenti complessivi di acqua dalla superficie terrestre all'aria. Le foreste conservano, ma anche emettono tramite evaporazione, ingenti quantitativi di acqua e in questo modo integrano il flusso di umidità oceanica che circola nell'entroterra. Le foreste svolgono pertanto una funzione importante per la circolazione atmosferica e nel ciclo dell'acqua sulla terraferma e possono anche contribuire a mitigare i problemi legati al clima regionale, alla desertificazione, alla sicurezza dell'approvvigionamento idrico.

La deforestazione ha un'incidenza diretta sui venti e sui fenomeni meteorologici a livello mondiale e locale perché viene modificato il ciclo dell'acqua; in alcune zone aride, tuttavia, le foreste possono far aumentare la scarsità idrica perché comportano un'eva-

potraspirazione superiore ad altri tipi di vegetazione.

Le foreste agiscono con azioni di tipo meccanico e biologico riassumibili in: evapotraspirazione, intercettazione delle precipitazioni, attutimento dell'azione battente al suolo, rallentamento del deflusso, filtrazione, arricchimento, riduzione dell'evaporazione del suolo, miglioramento delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche del suolo e riveste un ruolo chiave nel bilancio idrico di qualsiasi unità territoriale. L'erosione idrica è il più rilevante sistema di degradazione del suolo. Nonostante negli ultimi decenni la copertura forestale del nostro Paese sia aumentata, migliorando la difesa del suolo dall'aggressività climatica, permangono molte situazioni, soprattutto nell'Italia centro meridionale, dove a una scarsa copertura vegetale corrisponde un eccessivo sfruttamento dei pascoli. Un altro ben noto indice di aggravamento del rischio di erosione del suolo è rappresentato dagli incendi forestali: l'aumento della loro frequenza negli ultimi decenni provoca rilevanti conseguenze sul tasso di erosione, sulla diminuzione della biodiversità e sulle proprietà fisiche e chimiche del suolo, quali la perdita di nutrienti e la riduzione di permeabilità.

Biodiversità

Le foreste sono una componente essenziale dell'ambiente naturale europeo e ospitano il più vasto numero di vertebrati del continente. La conservazione della biodiversità (dalla genetica fino al paesaggio) migliora la resilienza delle foreste e la loro capacità di adattamento. I tipi di habitat boschivi e forestali designati come siti Natura 2000 ricoprono oltre 14 milioni di ettari, cioè quasi il 20% dell'intera rete terrestre Natura 2000.

Le foreste hanno fornito molte delle piante coltivate, dei frutti selvatici e dei farmaci oggi in uso e dovrebbero continuare a svolgere tale funzione anche per le generazioni a venire. Il recente monitoraggio della biodiversità nelle foreste condotto a livello dell'Ue ha fornito un parametro di riferimento con informazioni armonizzate e comparabili sulla ricchezza delle specie arboree, la struttura dei popolamenti, i tipi di foreste, il legno morto e la vegetazione del terreno.

Occorre tuttavia ricordare che la biodiversità nel suo complesso non dipende solo dalle specie arboree ma anche dalla struttura dei popolamenti e dalle condizioni di luce che ne derivano.

Una gestione attiva delle foreste può creare strutture di habitat più diversificate, riproducendo le perturbazioni naturali, che a loro volta possono favorire una maggiore diversità delle specie rispetto

a quanto avverrebbe in assenza di gestione.

Secondo la recente valutazione della Commissione Europea sullo stato di conservazione dei tipi di habitat e specie più vulnerabili richiesta a norma della direttiva sugli habitat, le formazioni erbose, le zone umide e gli habitat costieri sono quelli sottoposti a maggiori pressioni, mentre un terzo degli habitat forestali di interesse comunitario si trova in uno stato di conservazione soddisfacente. La situazione descritta è tuttavia abbastanza diversificata a livello regionale e non emergono tendenze generali.

Il recente monitoraggio della biodiversità nelle foreste condotto a livello dell'Ue ha fornito un parametro di riferimento con informazioni armonizzate e comparabili sulla ricchezza delle specie arboree, la struttura dei popolamenti, i tipi di foreste, il legno morto e la vegetazione del terreno.

Gli ecosistemi forestali comprendono gli ecosistemi terrestri più dotati di biomasse e di maggiore complessità strutturale e funzionale, in grado di costituire habitat primari per un elevato numero di specie e di contribuire al ciclo vitale di molte altre specie grazie all'interazione funzionale con altri ecosistemi. Le foreste rappresentano il sistema naturale a più alto contenuto di diversità essendo sistemi biologici complessi e adattativi. L'alto tasso di deforestazione, il degrado e la perdita di foreste primarie minacciano la biodiversità forestale. Tuttavia, in molti paesi, si è potuto registrare una tendenza positiva nella conservazione della diversità biologica forestale, attraverso la designazione di nuove aree forestali preposte alla conservazione della biodiversità. Altre minacce alla biodiversità forestale, che in alcuni paesi stanno provocando gravi danni, provengono da una gestione forestale insostenibile, dal cambiamento climatico, dagli incendi boschivi, dalle infestazioni di insetti e parassiti, dalle malattie, dai disastri naturali e dalla diffusione di specie invasive. Oggi il 12% delle foreste del pianeta (oltre 460 milioni di ettari) è designato specificatamente alla conservazione della diversità biologica. Le aree protette formalmente istituite come parchi nazionali, riserve di caccia ed aree naturali protette, coprono, in molti paesi, più del 10 per cento dell'area forestale nazionale.

In Italia, per ciò che concerne la conservazione della biodiversità, si osserva una drammatica riduzione della diversità di ambienti dovuta all'abbandono del territorio agroforestale, alla cementificazione spinta e alla semplificazione del mosaico paesaggistico, con generale omogeneizzazione del territorio e riduzione delle fasce ecotonali. Questa perdita di diversità è stata stimata in circa il 70% in aree di studio situate in Toscana, ma il fenomeno è tipico di gran parte delle zone montane e collinari, dove

il bosco è in continua crescita, mentre in pianura l'estendersi delle monocolture rappresenta il principale fattore di riduzione della diversità.

Le politiche internazionali, europee e nazionali indicano che i principi base della selvicoltura devono essere la multifunzionalità e la gestione sostenibile, ecosistemica, che appare sempre più legata proprio alla conservazione della biodiversità, azione in grado di aumentare la resistenza e la resilienza degli ecosistemi forestali di fronte ai cambiamenti climatici, specie nelle aree mediterranee, più soggette ai rischi di desertificazione. La conservazione della biodiversità costituisce quindi oggi un obiettivo centrale della selvicoltura perché presupposto per la conservazione sia delle capacità produttive sia delle funzioni ambientali di difesa idrogeologica e di altra natura. La conservazione della biodiversità forestale è un complesso di azioni destinate a conservare la diversità biologica ai diversi livelli di riferimento indicati dall'articolo 2 della Convenzione internazionale sulla diversità biologica (CBD), cioè ecosistemi, specie e patrimonio genetico delle specie, comprese le interazioni all'interno e tra i livelli. In particolare la conservazione della biodiversità forestale comprende:

- La conservazione della diversità ecosistemica, cioè del mosaico delle biocenosi legate da rapporti dinamici o di sola contiguità a livello di area vasta e di paesaggio;
- La conservazione della diversità di specie (piante, animali, funghi, microrganismi) che compongono la struttura degli ecosistemi;
- La conservazione della diversità biologica intraspecifica a livello di sottospecie, razze o varietà, ma anche di ecotipi e popolazioni.

La conservazione della biodiversità forestale può comunque realizzarsi con azioni *in situ* ed *ex situ*:

Azioni *in situ* sono, ad esempio:

- La prevenzione dell'azione distruttiva degli incendi, pur ricordando che l'uso del fuoco controllato può essere utile per mirate azioni di conservazione e gestione di particolari habitat;
- L'adozione di criteri per la gestione selvicolturale che siano in grado di sostenere la diversità ecosistemica a scala di area vasta ma anche di mitigare l'impatto delle attività di prelievo delle biomasse sui singoli ecosistemi e microhabitat;
- La prevenzione, con tecniche naturali, di invasioni epidemiche di parassiti;
- La rinaturalizzazione di foreste di origine artificiale;
- L'adozione di criteri e di azioni di salvaguardia per evitare indesiderate espansioni di spe-



cie esotiche impiegate per la produzione di biomasse e per la realizzazione di impianti per arboricoltura da legno o ornamentali.

Azioni *ex situ* sono le attività di conservazione e riproduzione del germoplasma, correlate alle azioni *in situ* sia di conservazione dei siti di approvvigionamento sia di impiego mirato per le attività di imboschimento e rimboschimento.

La struttura e la funzionalità degli ecosistemi forestali è condizionata quasi sempre da fattori di disturbo, o perturbazioni, di origine naturale o antropica, che interagiscono con i processi naturali di evoluzione; si tratta principalmente di incendi, di tempeste e altri fenomeni meteorici estremi, di frane e altri fenomeni erosivi, di invasioni epidemiche di parassiti, del prelievo di biomasse con l'attività selvicolturale e con il pascolo, dell'introduzione di specie vegetali e animali estranee all'ecosistema o in grado di incidere sui naturali rapporti tra le popolazioni sostenute dall'ecosistema.

La necromassa forestale

Per necromassa si intende tutto il materiale morto e in diverso grado di decomposizione presente all'interno dell'ecosistema forestale. La necromassa ha composizione diversa a seconda del tipo di ecosistema forestale considerato. La necromassa di un castagneto avrà caratteristiche fisico-chimiche e biologiche abbastanza differenti da quella, ad esempio, presente sotto una abetaia. Il significato e l'importanza sociale, ambientale ed ecologica della necromassa, a prescindere dalle sue caratteristiche, è tuttavia legata alla salute dell'ecosistema forestale e alla sua capacità di prestare servizi ecosistemici e all'utilizzo che l'uomo ne fa in termini di risorse primarie, di spazi ludici e ricreativi.

I soprassuoli boschivi sono formati da alberi e parti di alberi – rami e foglie - secchi e marcescenti. Nella gestione dei boschi, spesso la necromassa viene allontanata dal bosco per vari motivi: fitosanitari, per mantenere in una condizione generale di buona salute il popolamento forestale; economici, con il prelievo di alberi destinati a morire per selezione naturale, per preservare il valore economico del legno; di sicurezza, soprattutto dove gli incendi sono frequenti, in quanto il materiale legnoso può essere altamente combustibile. Ancora, dove il bosco ha una importanza turistica e ricreativa, la sicurezza, che è legata al transito sui percorsi più frequentati, richiede l'eliminazione di piante pericolanti o che, intralciando il sentiero, possono procurare cadute pericolose.

La necromassa, tuttavia, è una componente

fondamentale del bosco. La sua seppur parziale asportazione provoca dei danni che possono, nel tempo, influire sullo stato di salute dell'ecosistema, sulla sopravvivenza degli organismi che in essa vivono e sulle funzioni a essa collegate. Peraltro, nel medesimo tempo, si assiste in molte aree dell'arco alpino e della montagna appenninica al fenomeno dell'abbandono del bosco a seguito di mutamenti del tessuto sociale ed economico che rendono la sua coltivazione meno redditizia rispetto ad un tempo. La conseguenza è che in tali aree si assiste invece a un accumulo, talvolta anche elevato, di biomassa morta destinata a rimanere in bosco. Se in linea generale tale fatto non comporta conseguenze negative per la salute degli ecosistemi forestali, possono tuttavia nascere problemi di natura sanitaria, come pullulazioni di insetti, particolarmente nel caso di formazioni semplificate di resinose di origine artificiale, o pericolo di incendi dato dall'accumulo di combustibile al suolo⁹.

La quantità di necromassa presente in ambiente boschivo dipende innanzi tutto dalla tipologia e dall'età della formazione considerata e poi anche dalla latitudine e dall'altitudine a cui si trova la foresta. I dati dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC) del 2005 riportano che le foreste italiane presentano una quantità di necromassa pari a circa 8,7 metri cubi per ettaro, corrispondenti a un valore medio di 4,9 tonnellate per ettaro. In generale, i boschi giovani presentano una quantità abbastanza scarsa di necromassa, dallo 0 al 10% del materiale vegetale presente. Questa percentuale sale dal 10 al 15% di necromassa rispetto al volume totale nei boschi nella fase ottimale di crescita, per raggiungere poi una percentuale che varia dal 25 al 30% nei boschi vecchi. In generale la necromassa mostra di essere più alta nelle formazioni miste montane, dove i volumi di biomassa viva sono maggiori. Le quantità minori di necromassa si riscontrano invece nei boschi umidi di latifoglie. La necromassa nei boschi terminali, restando per periodi più o meno lunghi sul terreno in relazione alla diversa velocità di decomposizione, non solo mantiene sul posto una continuità di *habitat* legati ai popolamenti maturi, ma rappresenta, per tutte le specie ad essi legate, il tessuto connettivo tra i popolamenti vecchi e i popolamenti giovani, facilitandone gli spostamenti e la migrazione.

La necromassa ha anche un'importanza vitale in generale per la biodiversità ospitata dal bosco. La decomposizione degli elementi vegetali, favo-

⁹ Wolynski A., (2001), *Significato della necromassa legnosa in bosco in un'ottica di gestione forestale sostenibile*, Sherwood 67:5-12. http://www.prosilva.it/files/documenti/Sherwood_67_Necromassa.pdf

rita dalla presenza di funghi e di microrganismi saprofiti e decompositori, rende nuovamente disponibili le sostanze nutritive contenute nei residui legnosi, rendendo il suolo più fertile. La fauna e la microfauna che vive in ambito forestale, inoltre, trae dalla necromassa cibo e occasioni di riparo e di nidificazione. Una gestione attenta e sostenibile del bosco, quindi, deve tener presenti tutti gli elementi sopra citati, e arrivare alla definizione di quanto materiale legnoso lasciare sul suolo forestale, a seconda della tipologia di bosco, per andare incontro alle necessità di conservazione e incremento della biodiversità.

Quanto detto vale soprattutto per le aree forestali situate nelle zone sottoposte a protezione. Partendo dall'assunto che le aree protette¹⁰ sono quelle nelle quali l'impatto delle attività umane è ridotto o addirittura assente, come nelle zone A di protezione integrale nei parchi e nelle riserve è pur vero che gli impatti umani arrivano anche lì dove non vengono materialmente prodotti. Se allora è corretto dire che una riserva a protezione integrale non deve in alcun modo essere gestita, è vero che esistono molte aree a protezione minore, caratterizzate dalla presenza di boschi. La gestione del bosco sulle nostre montagne ha non solo modificato gli ecosistemi ma creato anche, nel tempo, un paesaggio caratteristico che è divenuto parte della nostra biodiversità culturale. Questi paesaggi culturali sono oggi a rischio, proprio a causa dell'abbandono delle attività silvo-pastorali, soprattutto nelle aree montane. Nelle stesse aree destinate alla protezione della natura si assiste talvolta a situazioni paradossali. Da un lato vengono interrotti i tagli sulle piante ancora vive, spesso in soprassuoli largamente alterati nel passato nella loro composizione e struttura, ottenendo come risultato dei popolamenti estremamente densi, instabili, privi di sottobosco e di vita; dall'altro lato viene mantenuto come unico intervento la raccolta di tutte le piante secche o schiantate, cioè proprio di quella componente che costituisce l'*habitat* di innumerevoli specie animali e vegetali e che invece è spesso carente¹¹.

È importante quindi che, anche nelle aree protette, la pianificazione degli interventi di gestione della necromassa segua un criterio di sostenibilità e di opportunità, guardando non solo al dato quantitativo ma anche a quello qualitativo, valutando l'importanza del legno morto dal punto di vista ecologico-funzionale.

¹⁰ In Italia le foreste situate in aree naturali protette statali, regionali o locali, oppure in aree sottoposte a tutela per accordi o iniziative internazionali (aree Ramsar, siti Natura 2000), ammontano complessivamente al 27,5% della superficie forestale nazionale (INFC, 2005)

¹¹ Wolynski A., (2001), op. cit.

Le zone fitoclimatiche italiane e il loro ruolo nella gestione forestale

Nell'ottica di un più attento inquadramento del valore delle molteplici risorse offerte dal bosco è fondamentale considerare che, sia a livello mondiale, sia a livello nazionale, non esiste un'unica categoria di bosco, bensì una serie di diverse tipologie forestali, ognuna caratterizzata dalle proprie peculiarità e tipica delle diverse zone climatiche nelle quali si è evoluta. A livello mondiale i differenti tipi di vegetazione prevalente su una certa porzione di terra emersa designano quelli che i biologi chiamano *biomi*, aree con un contenuto e una tipizzazione di biodiversità quanto mai diversificato: si va dalle foreste di conifere della taiga alle foreste pluviali, dalla macchia mediterranea alle foreste temperate, solo per citarne alcuni.

A livello nazionale, ovviamente, la variabilità forestale risulta molto più contenuta: la diversificazione dei climi e dei suoli italiani, tuttavia, associata alla millenaria azione dell'uomo nel modellamento del paesaggio agroforestale, rende piuttosto articolata la distribuzione vegetazionale del nostro Paese.

Un primo fattore che favorisce la complessità di quest'ultima deriva dalla stessa collocazione geografica della penisola italiana all'interno del bacino del Mediterraneo: la centralità della nostra penisola, infatti, ha favorito l'instaurarsi, nel corso degli ultimi milioni di anni, di una flora estremamente varia e ricca di specie, che riflette quasi interamente l'intera variabilità riscontrabile a livello europeo: alcune specie forestali, come l'abete rosso (*Picea abies*), largamente presente su tutto l'arco alpino, risultano diffuse prevalentemente nel centro-nord dell'Europa, mentre altre, come il leccio (*Quercus ilex*), una delle nostre più comuni querce sempreverdi, hanno una distribuzione prevalentemente circummediterranea. Talune specie, come la sughera (*Quercus suber*), sono tipiche del Mediterraneo sud-occidentale, mentre altre, come il cerro (*Quercus cerris*), sono invece tipiche del Mediterraneo sud-orientale. L'orografia del nostro Paese, poi, unitamente alla sua varietà geomorfologica e al suo accentuato sviluppo in senso nord-sud, determina una diversificazione climatica tale da selezionare diverse zone fitoclimatiche, ovvero macroaree forestali composte da *specie omogenee* per quanto riguarda le esigenze legate alle temperature medie annue e alla piovosità.

Lo schema di classificazione più utilizzato in Italia è il modello elaborato da Aldo Pavari nel 1916, successivamente integrato da Alessandro De Philippis¹² nel 1937: il territorio nazionale risulta suddivi-

¹² Sull'opera di De Philippis vedi, tra l'altro, <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0186-0001>



so in cinque zone, ciascuna associata al nome di una specie vegetale rappresentativa. Il modello, pur non esaurendo la complessità dei paesaggi forestali italiani, ha il pregio di offrire una visione sintetica della distribuzione dei paesaggi per grandi categorie, che ne sintetizzano gli aspetti salienti.

La prima zona, il *Lauretum*, che prende nome dall'alloro, comprende quasi metà del territorio italiano, dalle aree costiere fino a 800-900 m s.l.m. nelle zone meridionali e insulari d'Italia, scendendo a quote di 300-400 m s.l.m. nell'Italia centrale: il *Lauretum*, suddiviso a sua volta in una sottozona fredda e in una sottozona calda, comprende la macchia mediterranea, con il suo corredo di specie arbustive termo-xerofile, cioè adattate a climi caldi e secchi, e alcune delle specie forestali più rappresentative del nostro Paese, dai già citati leccio e sughera, ai cosiddetti pini mediterranei, pino domestico (*Pinus pinea*), pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) e pino marittimo (*Pinus pinaster*).

La successiva zona fitoclimatica, il *Castanetum*, che trae il proprio nome dal castagno (*Castanea sativa*), si estende per circa il 30% del territorio nazionale, interessando tutta la fascia pedemontana dell'Italia meridionale e centrale, nonché le zone di pianura e di media collina dell'Italia settentrionale. In questa sottozona dominano, oltre al già citato castagno e a una numerosissima coorte di specie decidue mediamente resistenti al freddo, le querce caducifoglie, come il cerro e la roverella (*Quercus pubescens*).

Al di sopra del *Castanetum* è presente la zona del *Fagetum*, diffusa tra 1.000 m sino quasi a 2.000 m s.l.m. nel centro e nel sud dell'Italia, tra 800 m e 1.200 m s.l.m. nel nord della penisola. Questa zona trae il proprio nome dal faggio (*Fagus sylvatica*), la specie forestale più comune in Italia, con circa novecentomila ettari di boschi puri o consociati all'abete bianco (*Abies alba*).

Il *Picetum* è la zona fitoclimatica tipica della montagna alpina, tra i 1.200 m e i 2.000 m s.l.m. In corrispondenza delle quote più basse, il *Picetum* è caratterizzato dalla presenza dell'abete rosso, che dà il nome alla zona, del pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e dell'abete bianco, mentre nelle quote più elevate, fino ai limiti della vegetazione arborea, le formazioni forestali più tipiche sono quelle legate al larice (*Larix decidua*) e al pino cembro (*Pinus cembra*).

Al di sopra del *Picetum*, troviamo *Alpinetum* fino al limite delle nevi perenni. Il paesaggio è dominato da varie formazioni pascolive e arbustive, tra cui le brughiere a mirtillo (*Vaccinium*) e a rododendro (*Rhododendron*), nonché dalla presenza del pino mugo (*Pinus mugo*). Questa zona è così chiamata perché presente solo in corrispondenza delle più elevate quote delle Alpi.

Conoscere le zone fitoclimatiche italiane può sembrare un mero fatto accademico ma non è così: ogni fascia vegetazionale presenta, infatti, proprie caratteristiche, con fattori limitanti specifici e con una lunga storia di coevoluzione climatica e paesaggistica alle proprie spalle. In passato sono state frequentemente eseguite opere di rimboscimento con specie estranee al contesto nel quale si è deciso di inserirle, non tenendo conto delle rispettive esigenze e attitudini; ogni intervento di rinaturalizzazione e/o di riqualificazione del paesaggio, invece, deve necessariamente essere condotto utilizzando le specie forestali più idonee e tenendo sempre ben presente il loro temperamento. Le fasce fitoclimatiche possono rappresentare un aiuto molto efficace per una comprensione sintetica dell'enorme complessità delle foreste italiane e per un'ottimizzazione delle risorse legate alla loro gestione: mettere a dimora le piante giuste nel contesto giusto, infatti, non permette soltanto di salvaguardare l'ambiente e la biodiversità locale, ma anche di risparmiare moltissime energie, sia in termini economici, sia di risorse umane e di mezzi, al momento della messa a dimora e della necessaria manutenzione dell'opera realizzata, sia essa un bosco (di protezione, produzione), un parco pubblico o un viale alberato. Collocare le specie forestali all'interno delle fasce fitoclimatiche corrette garantisce un migliore attecchimento dell'impianto e un'efficace resistenza dello stesso alle locali avversità climatiche e patologiche (funghi, insetti), con conseguenti risparmi in termini di cure colturali e trattamenti fitosanitari.

Entità e caratteristiche quantitative dei boschi italiani

Nel paragrafo precedente abbiamo descritto le principali zone fitoclimatiche italiane, nel tentativo di illustrare la complessità qualitativa del patrimonio forestale del nostro Paese. In questo paragrafo cercheremo, fornendo qualche dato numerico e spaziale, di quantificare l'entità dei nostri boschi, individuandone la distribuzione in rapporto ad alcuni parametri significativi, quali per esempio la proprietà e le forme di governo. I dati che prenderemo in considerazione, tra l'altro, forniranno l'occasione per ragionare su alcuni aspetti della gestione forestale italiana.

Se a livello mondiale le foreste occupano poco più del 25% della superficie delle terre emerse, in Italia oltre il 34% del territorio è coperto da boschi, con una diffusione totale pari a circa dieci milioni e mezzo di ettari: tale distribuzione è ovviamente una media tra un valore minimo di copertura, inferiore

al 10%, per la Puglia e la Sicilia, e uno massimo, superiore al 60%, per la Liguria e il Trentino Alto Adige. Circa due terzi dei boschi italiani risultano costituiti da popolamenti a prevalenza di latifoglie, soprattutto faggio e querce caducifoglie. La macchia mediterranea, invece, costituisce da sola circa un ventesimo dell'intera superficie nazionale. Più del 70% della superficie forestale italiana si trova, inoltre, al di sotto dei 1.000 m di quota, con un'accessibilità buona in più dell'80% dei casi.

Confrontando gli attuali valori di copertura forestale con quelli rilevati una ventina d'anni fa, si nota come questa sia aumentata, in un tempo relativamente breve, di quasi due milioni di ettari, di un'area pari alla superficie della Puglia¹³. Sebbene a prima vista ciò possa sembrare un dato incoraggiante, è all'opposto l'espressione di un fenomeno preoccupante e piuttosto diffuso: l'aumento di superficie boscata su scala nazionale è, infatti, il risultato del progressivo abbandono delle aree montane e delle superfici agricole, con un consequenziale effetto di ricolonizzazione da parte della vegetazione potenziale del territorio. Tale ricolonizzazione, tuttavia, avviene in modo incontrollato su delle aree un tempo fortemente antropizzate e ora totalmente dimenticate e lasciate a se stesse. Questo consistente e caotico processo di riforestazione nel breve termine può rappresentare un evento positivo ma richiede un'accurata gestione per evitare danni al nostro territorio nel lungo periodo, causati da un possibile aumento del rischio di incendio boschivo a causa di una maggiore presenza di biomassa forestale densa e, almeno in parte, secca, nonché dall'incremento di probabilità di dissesti idrogeologici dovuti alla trascurata manutenzione di scoline e canalette di drenaggio, oltre che al mancato mantenimento del bosco nelle migliori condizioni possibili per garantirne le funzioni di protezione idrogeologica. I costi preventivi di gestione, in molti casi, sarebbero enormemente più bassi di quelli impiegati per una gestione successiva, emergenziale, di eventuali danni dovuti a dissesti o a incendi. Eppure, in molti casi, la mancata redditività della gestione di certi boschi protettivi ne ha decretato il totale abbandono.

Numericamente, gli alberi presenti sul territorio italiano sono circa dodici miliardi, ossia ci sono duecento alberi per ogni italiano; in termini di biomassa, i nostri boschi constano di circa ottocentotrenta milioni di tonnellate di legno (cento tonnellate per ettaro), pari a un miliardo e duecentosessanta milioni di metri cubi di volume legnoso (centoquarantaquattro metri cubi per ettaro). Il tasso di crescita dei boschi italiani risulta, invece, pari a circa

quarantadue milioni di metri cubi per anno (quattro metri cubi per ettaro e per anno). Tutti i dati riferiti all'ettaro, è necessario precisarlo ancora una volta, sono frutto di una media effettuata su scala nazionale mentre a livello locale tali valori possono variare anche di molto. Conoscere tali parametri riferiti alla scala di pianificazione forestale cui si intende operare è indispensabile per una conduzione razionale ed efficace di un comprensorio boschivo. Misurare quindi il volume legnoso insistente su un ettaro di territorio boscato, la cosiddetta *provvigione* e il tasso di crescita volumetrico annuale del medesimo ettaro di selva, il cosiddetto *incremento*, permette di avere preziose informazioni sullo stato di quella foresta e sulle relative possibilità di utilizzazione, in termini di prelievo di legname medio annuo, da parte dell'uomo. I prelievi, in particolare, definiti con il termine di *ripresa*, dipendono proprio dalla valutazione dell'incremento, rispetto al quale devono essere sempre minori: la gestione di un bosco dovrebbe, indicativamente, tendere a far aumentare progressivamente nel tempo la provvigione. Dopo ogni taglio il bosco deve sempre risultare migliore.

La rinnovazione naturale di un bosco può essere assicurata in due differenti modi, che determinano le cosiddette forme di governo: *fustaia* e *ceduo*. Nel caso della fustaia, la perpetuazione della foresta avviene grazie alla riproduzione sessuale, ossia a mezzo di semi; nel ceduo, invece, la rinnovazione è asessuale, basandosi sulla capacità, posseduta dalle latifoglie, di emettere nuovi germogli, chiamati *polloni*, a seguito di un taglio effettuato alla base del tronco. In Italia le fustaie si estendono per circa quattro milioni di ettari e per due terzi si tratta di boschi di conifere, a prevalenza di abete rosso e larice; il 60% delle fustaie italiane è presente sull'arco alpino. I cedui occupano, invece, oltre tre milioni e seicentomila ettari.

Per quanto attiene alla proprietà, quasi due terzi delle foreste italiane sono di proprietà privata, mentre un terzo circa è di proprietà pubblica; di quest'ultima quota, lo Stato e le Regioni posseggono il 27%, le Province e i Comuni il 73%, gli altri Enti il 5%. Rispetto alla forma di governo, le fustaie sono suddivise al 50% tra pubbliche e private, mentre i cedui sono per due terzi di proprietà privata. I boschi pubblici formano generalmente comprensori molto estesi, superiori ai millecinquecento ettari, mentre la proprietà forestale privata è molto frazionata.

Le ridotte dimensioni della proprietà silvana privata risultano essere una delle cause dell'abbandono dei boschi italiani, soprattutto di quelli posti in situazioni di più difficile accessibilità: un terzo dei boschi italiani non viene di norma utilizzato ed è privo di cure colturali. L'offerta di legname nazionale

¹³ Nel 1985 la superficie boscata nazionale si attestava intorno agli otto milioni e mezzo di ettari (dati Corpo forestale dello Stato)



risulta essere estremamente frammentata, discontinua, disomogenea e inadeguatamente gestita. Come abbiamo già avuto modo di osservare, una possibile soluzione potrebbe essere costituita dalla promozione di forme associate di gestione della proprietà forestale, in grado di generare vantaggiose economie di scala. Potrebbe, inoltre, rivelarsi importante fornire servizi e capitali alle imprese di gestione e movimentazione delle risorse forestali e del legno.

Le fustaie presentano, rispetto ai cedui, alcuni importanti vantaggi legati sia alla produzione di assortimenti legnosi più vantaggiosamente commerciabili, sia al valore complessivo del bosco, comprendente gli aspetti storici, paesistici e culturali, le funzioni ecologiche e ambientali, il ruolo estetico ricreativo, la difesa idrogeologica e la produzione di beni e servizi igienico sanitari. I cedui, in passato sovrautilizzati soprattutto per la produzione di legna da ardere, carbone da legna, frascame e alimentazione verde per il pascolo e gli allevamenti, costituivano una risorsa essenziale delle aziende agrosilvopastorali, ma i tagli ripetuti e il sovrapascolo hanno generato nel tempo fenomeni di degrado del soprassuolo. La continua, frequente ceduzione dei boschi ne ha impoverito il contenuto di biodiversità, semplificandone l'ecosistema, mentre interventi troppo incisivi eseguiti su selve poste in forte pendenza, lasciando temporaneamente scoperto il terreno, hanno causato l'erosione e la perdita di suolo.

Il ceduo, tuttavia, mantiene ancora, in certe realtà, una propria validità ecologica, economica e sociale, e risulta addirittura fondamentale nelle aziende faunistiche venatorie, dove garantisce la presenza di siti d'alimentazione indispensabili per certe specie di selvaggina; molte aziende agrituristiche, inoltre, hanno favorito per la loro attività imprenditoriale la presenza di vaste aree governate a ceduo, caratterizzate da una notevole ricchezza vegetazionale e dai connessi aspetti culturali e paesaggistici; anche il rinnovato interesse per la legna da ardere, promosso dal fiorire di numerosi forni a legna e pizzerie, può essere soddisfatto efficacemente con una fornitura continua e costante di legname, come quella garantita dai cedui; alcuni siti, infine, a causa di una fertilità piuttosto bassa o di una certa superficialità del terreno, risultano più idonei per un governo a ceduo, che per uno a fustaia.

Per tutte queste ragioni è auspicabile, laddove possibile e soprattutto per i boschi di proprietà pubblica, la conversione dei boschi cedui in fustaie, per almeno un terzo degli attuali boschi cedui, in particolare quelli privati. Si può anche ipotizzare di mantenere l'attuale forma di governo a patto di diradare la frequenza del prelievo legnoso e diminu-

ire la pressione del pascolo, promuovendo le cure colturali in vista di un miglioramento generale delle condizioni ecologiche del bosco: il ceduo, infatti, può e deve essere gestito secondo principi di sostenibilità, garantendone la multifunzionalità, la perpetuità e il corretto utilizzo.

La gestione e il taglio dei boschi

La gestione forestale mira ad assicurare la massima resa di un soprassuolo boschivo, garantendo al contempo l'uso sostenibile dello stesso: lo studio e l'applicazione delle tecniche di pianificazione necessarie allo scopo prendono il nome di *assestamento forestale*. L'approccio classico considerava esclusivamente la resa produttiva, affermando che tutti gli altri benefici di un bosco provengono a cascata da questa, e che è sufficiente garantire la prima, per ottenere di conseguenza anche tutti gli altri servizi di una selva. Oggi, alla luce delle nuove conoscenze scientifiche e della nuova sensibilità ambientale, si è più propensi a ritenere vera l'affermazione inversa, ovvero che l'obiettivo primario debba essere quello di garantire tutti gli aspetti della multifunzionalità forestale, proprio a partire dalle funzioni immateriali, poiché la produzione legnosa è la diretta conseguenza dello stato di salute ecologico-ambientale di un bosco.

Da un punto di vista prettamente operativo se in passato si tendeva a trattare il bosco quasi come una particolare coltura agraria, stabilendo con metodi matematici l'entità dei tagli da effettuare periodicamente, sia in termini di superficie (metodi planimetrici), sia di volume di massa legnosa (metodi volumetrici), oggi si tende ad affiancare a tale approccio una serie di metodi più flessibili e in grado di tenere meglio in considerazione le esigenze ecologiche del soprassuolo forestale. Questi ultimi metodi vengono utilizzati per lo più nella gestione delle fustaie. Per almeno un terzo degli attuali boschi cedui, in particolare quelli privati, è ipotizzabile mantenere l'attuale forma di governo a patto di diradare la frequenza del prelievo legnoso e diminuire la pressione del pascolo, promuovendo le cure colturali in vista di un miglioramento generale delle condizioni ecologiche del bosco: anche il ceduo può e deve essere gestito secondo principi di sostenibilità, garantendone la multifunzionalità, la perpetuità e il corretto utilizzo.

Uno dei metodi più interessanti è quello definito del *controllo*, ufficialmente applicato nella provincia autonoma di Trento per le fustaie miste e disetanee, nel quale la massa in taglio non viene né calcolata né prescritta, ma solo stimata a titolo di previsione

in base a considerazioni selvicolturali¹⁴. Utilizzando il bosco in modo continuo, graduale e capillare, cioè sottoponendo al taglio una superficie boschiva estremamente ridotta e controllata (realizzando buche nel soprassuolo dell'ordine di due-cinque piante, per un totale di dieci-venti buche per ettaro), è possibile adattare nel tempo il metodo alle esigenze del soprassuolo, stimando queste ultime con un sempre maggiore grado di approssimazione. L'intensità del taglio, come abbiamo detto, dipende dalle esigenze colturali del bosco, ma deve tenere conto di una provvigione minimale, che varia da duecentocinquanta metri cubi per ettaro nel caso di pinete e di boschi misti di latifoglie, a trecentocinquanta metri cubi per ettaro nel caso di fagete e foreste di abeti.

L'adozione di metodi assestamentali flessibili e naturalistici, abbinata anche a una necessaria pianificazione faunistica, si inserisce molto bene nella gestione di boschi presenti in ambiti protetti, come quelli delle riserve naturali e dei Parchi nazionali e regionali. In questi contesti è ancora più importante osservare attentamente a priori quali siano le condizioni naturali del bosco, in modo da poterne intuire e, eventualmente, guidare, le prospettive evolutive. Nel caso dei boschi italiani, più del 6% del nostro patrimonio forestale ricade all'interno di un Parco regionale, mentre più del 7% risulta ricompreso in un Parco nazionale.

A prescindere dal metodo impiegato ogni gestione forestale è volta alla sostenibilità: nel caso di un soprassuolo boschivo ciò significa garantirne la rinnovazione, in modo da perpetuarne i benefici per le generazioni future. Come si è precedentemente detto, la rinnovazione naturale di un bosco può essere assicurata, a seconda della scelta di governo, in due differenti modi: fustaia e ceduo. Gli interventi con cui tale rinnovazione può raggiungersi prendono il nome di *trattamenti* e rientrano nelle cosiddette tecniche selvicolturali. I trattamenti vengono eseguiti al termine del ciclo colturale di un soprassuolo, definito *turno* e stabilito secondo la maturità concreta del bosco, in dipendenza delle condizioni fisiologiche della foresta (diverse a seconda delle varie specie arboree) e delle esigenze economico-finanziarie. Per dare un'indicazione di larga massima, i turni possono variare, per le fustaie, da settanta-novanta fino a centoventi-centoquaranta anni e, nel caso dei cedui, tra i dieci e i trenta anni. Durante il ciclo colturale sono previsti, inoltre, altri tipi di intervento, volti essenzialmente a ridurre la competizione tra i giovani alberi neo impiantati subito dopo un taglio di rinnovazione, *sfolli*, o a ridurre la densità di un popolamento coetaneo non ancora maturo, *diradamen-*

ti. Gli sfolli e i diradamenti sono interventi costosi e spesso non remunerativi, ma presentano diversi vantaggi: selezionano gli individui più promettenti nella nuova generazione arborea, che reagiranno con un maggiore sviluppo del diametro del fusto e con una maggiore resistenza ai danni meteorici; favoriscono la mescolanza fra più specie; selezionano le piante di forma migliore; eliminano possibili focolai di malattia; ottimizzano la copertura del suolo e la multifunzionalità forestale.

I principali trattamenti delle fustaie sono, classicamente, tre: *taglio raso*, *tagli successivi* e *taglio saltuario*. I primi due vengono prevalentemente impiegati per le fustaie coetanee, il terzo per quelle disetanee. Il taglio raso prevede l'utilizzazione contemporanea di tutto il soprassuolo arboreo posto su una determinata superficie. Per poter assicurare la rinnovazione naturale del bosco, è opportuno seguire alcune semplici regole, come quella di applicare il taglio raso solo alle specie eliofile, che prediligono cioè ambienti luminosi e assolati, come per esempio i pini, escludendolo per le specie poco esigenti di luce, come per esempio il faggio. Un'altra accortezza dovrà essere quella di effettuare tagli di estensione limitata, interessando superfici di circa un ettaro, distanziate nel tempo e nello spazio. In alcuni casi, addirittura, è preferibile adottare un taglio raso a piccoli gruppi, su aree inferiori a mezzo ettaro, che si differenziano a seconda della forma della tagliata in tagli raso a strisce o a buche; ne risulta una struttura disetanea a gruppi, essendo composta da un vero e proprio mosaico di piccoli popolamenti di età diversa. Tra i principali vantaggi del taglio raso c'è quello di essere relativamente semplice da eseguire, rapido ed efficiente, nonché di essere particolarmente adatto, come si è detto, alle specie eliofile; tra gli svantaggi, invece, c'è quello connesso alla creazione di vere e proprie buche all'interno del soprassuolo, che devono essere eseguite con criterio per evitare danni ambientali, quali l'incremento dell'erosione del suolo.

I tagli successivi sono prevalentemente impiegati per le fustaie coetanee di specie poco esigenti di luce; la fustaia matura è rinnovata con gradualità mediante una successione di tagli effettuati a intervalli di tempo e terminati nell'arco di un periodo variabile tra i 10 e i 25 anni. Tra gli svantaggi del metodo, si segnalano una certa laboriosità di esecuzione e un dispendio temporale notevole, con conseguenze negative per il ritorno economico, nonché il rischio di causare danni alle giovani piante in rinnovazione al momento delle successive fasi di esbosco. Tra i vantaggi, tuttavia, c'è quello di mantenere costantemente la copertura del suolo, con vantaggi evidenti sia per gli aspetti idrogeologici, sia per quelli ambientali, estetici e paesaggistici.

¹⁴ Bernetti G., (2005), *Atlante di selvicoltura. Dizionario illustrato di alberi e foreste*. Edagricole



Il taglio saltuario, infine, viene impiegato tendenzialmente per le fustaie poco esigenti di luce; è una forma di trattamento originaria delle Alpi, cui si prestano bene i boschi montani misti di abete rosso, abete bianco e faggio. Ha l'enorme pregio di mantenere un elevatissimo grado di naturalità del bosco, ma si tratta di un trattamento estremamente laborioso, basandosi su tagli con periodicità breve e regolare e necessitando di un costante monitoraggio delle variazioni della provvigione. In quest'ottica, il taglio saltuario è il trattamento per eccellenza del metodo del controllo.

I cedui possono essere trattati in vario modo, ma la tipologia più comune in Italia è quella del *ceduo matricinato* (due terzi di tutti i cedui presenti), che consiste nell'asportazione al termine del turno della maggior parte della massa legnosa in un'unica soluzione, con un rilascio di un certo numero di piante (generalmente, variabile tra le ottanta e le centocinquanta), con lo scopo di assicurare una copertura del suolo e di ottenere una produzione accessoria di legname da lavoro e di garantire una rinnovazione naturale che compensi l'eventuale morte delle ceppaie (le porzioni di fusto che rimangono nel terreno dopo il taglio degli alberi).

Gli incendi boschivi

Secondo la Legge 21 novembre 2000, n. 353, per incendio boschivo si intende un fuoco con suscettività a espandersi su aree boscate, cespugliate o arborate, comprese eventuali strutture e infrastrutture antropizzate poste all'interno delle predette aree, oppure su terreni coltivati o incolti e pascoli limitrofi a dette aree.

Il problema degli incendi boschivi è diffuso in tutto il mondo, dall'Europa mediterranea, agli Stati Uniti d'America, alla Russia. Nelle foreste dell'area del Mediterraneo mediamente ogni anno bruciano da 500.000 a 700.000 ettari di bosco, pari al 1,3-1,7% del patrimonio forestale presente. In Italia dal 1970 al 2010 si sono sviluppati in media circa 9.000 incendi l'anno, che hanno interessato una superficie boscata e non boscata di oltre 90.000 ettari/anno, corrispondenti a circa lo 0,86% delle foreste nazionali. Tali incendi tendono a concentrarsi per l'80% tra luglio e settembre, mentre tendono a localizzarsi in prevalenza nelle zone di media e alta collina delle Regioni Calabria, Campania, Sicilia e Sardegna. Più in generale, il fenomeno degli incendi boschivi si registra prevalentemente nel periodo estivo nell'Italia centro-meridionale e insulare fino a quote di circa 700 m s.l.m., mentre al di sopra degli 800-1000 m s.l.m. la vegetazione tende a rimanere verdeggiante

e il problema degli incendi risulta estremamente ridotto.

In base all'altezza delle fiamme si possono avere incendi di chioma, di sottobosco o di lettiera; secondo l'origine, si distinguono in incendi dovuti a cause naturali, a cause colpose e a cause dolose. In Italia la sola causa naturale di un qualche rilievo è il fulmine, mentre l'eruzione vulcanica risulta molto meno frequente. La maggior parte degli incendi boschivi (98% circa), tuttavia, è causata dalla mano dell'uomo, o per imprudenza, negligenza, imperizia o, comunque, violazioni di norme di legge per la prevenzione degli incendi, cause colpose, o per deliberata volontà di cagionare il danno, cause dolose.

Oltre la metà degli incendi forestali in Italia è dovuta a cause colpose, nella maggior parte attribuibili ad alcune ben note tipologie di lavori colturali effettuati nelle campagne vicino ai boschi (ripuliture dei terreni dalla vegetazione secca attraverso l'uso del fuoco, abbruciamento dei residui di potature di nocciolieti, oliveti, castagneti), ma in parte anche cagionati da comportamenti incauti e pericolosi, come il lancio dalle automobili di sigarette lungo i bordi delle strade, dove, specialmente durante la stagione estiva, la scarsa manutenzione favorisce la permanenza di una abbondante vegetazione erbacea secca.

Altrettanto significativi sono gli incendi dovuti a cause dolose, provocati da individui affetti da *piromanomania*, un'intensa ossessione verso il fuoco e gli effetti a ciò correlati, che spesso si attua con l'accensione intenzionale di incendi, ma soprattutto da diversi tipi di incendiari, che agiscono prevalentemente in ben definite realtà geografiche e in ossequio a specifici moventi, riconducibili al lavoro nei cantieri forestali, al rinnovo del pascolo, alla possibilità di acquisto di terreni deprezzati a causa degli incendi, a ritorsioni, a fenomeni legati al bracconaggio di animali, a interessi legati all'attività edilizia sulle zone percorse dal fuoco, al rimboschimento o alle attività di spegnimento.

Nella rapidità di diffusione del fuoco e, di conseguenza, nelle modalità di intervento da adottare per il suo spegnimento, intervengono numerosi fattori, quali la pendenza e la morfologia del suolo, l'esposizione, l'altitudine, la struttura e la composizione delle superfici boscate. È evidente che gli incendi radenti sono meno gravi degli incendi di chioma, poiché il passaggio del fuoco avviene con una certa rapidità e nel caso delle latifoglie, nonostante i danni, la maggior parte delle specie è in grado di ricacciare dalle ceppaie e di ricostituire il soprassuolo nel volgere di 4-5 anni. Se però gli incendi si ripetono frequentemente in una stessa zona, il terreno s'impoverisce di sostanze nutritive, la vegetazione si dirada e il suolo diviene preda dei fenomeni di

dilavamento delle acque, di erosione e di dissesto idrogeologico.

Tanto sul piano tecnico quanto sul piano normativo esistono numerosi accorgimenti per la prevenzione degli incendi boschivi, volti alla previsione e alla prevenzione degli eventi, alla mitigazione dei danni, alla lotta attiva, agli interventi di recupero post-incendio e alla dissuasione degli incendiari. Nell'ambito delle attività previsionali risulta molto importante l'individuazione delle aree e dei periodi di rischio di incendio boschivo, nonché degli indici di pericolosità elaborati sulla base di variabili climatiche e vegetazionali; la mitigazione degli incendi si fonda, invece, su una serie di interventi infrastrutturali e colturali, che intervengono sia sul soprassuolo, sul sottobosco e sul territorio in genere come la manutenzione selvicolturale, la linea tagliafuoco, le vasche antincendio, i sistemi di avvistamento, sia sulle attività formative e addestrative a vantaggio del personale. Indispensabile, infine, è l'attività capillare di informazione e sensibilizzazione dei cittadini.

La legge quadro in materia di incendi boschivi del 21 novembre 2000, n. 353, introducendo il reato specifico di incendio boschivo (art. 423-bis c.p.), ponendo l'obbligo di perimetrazione e di redazione, da parte dei Comuni interessati dall'incendio, di un catasto delle aree percorse dal fuoco, nonché una serie di vincoli sulle predette aree, ha consentito una più efficace azione di deterrenza nei confronti degli intenti incendiari, sia colposi sia dolosi. Per gli incendi dolosi tra i vincoli previsti a carico delle aree percorse dal fuoco, infatti, ci sono il divieto di cambiamento di uso del suolo per quindici anni dopo l'incendio, il divieto dell'esercizio del pascolo e dell'attività venatoria per dieci anni, il divieto di realizzazione di edifici per dieci anni. Si sottolinea come la redazione del catasto delle aree percorse dal fuoco sia una *condicio sine qua non* per l'apposizione dei predetti vincoli.

Biomasse a fini energetici

Biomassa è un termine che riunisce una varietà di materiali di natura estremamente eterogenea. In generale con esso si designa ogni sostanza organica di origine vegetale o animale da cui sia possibile ottenere energia attraverso processi di tipo termochimico o biochimico. Queste sostanze sono disponibili come prodotti diretti o residui del settore agricolo-forestale, come sottoprodotti o scarti dell'industria agro-alimentare, e come scarti della catena della distribuzione e dei consumi finali.

Le principali tipologie di biomasse comunemen-

te impiegate a fini energetici sono:

- coltivazioni erbacee dedicate (colture da fibra: sorgo da fibra, cardo, canna comune; colture oleaginose: girasole, colza, brassica carinata; colture amilacee: frumento, mais, sorgo zuccherino);
- coltivazioni arboree dedicate (boschi per la produzione di legname a scopo energetico: conifere, latifoglie; coltivazioni arboree fuori bosco a rapido accrescimento: pioppo, robinia, salice);
- materiale residuale da coltivazioni agricole erbacee ed arboree (paglia, legno di potatura);
- materiale residuale da coltivazione boschiva (ramaglia, legname proveniente da pulizia, dall'apertura di strade antincendio o derivate da incendi);
- residui dell'agro-industria (sansa, vinacce esauste, buccette di pomodoro);
- residui dell'industria del legno (segatura, legno vergine di scarto).

L'importanza di utilizzo della biomassa a fini energetici deriva soprattutto da considerazioni sul suo impatto ambientale al momento della combustione: essa viene infatti definita a bilancio nullo di gas serra. Ciò perché l'anidride carbonica emessa durante la combustione è controbilanciata da quella che la pianta ha assorbito durante la sua vita e non va pertanto ad influire sull'effetto serra globale del pianeta. Inoltre la sua combustione non provoca la formazione di ossidi di zolfo, importanti inquinanti atmosferici e tra i principali agenti responsabili delle piogge acide.

I benefici legati alle biomasse destinate ad utilizzo energetico sono:

- ambientali, perché durante la fase di crescita della materia viene assorbita la stessa quantità di CO₂ liberata in atmosfera durante il suo utilizzo;
- occupazionali, le differenti operazioni necessarie alla raccolta e/o produzione di biomassa e la successiva eventuale trasformazione energetica, comportano un aumento di occupazione nel settore primario e nell'indotto direttamente o indirettamente collegato;
- energetici, diminuiscono la quantità di combustibile fossile consumato, diversificando in questo modo le fonti di approvvigionamento e riducendo la dipendenza della società moderna dai combustibili fossili.

Secondo il Piano d'Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili (PAN), entro il 2020 le biomasse costituiranno la prima fonte energetica rinnovabile in Italia, coprendo il 44% dei consumi da fonti rinnovabili.



Di recente il Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste (Daf) dell'Università degli studi della Tuscia di Viterbo ha predisposto, al fine di effettuare delle stime riguardanti il potenziale di biomasse di origine forestale destinabili ad uso energetico, dei criteri di calcolo che hanno portato a definire i seguenti valori su scala nazionale come mostrato in Tabella 12.1.

Importante per redigere queste tabelle è avere dati su:

- 1) la produttività annua potenziale e sostenibile di biomassa legnosa, cioè la stima della quota parte di biomassa legnosa annualmente prodotta nel territorio in esame che può essere utilizzata in modo sostenibile. Tale aspetto richiede la conoscenza sia dell'entità della superficie forestale presente nell'unità territoriale esaminata, sia dei valori di incremento legnoso attribuibili alle differenti forme di governo e specie dominanti nell'area esaminata.
- 2) la produttività annua potenziale e sostenibile al netto delle limitazioni di biomassa legnosa per fini energetici; non tutta la produttività annua potenziale sostenibile e effettivamente ritraibile dal bosco è dunque trasformabi-

le in energia. Le fisionomie di bosco considerate corrispondono a boschi a prevalenza di latifoglie e a boschi a prevalenza di conifere, come mostrato dalla Figura 12.1.

Le quantità e le qualità della biomassa ottenibile dalle foreste dipendono da una serie di fattori la cui analisi non può prescindere da una chiara visione del sistema foresta e delle sue modalità gestionali. Le principali fonti di informazione riguardanti la dimensione, la conformazione e l'utilizzazione dei boschi nazionali sono:

- Inventario Nazionale delle Forestale e dei Serbatoi Forestali di Carbonio;
- Banche dati Istat Agricoltura e Foreste;

L'Inventario Forestale, oltre ad una serie di dati di tipo quantitativo, fornisce dati qualitativi che riguardano:

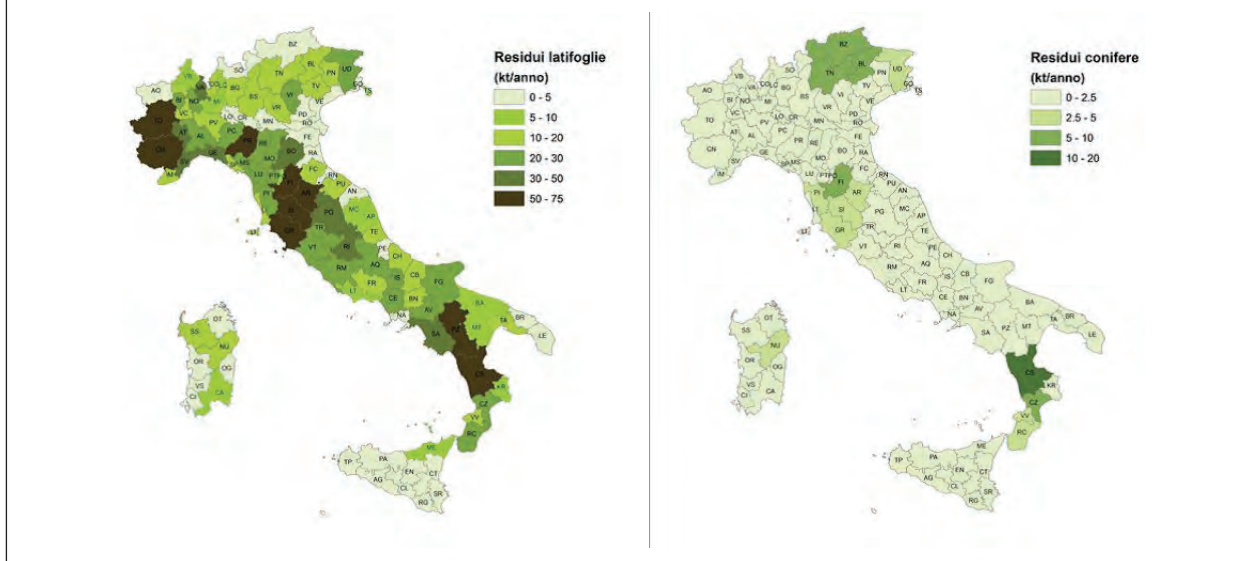
- la pendenza, l'accessibilità e i vincoli, che determinano quali siano le reali superfici produttive in un'ottica di utilizzo sostenibile del sistema foresta;
- la tipologia colturale, ossia la forma di governo e trattamento, che indica le potenzialità produttive, basate sulle normali utilizzazioni;
- la proprietà dei boschi, in quanto ne chiarisce l'intenzionalità allo sfruttamento;

Tabella 12.1 - Criteri di calcolo che hanno portato per definire i valori su scala nazionale

Regione	Biomassa attuale non prelevata (m ³)	Biomassa potenziale per energia (m ³)	Biomassa Totale (m ³)
Piemonte	98.681	571.641	670.322
Valle d'Aosta	5.418	103.901	109.319
Lombardia	316.316	454.193	770.509
Trentino-Alto Adige	334.907	823.435	1.158.342
Veneto	72.230	278.354	350.584
Friuli-Venezia Giulia	51.449	210.694	262.143
Liguria	23.617	233.071	256.688
Emilia-Romagna	75.699	308.098	383.797
Toscana	440.484	620.366	1.060.850
Umbria	102.016	168.499	270.515
Marche	50.315	114.414	164.729
Lazio	213.069	286.187	499.256
Abruzzo	57.787	216.523	274.310
Molise	40.978	57.558	98.536
Campania	133.990	244.213	378.203
Puglia	23.615	100.706	124.321
Basilicata	87.947	206.314	294.261
Calabria	248.226	522.786	771.012
Sicilia	14.031	244.477	258.508
Sardegna	22.985	459.637	482.622
ITALIA	2.413.760	6.225.067	8.638.827

Fonte: Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università La Tuscia

Figura 12.1 - Disponibilità di biomassa da foreste di latifoglie e di conifere



Fonte: Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università La Tuscia

Tabella 12.2 - Prelievo legnoso (m³) di legname al 2008

Specie	Legname da lavoro (m ³)	Legname per uso energetico (m ³)	Perdite in foresta (m ³)	Totale (m ³)
Conifere	1.260.941	453.480	116.837	1.831.258
Latifoglie	1.268.887	4.676.199	219.970	6.165.056
Totale in foresta (m ³)	2.521.828	5.129.679	336.807	7.988.314
Totale fuori foresta (m ³)	332.500	413.156	---	745.656
Totale (m³)	2.854.328	5.542.835	336.807	8.733.970

Fonte: elaborazione ITABIA su dati ISTAT 2008

- la disponibilità al prelievo legnoso.

Tra tutte queste informazioni la più importante per la stima del potenziale di biomassa forestale è rappresentato dal dato sulla superficie disponibile al prelievo legnoso, che indica le superfici forestali non soggette a limitazioni significative delle attività selvicolturali dovute a norme di tipo amministrativo o fisico.

La ripartizione della superficie delle foreste disponibile e non disponibile al prelievo legnoso concorda con la considerazione della Fao che ritiene non disponibili al prelievo legnoso le foreste in cui i vincoli e le restrizioni derivati dalla normativa vigente o da decisioni politiche eludono o limitano severamente il prelievo per esigenze di tutela ambientale o di conservazione dei siti di particolare interesse scientifico, storico, culturale o spirituale, così come le foreste in cui la produttività o il valore del legname sono troppo bassi per rendere conveniente il prelievo di legname. Sono considerati disponibili

i soprassuoli non più utilizzati da lungo tempo per abbandono della gestione, purché l'utilizzazione abbia ancora una certa convenienza economica, così come quelli trattati con turni molto lunghi.

A livello nazionale l'81,3% della superficie forestale totale risulta disponibile al prelievo legnoso.

Nella Tabella 12.2, le utilizzazioni, ripartita su base regionale, sono indicate le quantità di:

- legname da lavoro (l'assortimento ricavato sul luogo dell'abbattimento della massa legnosa grezza; la quantità è quella effettiva della massa legnosa utilizzata, valutata dopo le operazioni di allestimento ed esbosco);
- legname per uso energetico (la produzione legnosa destinata direttamente alla combustione nonché quella destinata alla carbonizzazione come legna da carbone e carbonella);
- perdite in foresta (la differenza tra la stima del bosco in piedi e quanto materiale legnoso effettivamente prelevato).



Questi valori rappresentano una situazione statica priva di sviluppo che nel tempo non consente al bosco di rappresentare una fonte interessante di biomassa per uso energetico. I boschi italiani in realtà potrebbero contribuire notevolmente al fabbisogno di biomassa legnosa a uso energetico e il contributo attualmente fornito rappresenta una minima parte del reale potenziale.

Un recente studio condotto dal Daf stima, in un'ottica di gestione sostenibile del bosco, che au-

mentando il prelievo legnoso medio unitario, ma mantenendo invariate le dimensioni delle superfici utilizzate, sia possibile arrivare a prelevare maggiori quantitativi di massa legnosa (Tabella 12.3).

Nel complesso annualmente il volume legnoso dato dall'aumento del prelievo ipotizzato sarebbe pari a circa 24 Mm³. Di questi però solo una parte (25%) è stata considerata disponibile a un utilizzo energetico per un valore totale di 6,2 Mm³. La Tabella 12.4 seguente mostra le ripartizioni a livello regionale.

Tabella 12.3 - Superfici forestali e volumi di legname prelevabili per regione

REGIONE	SUPERFICIE FORESTALE IN ha			VOLUMI TOTALI IN m ³		
	Fustaie	Cedui	Totale	Fustaie	Cedui	Totale
Piemonte	231.700	438.702	670.402	1.098.258	1.210.818	2.309.076
Valle d'Aosta	69.940	8.055	77.995	331.516	22.232	353.747
Lombardia	208.560	285.544	494.104	988.574	788.101	1.776.676
Trentino-Alto Adige	545.474	86.542	632.016	2.585.547	238.856	2.824.403
Veneto	147.196	125.074	272.314	697.709	345.204	1.042.913
Friuli-Venezia Giulia	123.715	62.991	186.746	586.409	173.855	760.264
Liguria	87.411	197.052	288.406	414.328	543.864	958.192
Emilia Romagna	97.222	307.697	404.919	460.832	849.244	1.310.076
Toscana	210.835	580.722	890.569	999.358	1.602.793	2.602.151
Umbria	25.933	238.446	264.379	122.922	658.111	781.033
Marche	30.034	129.902	160.075	142.361	358.530	500.891
Lazio	97.969	266.078	382.492	464.373	734.375	1.198.748
Abruzzo	104.692	122.557	227.652	496.240	338.257	834.497
Molise	21.091	49.940	71.031	99.971	137.834	237.806
Campania	101.175	181.779	289.155	479.570	501.710	981.280
Puglia	51.407	50.010	116.529	243.669	138.028	381.697
Basilicata	123.205	56.371	191.918	583.992	155.584	739.576
Calabria	303.055	166.380	480.528	1.436.481	459.209	1.895.690
Sicilia	142.441	75.952	222.743	675.170	209.628	884.798
Sardegna	250.405	187.610	533.096	1.186.920	517.804	1.704.723
Italia	2.973.460	3.617.404	6.857.069	14.094.200	9.984.035	24.078.235

Fonte: Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università La Tuscia

Tabella 12.4 - Raffronto tra i volumi totali e i soli volumi destinabile ad energia

Regione	VOLUMI TOTALI IN m ³			VOLUMI DESTINABILI A ENERGIA IN m ³		
	Fustaie	Cedui	Totale	Fustaie	Cedui	Totale
Piemonte	1.098.258	1.210.818	2.309.076	329.477	242.164	571.641
Valle d'Aosta	331.516	22.232	353.747	99.455	4.446	103.901
Lombardia	988.574	788.101	1.776.676	296.572	157.620	454.193
Trentino-Alto Adige	2.585.547	238.856	2.824.403	775.664	47.771	823.435
Veneto	697.709	345.204	1.042.913	209.313	69.041	278.354
Friuli-Venezia Giulia	586.409	173.855	760.264	175.923	34.771	210.694
Liguria	414.328	543.864	958.192	124.298	108.773	233.071

Emilia Romagna	460.832	849.244	1.310.076	138.250	169.849	308.098
Toscana	999.358	1.602.793	2.602.151	299.807	320.559	620.366
Umbria	122.922	658.111	781.033	36.877	131.622	168.499
Marche	142.361	358.530	500.891	42.708	71.706	114.414
Lazio	464.373	734.375	1.198.748	139.312	146.875	286.187
Abruzzo	496.240	338.257	834.497	148.872	67.651	216.523
Molise	99.971	137.834	237.806	29.991	27.567	57.558
Campania	479.570	501.710	981.280	143.871	100.342	244.213
Puglia	243.669	138.028	381.697	73.101	27.606	100.706
Basilicata	583.992	155.584	739.576	175.198	31.117	206.314
Calabria	1.436.481	459.209	1.895.690	430.944	91.842	522.786
Sicilia	675.170	209.628	884.798	202.551	41.926	244.477
Sardegna	1.186.920	517.804	1.704.723	356.076	103.561	459.637
Italia	14.094.200	9.984.035	24.078.235	4.228.260	1.996.807	6.225.067

Fonte: Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università de La Tuscia

La Tabella 12.5 che segue mostra un raffronto fra i volumi attualmente disponibili, i volumi totali, desunti dall'incremento del prelievo e i volumi destinati a energia (somma di quelli derivati dall'incremento e di quelli recuperati).

Proposte per i decisori politici

A conclusione del capitolo si riportano, in modo sintetico, alcune possibili proposte gestionali a uso dei decisori politici, suddivise per livello di compe-

Tabella 12.5 - Raffronto tra i volumi attuali, potenziali totali e potenziali per la sola destinazione energetica

Regione	Volumi totali di biomassa attuale non prelevata	Volumi totali di biomassa potenziale	Volumi totali di biomassa per sola energia
	m ³	m ³	m ³
Piemonte	98.681	2.309.076	571.641
Valle d'Aosta	5.418	353.747	103.901
Lombardia	316.316	1.776.676	454.193
Trentino-Alto Adige	334.907	2.824.403	823.435
Veneto	72.230	1.042.913	278.354
Friuli-Venezia Giulia	51.449	760.264	210.694
Liguria	23.617	958.192	233.071
Emilia Romagna	75.699	1.310.076	308.098
Toscana	440.484	2.602.151	620.366
Umbria	102.016	781.033	168.499
Marche	50.315	500.891	114.414
Lazio	213.069	1.198.748	286.187
Abruzzo	57.787	834.497	216.523
Molise	40.978	237.806	57.558
Campania	133.990	981.280	244.213
Puglia	23.615	381.697	100.706
Basilicata	87.947	739.576	206.314
Calabria	248.226	1.895.690	522.786
Sicilia	14.031	884.798	244.477
Sardegna	22.985	1.704.723	459.637
Italia	2.413.760	24.078.235	6.225.067

Fonte: Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università La Tuscia



tenza. Si ritiene tuttavia importante sottolineare che tali proposte non esauriscono il ventaglio di possibilità per quanto concerne un utilizzo efficace, efficiente e sostenibile delle foreste italiane da parte dei *decision maker*, poiché essi potranno e dovranno adattare le proprie scelte alle caratteristiche socio-economiche, geografiche, ambientali, forestali e paesaggistiche del proprio ambito di competenza, in sinergia con il proprio personale tecnico e con i vari portatori di interesse presenti sul territorio.

In base all'art. 117 della Costituzione italiana, la tutela dell'ambiente e dell'ecosistema è appannaggio esclusivo della legislazione statale, mentre la gestione forestale è di competenza delle Regioni, le quali hanno dunque il compito di pianificare le strategie per ottenere dai boschi italiani il massimo livello possibile di produttività, sia in termini di massa legnosa, sia a livello di tutti gli altri benefici accessori promuovendo al contempo la rinaturalizzazione e l'incremento di biodiversità del bosco attraverso la gestione sostenibile, l'eventuale realizzazione di nuovi rimboschimenti e, soprattutto, la manutenzione di quelli preesistenti, nonché la sostituzione dei vecchi rimboschimenti monospecifici, talora realizzati con specie esotiche, con nuovi rimboschimenti di specie autoctone, più adatte alle diverse situazioni geografiche, territoriali e ambientali della nostra penisola. In particolare le Regioni devono stabilire, in base allo stato e alle caratteristiche dei propri boschi, gli indirizzi della politica forestale e le relative strategie economico-finanziarie, attraverso la stesura di un programma pluriennale redatto ai sensi del citato D.Lgs. 227/2001, il cosiddetto Piano Forestale Regionale. Le Amministrazioni regionali devono inoltre definire le strategie di previsione, prevenzione e lotta attiva agli incendi boschivi mediante la realizzazione del Piano Antincendi Boschivi, ai sensi della L. 353/2000. Nell'ottica di una valorizzazione energetica delle biomasse forestali le Regioni devono definire le azioni di sviluppo del settore attraverso il cosiddetto Piano agro energetico regionale, volto al conseguimento di filiere forestali per la produzione di energia rinnovabile sostenibili sotto il profilo economico ed ecologico: a tal fine è fondamentale la realizzazione di ambiti agro energetici regionali per una corretta programmazione degli interventi gestionali di settore¹⁵.

Anche a livello comunale la gestione forestale assume un'importanza notevole, soprattutto se includiamo la necessaria pianificazione di tutte quelle aree che, come si è accennato nell'introduzione del capitolo, pur non essendo considerate bosco in senso stretto, non possono essere correttamente gestite prescindendo da conoscenze selvicolturali ed ecolo-

giche di base. Ci riferiamo principalmente alle aree verdi urbane in senso lato che contribuiscono a caratterizzare le nostre aree cittadine e a garantirne la funzionalità per quanto concerne la salubrità dell'aria e l'offerta estetico-ricreativa per la cittadinanza. I Comuni potranno, pertanto, prevedere l'incremento delle aree verdi, la riqualificazione e/o il recupero delle frange urbane degradate, la realizzazione e la necessaria manutenzione di aree o di parchi urbani. Per quanto riguarda gli obblighi di legge, poi, non bisogna dimenticare che i Comuni hanno il dovere, ai sensi della L. 353/2000, di curare la redazione del Catasto degli incendi boschivi che va costituito e aggiornato annualmente. Infine, per i Comuni con più di 15.000 abitanti, la L. 113/1992 stabilisce l'obbligo di piantare un albero per ogni bambino nato o adottato entro 6 mesi dalla registrazione anagrafica, censendo e classificando annualmente gli alberi piantumati; risulta evidente, a tal proposito, la necessità di una pianificazione accurata degli interventi di messa a dimora degli alberi, specialmente in considerazione del fatto che le aree interessate non possono essere successivamente destinate a funzione diversa da quella di verde pubblico.

A tutti i livelli è fondamentale, poi, promuovere azioni di difesa idrogeologica, attraverso incentivi per:

- a. la gestione dei boschi (con particolare riguardo a quelli con funzione protettiva, insediati lungo i versanti o subito a monte dei centri abitati, o a quelli situati in aree ad alto rischio di incendio boschivo);
- b. la realizzazione di opere di sistemazione idraulico forestale o di ingegneria naturalistica e
- c. la manutenzione delle aree limitrofe ai campi agricoli, ai pascoli e alle strade (fondamentale per la prevenzione degli incendi boschivi).

Un buon obiettivo per il decisore politico è progettare un sistema di gestione forestale che coinvolga un grande numero di stakeholder, quali imprese boschive, cittadini, enti turistici, imprenditori, associazioni ambientaliste, in modo da promuovere una pianificazione partecipata che valorizzi al meglio la multifunzionalità e le potenzialità dei boschi alle diverse scale favorendo, anche mediante incentivi per le aziende di settore, le attività agrosilvopastorali e selvicolturali, sia come volano economico e occupazionale, sia come prima linea di difesa del territorio. Inoltre sarebbe molto utile incentivare la conoscenza del patrimonio forestale locale, attraverso interventi di educazione ambientale e informazione ai cittadini a partire dalla prevenzione degli incendi promuovendo la realizzazione di corsi di formazione per operatori forestali o l'artigianato locale legato alla risorsa legno (ebanisteria) e le altre attività connesse

¹⁵ Corona P., Barbati A., Ferrari B., Portoghesi L., (2010), *Pianificazione ecologica dei sistemi forestali*, Scienze forestali e ambientali

al mondo forestale (cfr. studio di caso il Fungo di Borgotaro IGP illustrato di seguito), come esempio di buona pratica di gestione territoriale e di creazione di indotto economico. Nelle aree idonee potrebbero essere realizzate e/o conservate aree *ecomuseali* per la divulgazione didattica e scientifica delle principali tematiche legate alla conservazione e alla valorizzazione del patrimonio forestale e della relativa fauna, che avrebbero il pregio di promuovere la funzione sociale e pubblica delle foreste, consentendo al contempo lo sviluppo di attività imprenditoriali private, sia a carattere alberghiero-ristorativo, sia a carattere ludico-didattico. Per quanto concerne, infine, i prodotti principali dei boschi, ossia il legno e la carta, le amministrazioni pubbliche dovrebbero in ogni caso promuovere l'utilizzo di materiale riciclato (cfr. il paragrafo sugli acquisti pubblici verdi nel Capitolo 3) e di prodotti forestali certificati¹⁶ secondo gli standard FSC (Forest Stewardship Council) o PEFC (Pro-

¹⁶ La certificazione forestale è un sistema a carattere internazionale che ha tra i propri obiettivi quello di migliorare l'immagine della selvicoltura e della filiera foresta-legno, fornendo uno strumento di mercato che consenta di commercializzare legno e prodotti della foresta derivanti da boschi e impianti gestiti in modo sostenibile da un punto di vista sia ecologico, sia economico e sociale. Il legname e la carta proveniente da foreste certificate, inoltre, deve poter rimanere rintracciabile nelle varie fasi delle successive lavorazioni sino al prodotto finale, secondo quel principio denominato catena di rintracciabilità (chain of custody). La certificazione forestale, sia essa FSC, sia PEFC, rappresenta un utile strumento di marketing imprenditoriale, un'opportunità di ufficializzare l'impegno etico verso l'ambiente (fondamentale soprattutto per le Pubbliche Amministrazioni proprietarie di boschi) e, al tempo stesso, un impegno per la promozione di una gestione oculata e corretta dei boschi. Attualmente, in Italia risulta certificato circa l'8% dei boschi, per un totale di oltre 50.000 ettari certificati secondo gli standard FSC e 780.000 secondo il modello PEFC.

gramme for the Endorsement of Forest Certification schemes). Per quanto riguarda, infine, la gestione forestale nelle aree protette, si sottolinea l'importanza di una corretta pianificazione territoriale che consenta una flessibilità selvicolturale ed ecologica tale da garantire la sostenibilità e le valenze multifunzionali dei boschi presenti. Per le Aree della rete europea Natura 2000¹⁷, in particolare, ciò si traduce nell'individuazione di aree di non intervento, di aree di mantenimento dell'*habitat* e di aree dove si possa perpetuare l'attività forestale produttiva. Nelle aree naturali protette ex L. 394/1991 invece, bisognerà adattare la selvicoltura alla zonizzazione, adottando interventi di preservazione agli ecosistemi forestali situati nelle zone A, riserva integrale, attività di rinaturalizzazione e di conservazione ai boschi delle zone B, riserve generali orientate, e delle zone C, aree di protezione, e interventi di selvicoltura produttiva alle foreste delle zone D, aree di promozione economica e sociale¹⁸.

¹⁷ In Italia gli habitat forestali sono presenti in oltre l'80% dei siti Natura 2000, che interessano complessivamente il 21,5% della superficie forestale nazionale.

¹⁸ Corona et al., op. cit.

Un buona pratica: il Consorzio Comunalie Parmensi e il fungo di Borgotaro IGP

Le Comunalie sono proprietà collettive risalenti al periodo pre-romano e caratterizzate da una gestione sostenibile rivolta all'interesse della comunità. Il Consorzio Comunalie Parmensi si è costituito nel 1957, riunendo una serie di demani appartenenti a differenti proprietari, essenzialmente privati, allo scopo di creare utili economie di scala e di consentire una ottimizzazione della gestione tecnica e amministrativa dell'intero comprensorio forestale che ne ha valorizzato la proprietà con opere di miglioramento boschivo, viabilità, opere idriche, sentieristica, impianti di energia rinnovabile.

Il Consorzio Comunalie Parmensi ha pianificato la gestione dei propri boschi non soltanto in funzione della produzione di legname, così come previsto dalle regole della selvicoltura classica e del mercato forestale tradizionale, ma anche e soprattutto la produzione di quattro specie di funghi porcini (*Boletus aestivalis*, *B. pinophilus*, *B. aereus* e *B. edulis*), che garantiscono un approvvigionamento praticamente continuo dalla fine della primavera al tardo autunno e il cui indotto ha assunto nel tempo un'importanza sempre maggiore, coinvolgendo numerosi settori in tutto il comprensorio e ottenendo, con il Reg (CE) 1107/96, la registrazione di Indicazione Geografica Protetta (IGP), un riconoscimento europeo tecnico-giuridico che ne valorizza la qualità a garanzia dei consumatori e ne amplifica la remuneratività a vantaggio dei produttori. Il sistema IGP, tuttavia, come l'analogo sistema DOP (Denominazione Geografica Protetta), premia soprattutto l'ambiente e il territorio, tutelandone indirettamente il valore e la relativa conservazione. Nel caso in esame, infatti, la produzione fungina è favorita da interventi selvicolturali definiti in un documento pubblico, il cosiddetto Disciplinare di Produzione, e mirati a creare il microclima adatto allo sviluppo di quello che è,



a oggi, l'unico fungo tutelato dall'Unione Europea con il marchio IGP. Il sistema DOP/IGP, infatti, nasce per i prodotti agroalimentari, mentre il Fungo di Borgotaro IGP è un prodotto spontaneo del bosco, ottenuto attraverso particolari e mirati metodi selvicolturali che assicurano un elevato livello di biodiversità all'interno di tutto l'ecosistema forestale e un'attenta gestione di tutto il territorio interessato dal comprensorio boschivo. Il Consorzio Comunalie Parmensi ha provveduto a organizzare riserve a pagamento per la raccolta dei funghi a opera dei turisti, i cui incassi vengono reinvestiti a vantaggio della proprietà forestale, con lo scopo di aumentare la produzione sostenibile dei funghi e di ricavare legna da biomassa per alimentare la centrale termica dell'Ospedale del comune di Borgo Val di Taro. L'IGP Fungo di Borgotaro costituisce, inoltre, un volano turistico importantissimo per l'intera vallata, dove strutture ricettive, ristoranti, e qualsiasi altra attività (dai forni ai benzinai, dalle agenzie immobiliari ai produttori di essiccatori) traggono enorme vantaggio da questo prodotto e dalla cura dei boschi dai quali nasce. Sul piano economico, per dare un'idea del giro d'affari connesso al Fungo di Borgotaro IGP, basti pensare che l'indotto annuale stimato (tra la vendita dei funghi e il tesserino pagato dai turisti per ottenere il permesso di raccogliarli) è stato valutato in circa tre milioni e mezzo di Euro, a riprova che ecologia, economia, gestione del territorio, selvicoltura, turismo e attività di promozione sociale possono trarre reciproco vantaggio e alimentarsi a vicenda, a patto che venga promosso un adeguato marketing territoriale e che vi sia la volontà politica di realizzarlo.

Conclusioni

Partiamo da un presupposto: la questione ambientale ha una stretta connessione con quella energetica. Sembra una banalità ma non sempre nei testi ufficiali questo punto viene sottolineato. Dipende forse dal fatto che siamo abituati a ragionamenti *riduzionisti*, sarà che non siamo abituati a vedere gli effetti *sinergici* degli accadimenti attorno a noi o sarà semplicemente che spesso si tende a entrare in una *tribù* che difficilmente si riesce a lasciare, resta il fatto che energia e ambiente vengono, a nostro parere, artificialmente separati. Tutto ciò è dimostrato dal fatto che sempre più frequentemente si parla di *politiche ambientali* e di *politiche energetiche*, mentre, secondo noi entrambe dovrebbero rientrare nella più vasta famiglia delle *politiche di sviluppo*.

Il Capitolo IX, L'energia, che apre la terza parte del libro, tiene conto di questi brevi assunti di partenza. Con questo capitolo avviene il passaggio dalla descrizione delle risorse al loro utilizzo, sempre seguendo il criterio che allo stesso capitolo partecipano diverse *esperienze*. In questo Capitolo hanno lavorato 11 ricercatori di 5 Istituzioni differenti, cosa che ha permesso di analizzare con profitto non solo il sistema energetico generale ma anche i ruoli dei vari stakeholder a partire dai decisori pubblici a qualsiasi livello.

Il Capitolo rimane fedele all'impostazione generale del libro e infatti parte dalla richiesta e dall'offerta di energia sul territorio. In questa ottica svolge una analisi delle fonti energetiche, del loro uso e di come possono essere inserite sul territorio in maniera consona. Non poteva mancare la considerazione dell'efficienza energetica e del risparmio energetico, come ulteriore fonte alternativa, argomento di particolare interesse per i decisori locali per i quali, specie in tempi di recessione, la bolletta energetica assume proporzioni esorbitanti rispetto alle entrate.

Il Capitolo X, il secondo di questa parte del libro, sempre nell'ottica della trasformazione e utilizzo delle risorse, affronta, anche questa volta in maniera inter e transdisciplinare, la questione del cibo e dell'alimentazione. Ricercatrici di Enea, Sapienza e Coldiretti, hanno lavorato assieme per fornirci sia un quadro legislativo sia l'analisi delle condizioni ottimali della produzione del cibo e anche il rapporto di quest'ultimo con il territorio. In questo contesto non è stata trascurata la sostenibilità del cibo analizzando pratiche ed elaborazioni che oggi sono considerate all'avanguardia come *climate smart agriculture*, ovvero, riprendendo il testo: *una forma innovativa di agricoltura sostenibile che mira ad un aumento della produttività accanto alla promozione di pratiche e politiche agricole che tutelano le risorse naturali, anche per le generazioni future, alla riduzione – e ancor meglio – eliminazione dei gas serra, garantendo - al contempo – una maggiore sicurezza alimentare a livello nazionale, insieme al perseguimento degli obiettivi di sviluppo*.

Sempre tenendo in considerazione il territorio il Capitolo tratta altresì della possibilità di una alimentazione che sia sana e che riduca il pericolo di malattie tradizionalmente legate al cibo, come il diabete. In conclusione il Capitolo si presenta come una felice sintesi di considerazioni normative, sociali, eco-

nomiche e sulla salute che ben riassumono la caratteristica della risorsa cibo così come viene intesa oggi nelle società occidentali: da mezzo di sopravvivenza, come purtroppo è in molte parti del mondo, a sistema culturale.

L'ultimo capitolo di questa parte, il Capitolo XII, La gestione delle foreste, tiene conto dall'ultimo presupposto che abbiamo citato: la funzione culturale dei boschi, oltre la loro funzione ecosistemica. Ma andiamo per ordine. Anche in questo Capitolo è stata inserita una parte normativa importante perché ci troviamo di fronte a situazioni complesse che hanno bisogno di una legislazione di riferimento. E' importante quindi che il decisore conosca, ad esempio, le diverse competenze sui boschi in modo da poter decidere senza il rischio di creare situazioni di immobilismo dovuto al sorgere di conflitti di interesse. La presenza tra gli Autori di esperti forestali, giuristi, naturalisti, ha sciolto questo nodo. Cercando, inoltre, di rimanere fedeli all'approccio olistico che il libro vuole seguire, il Capitolo dedica una buona parte alla *multifunzionalità* del bosco, analizzandone le diverse funzioni e analizzando i diversi ruoli delle persone e comunità coinvolte nella gestione della risorse. Anche in questo capitolo, come in quelli precedenti, è presente una buona pratica che in questo caso è particolarmente significativa: il tema, infatti, è la relazione tra un prodotto di qualità e il suo territorio.

Bibliografia

Parte III - Trasformazione e utilizzo delle risorse

Capitolo 10 - L'energia

Ammassari R. et al., (2011), *Energie rinnovabili ed efficienza energetica: settori strategici per lo sviluppo sostenibile. Implicazioni occupazionali e formative*, Isfol, Istituto di Ricerche Economiche e Sociali, Roma

Angelis D. et al., (2011), *Methods and tools to evaluate the availability of renewable energy sources*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 15

Borrelli G., Guzzo T., (2011), *Tecnologia, rischio e ambiente. Tra interessi e conflitti sociali*, Bonanno Editore, Arcireale

Borrelli G., Sartori S., (1990), *Rischi tecnologici e interessi diffusi*, Quaderni Enea, Roma

Consiglio Nazionale degli Ingegneri, (2011), *Ingegneri 2020: le nuove sfide professionali nelle energie rinnovabili, efficienza energetica, mobilità sostenibile*, Centro Studi Consiglio Nazionale degli Ingegneri, Roma

Enea, (2013), *Rapporto Annuale di Efficienza Energetica*, Enea, Roma

Enea - Cresme Ricerche, (2010), *Analisi sull'impatto socio-economico delle detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente*, Enea, Roma

Green Italy, (2013), *Nutrire il futuro*, secondo rapporto, Symbola e Unioncamere

Progetto Excelsior, (2013), *Sistema informativo per l'occupazione e la formazione*, Unioncamere

Ruggiero S., (2012), *L'efficienza energetica in Italia: competenze e figure professionali emergenti per la green economy*, in Argomenti, n. 35, Franco Angeli

Sastresa et al., (2010), *Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.14, n.2

Wei M., Patadia S., Kammen D.M., (2006), *Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?*, Submitted 08, Energy Policy 38

Capitolo 11 - La terra, il cibo e l'alimentazione

Belliggiano A., (2009), *Percezione della sicurezza alimentare e nuovi modelli di organizzazione della produzione*, Rivista di Diritto Alimentare, III, 4

Censis-Coldiretti, (2010), *Primo Rapporto sulle abitudini degli italiani*, Roma

Cicatiello C., Marino D., Franco S., (2011), *Un focus sui consumatori che frequentano i farmers' market*, in *I consumi alimentari evoluzione strutturale, nuove tendenze risposte alla crisi*, Cersosimo D. [a cura di], Quaderni Gruppo 2013

Cicia G., De Stefano F., (2007), *Prospettive dell'Agricoltura Biologica in Italia*, Collana Manlio Rossi-Doria, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli

Commission of the European Communities, (2003), *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on nutrition and health claims made on foods*, European Parliament, Brussels

Eurispes, (2012), *Rapporto Italia 2012*, Datanews, Roma

Fao, Ifad, Wfp, (2013), *The State of Food Insecurity in the World 2013. The multiple dimensions of food security*, Fao, Rome

Industry Market Research for Business Leaders, Strategists, Decision Makers, (2006), *World Nutraceuticals, Industry Study with Forecasts to 2010 & 2015*, The Freedonia Group, Cleveland, OH

Nocenzi M. et al., (2012), *L'evoluzione dei modelli di consumo e degli stili alimentari tra sostenibilità e benessere*, Rivista di studi sulla sostenibilità, II

Sassatelli R., (2004), *Consumo, cultura e società*, Il Mulino, Bologna

Speciale Eurobarometro, (2012), *Europeans' attitudes towards food security, food quality and the countryside*, European Commission

Capitolo 12 - La gestione delle foreste

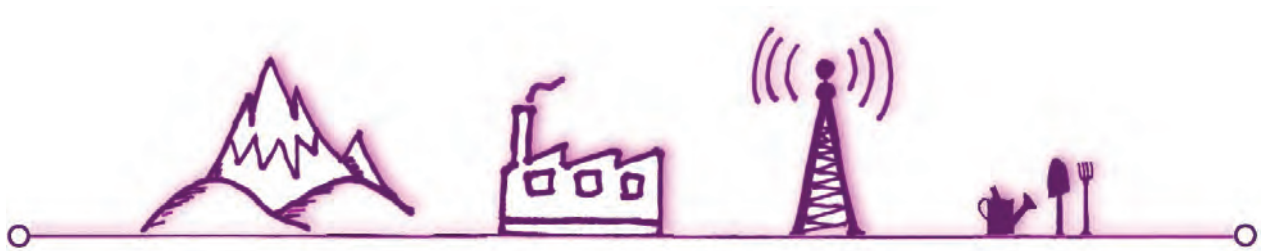
Bernetti G., (2005), *Atlante di selvicoltura. Dizionario illustrato di alberi e foreste*, Edagricole, Milano

Corona P., Barbati A., Ferrari B., Portoghesi L., (2010), *Pianificazione ecologica dei sistemi forestali*, Scienze forestali e ambientali, Compagnia delle Foreste, Arezzo

Inea (Istituto Nazionale di Economia Agraria), (2010), *Gli Accordi volontari per la compensazione della CO₂ in Italia. Indagine conoscitiva per il settore forestale*, Osservatorio Foreste, Roma

Wolynski A., (2001), *Significato della necromassa legnosa in bosco in un'ottica di gestione forestale sostenibile*, Sherwood 67

Parte IV Gli spazi umani





Capitolo 13

Le aree urbane

Valentina Alberti, Silvia Brini, Paola Carrabba, Michele Reginaldi

Introduzione

In questo capitolo saranno presi in esame quelli che possono essere considerati i contesti antropizzati per eccellenza: le aree urbane. Per area urbana si intende un'area che comprende una o più città centrali, nonché le aree adiacenti collegate economicamente a quelle città che tengono occupate in attività non agricole il 65% o più delle loro popolazioni economicamente attive¹.

Da questa definizione possiamo ricavare due questioni fondamentali. La prima interessa il concetto di *confine*: come è facile notare, parlare di area urbana non significa necessariamente parlare di città. Contrariamente a quanto succedeva in passato, quando le mura cittadine definivano nettamente il confine tra area urbana e campagna, oggi i limiti sono estremamente più labili. Per tale ragione le questioni ambientali relative all'habitat umano fanno riferimento piuttosto che ai limiti amministrativi, ai contesti insediati più o meno contigui che costituiscono un sistema. L'altro aspetto che emerge dalla definizione, infatti, è la *relazione economica e funzionale* che intercorre tra le parti dell'area urbana, che permette di considerare formazioni insediative appartenenti a città diverse come un'unica entità.

Parlare di aree urbane permette di indagare il modo di gestire l'ambiente antropizzato in maniera tale da assicurare sia il rispetto dell'ambiente che il comfort e la qualità della vita dell'uomo. Si farà riferimento all'area urbana come ad un *ecosistema sociale*, indagando da un lato le dinamiche funzionali e i caratteri culturali (*civitas*), dall'altro gli aspetti fisici (*urbs*). Il decisore dovrebbe orientare la sua azione per tenere insieme, e non far entrare in conflitto, la dimensione di *civitas* e di *urbs* dell'area urbana, per il raggiungimento della condizione ottimale di equilibrio, che sempre facendo riferimento alla dimensione eco sistemica, potremmo chiamare *climax*.

Per poter trattare efficacemente del contesto urbano è necessario preliminarmente comprendere

quali sono gli elementi che concorrono al possibile raggiungimento di un equilibrio. Per individuarli si può fare riferimento a quelli che sono gli indicatori di sostenibilità che Legambiente nel Rapporto 2013 sull'ecosistema urbano² ha utilizzato per valutare lo stato delle principali città italiane.

Gli indicatori, infatti, fanno riferimento a loro volta, da un lato alla qualità delle risorse territoriali (che assicurano in qualche modo la qualità dell'*urbs*), dall'altro alle attività umane (inerenti, invece, agli aspetti legati alla dimensione di *civitas*).

Per ciò che riguarda le risorse nel Capitolo si terrà conto di quelle che contribuiscono alla qualità dell'ecosistema urbano, ovvero le risorse territoriali, la qualità dell'aria, il corretto utilizzo delle risorse idriche (controllo dei consumi idrici domestici, dispersioni della rete e capacità di depurazione), il trattamento dei rifiuti e la valorizzazione delle aree verdi.

Per gli approfondimenti sulla qualità dell'aria, le emissioni in atmosfera e il trattamento di acqua e rifiuti, si può far riferimento ai Capitoli 19 e 21. In questa sede, invece, saranno approfonditi quelli relativi alle aree verdi, in quanto patrimonio naturale imprescindibile per il comfort delle aree urbane, oltre che preziosa risorsa per la fruibilità degli spazi pubblici.

Per quanto riguarda, invece, gli aspetti dell'ecosistema urbano legati alle attività umane, gli elementi sui quali verrà posta particolarmente l'attenzione sono: il trasporto e la mobilità, i consumi e la produzione energetica. Anche in questo caso per gli approfondimenti tecnici sui temi energetici si rimanda al Capitolo 10, mentre in questo capitolo si cercherà di capire in che modo i consumi e la produzione energetica in ambito urbano possano influenzare o essere influenzati dalla struttura fisica e formale della città.

Sulla base di queste considerazioni, il Capitolo si articolerà in due sezioni.

Nella prima saranno approfonditi gli aspetti legati alle aree urbane in quanto ecosistemi. Parten-

¹ Gisotti G. (2007), *Ambiente urbano. Introduzione all'ecologia urbana*, Dario Flaccovio, Palermo

² Legambiente (2013), *Ecosistema urbano. XX Rapporto sulla qualità ambientale dei comuni capoluogo di provincia*

do da quelle che sono le considerazioni inerenti alla de-naturalizzazione dei suoli e all'impatto antropico sulla componente ambientale, si metterà in evidenza preliminarmente l'importanza di contenere gli insediamenti e preservare la biodiversità nelle aree urbane. Nell'affrontare la città come ecosistema urbano ci si focalizzerà sulla scala di intervento che finora ha sperimentato maggiormente in tal senso: il quartiere. Gli elementi sui quali sarà approfondita la trattazione saranno quelli individuati come strategici per una trasformazione che lavori ad una piena sostenibilità: il comfort ambientale messo in relazione alla forma della città, i trasporti, il sistema della mobilità e i consumi energetici commisurati all'organizzazione urbana.

Nella seconda parte del Capitolo, invece, si faranno brevi cenni ai principali accordi comunitari che hanno come fine il raggiungimento della sostenibilità in ambito urbano. Quello che si intende mettere in luce saranno le opportunità rese da tali accordi alle amministrazioni locali.

La gestione dell'uso del suolo e la biodiversità nelle aree urbane

In Italia il processo di pianificazione territoriale a livello comunale è gestito tramite lo strumento del Piano Regolatore Generale (P.R.G.), che tuttavia risulta molto rigido dal punto di vista dell'integrazione di componenti ambientali differenti, come gli spazi costruiti, le aree di sviluppo economico, le aree verdi. Il territorio è visto spesso, infatti, come un'area da riempire, una risorsa da utilizzare, piuttosto che come una superficie da gestire secondo criteri di sostenibilità. Il processo di edificazione non è più solo una risposta alla richiesta abitativa della popolazione, ma è diventato nel tempo un modo di tramutare la liquidità in bene immobile permanente, snaturando la funzione principale del tessuto abitativo e creando delle situazioni ambientali, sociali ed economiche di difficile gestione.

La crescita della città sembra non avere più lo stesso rapporto con la popolazione, come avveniva nel passato, e, anche in assenza di crescita demografica, l'urbanizzazione prosegue con un ritmo elevato, come esito di diversi fattori. Tra questi, la ricerca di una maggior qualità abitativa in termini di tipologie edilizie e urbane a bassa densità, la liberalizzazione delle attività produttive che ha svincolato tali attività dalle previsioni urbanistiche, la necessità di nuove infrastrutture di trasporto stradale e ferroviario, o la crescita dei valori immobiliari sommata a una generalizzata liberalizzazione del regime degli affitti e alla mancanza di intervento pubblico

nel settore abitativo. Si deve anche aggiungere che gli oneri di urbanizzazione, da contributi necessari a dotare le nuove costruzioni di verde e servizi, si sono trasformati in entrate tributarie per i comuni che, di fronte alla difficoltà di far quadrare i bilanci, si trovano spesso costretti a destinare sempre più aree ai fini edificatori³.

Il problema dello spazio e del suo utilizzo sta diventando una vera e propria emergenza, soprattutto in ambito metropolitano, dove si assiste, in alcuni casi, alla saturazione dello spazio e alla difficoltà/impossibilità di cambiare destinazione d'uso anche quando richieste di tipo sociale o economico lo richiederebbero. Il problema non è solo quello dello spazio che non c'è, ma anche quello dello spazio degradato da recuperare ed adibire, ove possibile, a nuove funzioni. Il recupero delle aree urbane degradate, infatti, è un processo che può contrastare o almeno ridurre la dispersione insediativa, riducendo il consumo di suolo ancora naturale.

La trasformazione del suolo da *naturale* ad *artificiale*, oltre a determinare in via permanente ed irreversibile la perdita di suolo fertile, provoca ulteriori impatti negativi, quali la frammentazione del territorio, la riduzione della biodiversità, l'alterazione del ciclo idrogeologico e la modificazione del microclima locale, con perdita dei servizi ecosistemici abbinati. In area urbana questa tendenza è ulteriormente aggravata da fenomeni di inquinamento acustico, dell'aria e dell'acqua⁴. Nelle grandi città, inoltre, la maggiore concentrazione di aree edificate e le pavimentazioni stradali in materiali quali il cemento, determinano un maggiore assorbimento di energia solare rispetto ad aree coperte da vegetazione. Le città diventano quindi delle vere e proprie isole di calore in cui possono verificarsi fenomeni meteorologici atipici⁵ e dove l'aumento di temperatura può avere ricadute anche gravi sulla salute umana.

Negli ultimi 40 anni la popolazione europea è cresciuta del 20%, mentre la popolazione urbana è cresciuta praticamente del doppio (40%). Negli ultimi 20 anni, l'estensione delle aree urbanizzate a livello europeo è aumentata del 20%, contro un aumento della popolazione del 6%. Attualmente, mentre la popolazione in molte città si è stabilizzata, le periferie dei maggiori centri urbani continua-

³ Munafò M., Martellato G. & Riitano N., (2009), *Impermeabilizzazione e consumo di suolo*, in Ispra, *Qualità dell'ambiente urbano*, VI Rapporto ISPRA, Roma, Pp. 21-38

⁴ <http://www.isprambiente.gov.it/temi/soil-e-territorio/uso-del-suolo-e-cambiamenti>

⁵ Barberis R., Di Fabbio A., Di Leginio M., Giordano F., Guerrieri L., Leoni I., Munafò M., Viti S., (2006), *Impermeabilizzazione e consumo dei suoli nelle aree urbane*, in *Qualità dell'Ambiente Urbano - III Rapporto Apat*, Apat, Pag. 631-650

no a crescere, con un marcato fenomeno di decentralizzazione dell'uso del territorio urbano. Nelle grandi città alcuni quartieri centrali, caratterizzati da immobili di elevato valore e qualità, vedono un invecchiamento e diradamento della popolazione, con una sostanziale modifica nella fruizione dei servizi disponibili. Nel contempo, per venire incontro alle esigenze abitative di parti della popolazione con reddito contenuto, le aree periferiche vengono cementificate tramite la costruzione di quartieri-dormitorio caratterizzati da immobili di scarso valore e qualità, spesso sovraffollati e con carenze di servizi adeguati. La necessità di provvedere alloggi a costi contenuti è una delle cause che portano all'aggressione degli spazi delle aree periferiche urbane e incide fortemente sulla impermeabilizzazione dei suoli.

L'impermeabilizzazione del territorio è anche favorita da un aumento del trasporto su strada, che ha richiesto la costruzione di nuove infrastrutture di trasporto, favorita dall'aumento dello standard medio di vita e dall'aumentata distanza tra le aree residenziali e i luoghi di lavoro. Occorre inoltre considerare che il declino industriale di alcune città ha portato da un lato ad abbandonare ampie superfici impermeabilizzate, dall'altro ha favorito la migrazione della popolazione verso aree urbane di nuova espansione, costruite a detrimento di aree agricole particolarmente fertili.

Per quanto riguarda l'espansione delle aree urbanizzate in Italia, possiamo prendere ad esempio le città di Milano, Palermo e l'asse Padova-Venezia nel periodo 1950-1990⁶. L'aumento dell'area urbanizzata è stato del 211% a Palermo, del 171% lungo l'asse Padova-Venezia e del 103,8% a Milano, con una perdita di terreni naturali e agricoli rispettivamente del 26,0%, del 23,1% e del 37%. Questi dati confermano l'importanza del fenomeno del consumo di suolo collegato all'espansione delle aree urbane.

Lo studio e il monitoraggio dei suoli urbani sono di grande importanza sia dal punto di vista della contaminazione chimico-fisica che della salute umana, nonché del nuovo interesse legato alla pianificazione di un ambiente urbano sostenibile.

Le tipologie di uso del suolo nelle aree urbane sono abbastanza varie: giardini pubblici e privati, campi da gioco, discariche, aree ex industriali, argini di fiumi e canali, terrapieni delle ferrovie, orti familiari e terreni dedicati all'agricoltura, che pur essendo spesso localizzati alle periferie, sono sempre sotto l'influenza dell'area urbana.

Le profonde trasformazioni del territorio operate dalla massiccia urbanizzazione hanno avuto, molto

spesso, un influsso negativo, Tabella 13.1, che si avverte non solo dal punto di vista paesaggistico e naturalistico, ma anche nella gravità della risposta che il territorio dà nei confronti dei fenomeni naturali, come le alluvioni. Infatti in zone fortemente urbanizzate gli effetti del fenomeno alluvionale vengono accentuati, sia in termini di aumento della velocità di scorrimento delle acque superficiali (incidenza sui tempi di derivazione) sia sui volumi di acqua (portate di massima piena), sia in termini di gravità dei danni sociali e ambientali⁷.

Tabella 13.1 - Impermeabilizzazione dei suoli in 26 aree urbane italiane

	Sup. impermeabile (ha)		Sup. impermeabile (%)	
	1998-1999	2005-2007	1998-1999	2005-2007
Ancona	1.685	1.735	13,6 ± 1,7	14,0 ± 1,8
Bari	4.171	4.501	35,9 ± 2,5	38,7 ± 2,5
Bologna	4.853	5.391	34,5 ± 2,2	38,3 ± 2,3
Bolzano	1.310	1.337	25,0 ± 2,5	25,5 ± 2,5
Brescia	3.799	3.997	41,9 ± 2,4	44,1 ± 2,4
Cagliari	2.538	2.619	29,7 ± 2,7	30,6 ± 2,8
Firenze	3.254	3.719	31,8 ± 2,4	36,3 ± 2,4
Foggia	3.797	4.168	7,4 ± 1,2	8,1 ± 1,3
Genova	4.487	4.632	18,4 ± 1,9	19,0 ± 1,9
Livorno	2.101	2.297	20,2 ± 2,1	22,1 ± 2,1
Milano	10.553	11.213	58,0 ± 2,4	61,6 ± 2,4
Modena	3.386	3.950	18,5 ± 1,8	21,6 ± 1,9
Monza	1.467	1.590	44,4 ± 2,9	48,2 ± 2,9
Napoli	7.009	7.302	59,8 ± 2,4	62,3 ± 2,4
Padova	3.545	3.855	38,2 ± 2,5	41,5 ± 2,6
Palermo	5.803	6.099	36,5 ± 2,4	38,4 ± 2,4
Parma	4.050	4.981	15,5 ± 1,7	19,1 ± 1,8
Potenza	2.177	2.443	12,5 ± 1,5	14,0 ± 1,6
Prato	2.528	2.905	25,9 ± 2,2	29,8 ± 2,3
Roma	31.415	33.764	24,4 ± 2,2	26,3 ± 2,2
Taranto	4.256	4.727	19,6 ± 2,3	21,7 ± 2,4
Torino	6.993	7.127	53,7 ± 2,5	54,7 ± 2,5
Trieste	2.638	2.833	31,2 ± 2,4	33,5 ± 2,5
Udine	2.113	2.233	37,3 ± 2,6	39,4 ± 2,6
Venezia	11.265	12.472	27,3 ± 3,1	30,2 ± 3,1
Verona	4.971	5.377	24,1 ± 2,0	26,0 ± 2,1
26 comuni analizzati	136.163	147.266	25,9 ± 0,5	28,0 ± 0,5

Fonte: Adattamento da Ispra, 2009. Qualità dell'ambiente urbano – VI Rapporto Ispra

Sarebbe importante che la pianificazione territoriale in ambiente urbano si fondasse su una considerazione attenta delle reali necessità di uso del

⁶ European Environment Agency, (2002), Environmental Signals 2002, Benchmarking The millennium environmental Assessment Report n. 9

⁷ Arpa Lombardia 2003 – Rapporto sullo stato dell'ambiente in Lombardia: segnali ambientali



suolo, per individuare non solo le aree dove indirizzare l'espansione urbana, ma anche e soprattutto le aree che esprimono particolari criticità, ad esempio problematiche legate al rischio idrogeologico e a fenomeni di dissesto. La pianificazione territoriale ed urbanistica ha proprio il compito di rendere compatibili i cambiamenti di uso del suolo richiesti dalle esigenze di sviluppo del sistema produttivo e di soddisfacimento dei bisogni abitativi con la tutela delle funzioni ambientali del suolo. I piani che possono contenere prescrizioni utili a questo scopo sono numerosi, ed operano a varie scale territoriali. Basti ricordare i Piani territoriali di coordinamento provinciale, che determinano gli indirizzi generali di assetto del territorio, i Piani di bacino distrettuali e i Piani urbanistici comunali, dei quali è necessario giungere ad una effettiva integrazione per andare incontro alle esigenze di una corretta pianificazione ambientale ed ecologica.

Il problema della impermeabilizzazione del suolo urbano, ma più in generale della sua qualità, è stato recentemente trattato sia in ambito europeo che nazionale.

L'Unione europea ha dettato delle linee programmatiche per il controllo dell'impermeabilizzazione dei suoli sia nel suo principale documento strategico per le politiche ambientali, il Sesto Programma di azione per l'ambiente, che nella Strategia tematica di riferimento per le politiche sull'ambiente urbano, così come nella Strategia tematica per la protezione del suolo⁸.

Il Sesto programma di azione per l'ambiente poneva l'accento sulla necessità di definire l'intensità dell'uso del territorio attraverso una attenta pianificazione di scala locale o regionale e di regolare tutte quelle attività che hanno un notevole impatto sulle condizioni ambientali. In ambito urbano le problematiche legate alla impermeabilizzazione sono materia degli strumenti di pianificazione urbanistica. L'Ue ha inteso sostenere la valutazione preventiva e il controllo delle ricadute ambientali degli strumenti di pianificazione attraverso lo strumento della Valutazione Ambientale Strategica. In base alla Direttiva 2001/42/CE, inoltre, la VAS si applica a tutti i piani e programmi che possano avere effetti significativi sull'ambiente. In Italia la VAS è attualmente disciplinata dal Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152⁹. E' bene ricordare che in Italia il governo del territorio è materia di legislazione concorrente tra Stato e regioni. La normativa nazionale detta le linee generali di indirizzo della pianificazione territoriale e urbanistica,

⁸ Vedi www.cordis.eu

⁹ Norme in materia ambientale - GU n. 88 del 14-4-2006 - Suppl. Ordinario n. 96

ma non reca traccia degli aspetti ambientali legati all'impermeabilizzazione dei suoli. In questo caso, alcune regioni hanno stabilito di applicare la VAS anche ai piani urbanistici. Le scelte legate a questo tema sono contenute negli atti legislativi e pianificatori emanati a livello locale¹⁰.

L'Unione europea continua a lavorare nel senso della tutela del suolo, secondo quattro direttrici strategiche: adozione di una legislazione quadro; integrazione della protezione del suolo nella formulazione e nell'attuazione delle politiche nazionali e comunitarie; sostegno alla ricerca; sensibilizzazione. La Direttiva quadro per la protezione del suolo¹¹, pubblicata nel settembre 2006 contestualmente alla nuova Strategia tematica, intende quindi essere il riferimento coerente e giuridicamente vincolante per l'uso sostenibile del suolo e la sua protezione dai principali fattori di degrado.

Tra le misure utilizzabili per il contrasto del fenomeno di un uso eccessivo del suolo in ambito urbano, vi sono una definizione netta del confine urbano/rurale, una densificazione insediativa in corrispondenza degli spazi liberi o delle aree dismesse presenti in città, una densificazione mirata in corrispondenza dei centri esterni alla conurbazione densa, ben serviti dal trasporto pubblico e organizzati in senso reticolare e policentrico a scala metropolitana, la riconversione di aree dismesse, la ristrutturazione di vecchi edifici.

Ad ogni modo, più in generale, l'inserimento di indici riconducibili al controllo dell'impermeabilizzazione ed alla tutela delle funzioni del suolo quali parametri urbanistici vincolanti in ogni caso di trasformazione di questo, può dimostrarsi un efficace strumento di programmazione e salvaguardia.

Ancora, la Carta Europea di Lipsia sulle Città Europee Sostenibili¹², approvata in occasione dell'incontro ministeriale informale sullo Sviluppo Urbano e la Coesione Territoriale nel 2007, indica tra gli obiettivi prioritari l'esigenza di evitare la diffusione urbana, la dispersione degli insediamenti e le densità urbane che aumentano la dipendenza dall'automobile, esercitano una pressione sulle zone rurali e gonfiano la spesa pubblica per investimenti sociali e culturali e per la gestione delle infrastrutture.

Dal punto di vista più strettamente naturalistico, l'ambiente urbano si contraddistingue per una

¹⁰ Barberis R., Di Fabbio A., Di Leginio M., Giordano F., Guerrieri L., Leoni I., Mufanò M., Viti S., (2006), *Impermeabilizzazione e consumo dei suoli nelle aree urbane*, in *Qualità dell'Ambiente Urbano*, III Rapporto Apat, pag. 631-650

¹¹ http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/128181_it.htm

¹² http://www.comune.bergamo.it/upload/bergamo_ecm8/gestionedocumentale/Carta%20di%20Lipsia_8815.pdf

flora e una fauna caratteristiche, in parte imposte dall'azione umana, in parte di provenienza naturale. La vegetazione è in prevalenza ornamentale (parchi, giardini, spartitraffico), ma è possibile trovare anche numerose specie spontanee, per lo più di tipo infestante. La presenza di una flora infestante, presente in tutte le situazioni di degrado ambientale e abbandono di aree a carattere produttivo/insediativo, pone numerose problematiche di tipo sanitario, legate, ad esempio, all'insorgenza nella popolazione di fenomeni allergici stagionali o alla presenza di animali randagi potenziali vettori di malattie infettive. In alcune città come Roma, ancora, la presenza in ambito urbano di ampie aree verdi con un elevato grado di naturalità, ha permesso la presenza di una biodiversità animale e vegetale di un certo pregio. Inoltre, le caratteristiche peculiari dell'ambiente urbano, ovvero una temperatura particolarmente elevata, una scarsa presenza di predatori naturali, una ampia disponibilità di cibo derivante dai rifiuti prodotti dall'uomo, ha permesso a numerose specie animali selvatiche di adattarsi alla vicinanza con l'uomo, proliferare e creare, in alcuni casi, problemi di ordine sanitario o gestionale. Basti pensare alle migliaia di storni che la sera, in autunno ed inverno, arrivano in città per dormire, provocando numerosi disagi a causa delle deiezioni, ai gabbiani reali che si sono ormai insediati sui tetti di numerosi centri storici, arrivando addirittura a nidificare con successo.

La biodiversità urbana ha diverse ricadute positive sulla qualità dell'ambiente urbano in generale e sui servizi che l'ecosistema urbano può fornire ai cittadini. Intanto, la presenza di superfici arboree sufficientemente estese aiuta la purificazione dell'aria e dell'acqua, contribuisce a migliorare il paesaggio urbano e garantisce un habitat idoneo ad altre specie, animali e vegetali erbacee, che contribuiscono al benessere dell'ecosistema urbano. Nello stesso tempo, una città che ospita aree verdi con specie diverse in termini di dimensioni, caratteristiche e funzionalità, è in grado di attivare meccanismi di regolazione climatica che garantiscono condizioni ottimali di umidità dell'aria, di ombreggiamento, di rifugio per altre specie viventi. La presenza di una comunità animale e vegetale varia, nello stesso ecosistema, contribuisce inoltre a mantenere in equilibrio le popolazioni di parassiti e delle specie infestanti, favorendo la resistenza alla loro espansione, e intervenendo, attraverso naturali meccanismi di predazione e sfruttamento delle risorse, sulla diffusione delle specie aliene. Gli spazi verdi urbani, inoltre, prevengono l'erosione del suolo poiché assorbono nel terreno le acque piovane, riducendo i fenomeni di ruscella-

mento tipici delle superfici asfaltate.

Trattandosi di aree urbane, le amministrazioni locali svolgono ovviamente un ruolo imprescindibile per la conservazione della biodiversità urbana.

L'attuazione di politiche efficaci per la biodiversità urbana passa attraverso una corretta gestione del verde, delle aree umide, dei corridoi ecologici che connettono i diversi *hot spot* di biodiversità delle città (come i parchi urbani) e consente di sviluppare benefici non solo ambientali, ma anche psicologici e fisici per i cittadini. Una qualità ambientale migliore nelle città aumenta il grado di soddisfazione della vita delle persone, rendendole più felici¹³.

Riuscire a salvaguardare la biodiversità urbana per una migliore qualità dell'ambiente urbano in generale, passa, inoltre, per un processo di conoscenza e valutazione della biodiversità presente in ambito locale, al fine di giungere ad una sua attenta integrazione nei processi decisionali e di pianificazione locale e nella individuazione e sperimentazione di buone prassi. Di grande importanza, inoltre, la necessità di stimolare il coinvolgimento, in questi processi, dei portatori di interesse locale.

Una migliore qualità urbana, derivante da una pianificazione più attenta alle necessità dell'ambiente, che parta anche dalla individuazione di interventi di tipo igienico-sanitario, ambientale e paesaggistico, può dare risposta anche a questo tipo di problematiche, unendo gli aspetti di salvaguardia e conservazione ambientale con quelli dello sviluppo sociale ed economico della città.

La competizione nell'uso di suolo: l'agricoltura urbana

Il suolo rappresenta un importante fattore nei processi ambientali, sociali ed economici urbani. La destinazione d'uso del suolo è spesso orientata verso considerazioni di tipo economico che poco spazio lasciano agli aspetti più prettamente sociali ed ambientali. Si generano così dei fenomeni di competizione tra le varie destinazioni, che divengono particolarmente critici nelle situazioni di transizione, dove tipologie ambientali ben definite mutano, più o meno bruscamente, in altre differenti.

Queste zone, che vengono definite *aree peri-urbane*, sono caratterizzate da una perdita di aspetti rurali, e stentano ad acquisire gli attributi più prettamente urbani, restando caratterizzati da una bassa densi-

¹³ http://www.biodiversitaurbana.it/salvaguardare_biodiversita.html



tà abitativa, mancanza di accessibilità, mancanza di servizi e infrastrutture. In area peri-urbana l'agricoltura mostra peculiarità che la identificano e che ne fanno emergere funzioni non sempre considerate. Tra queste, il ruolo dell'agricoltura peri-urbana nella conservazione degli spazi liberi, grazie alla permanenza sul territorio dell'attività agricola che si configura come una esternalità positiva generata dall'agricoltura, di notevole valore proprio nelle aree di frangia, dove il suolo libero è risorsa scarsa e preziosa. Infatti, nel contesto peri-urbano la pressione edilizia esercitata dalla città verso gli spazi liberi circostanti è non solo molto forte, ma spesso non governata, portando ad una crescita disordinata e dispersa¹⁴.

Anche se le zone peri-urbane sperimentano gli effetti negativi della vicinanza con la città, come cementificazione diffusa ed inquinamento, esse risentono della influenza positiva di un mercato in espansione dove collocare prodotti agricoli freschi, spesso sfruttando i vantaggi economici offerti da una filiera corta. Questo nuovo modo di guardare alle aree peri-urbane può portare alla creazione di nuovi posti di lavoro non solo in ambito agricolo, ma anche ricreativo, ristorativo e dell'accoglienza. In questo senso le attività, agricole e non, che si realizzano in tali ambiti assumono un carattere sempre più distinto rispetto alle tipologie rintracciabili nelle aree a maggiore grado di ruralità¹⁵, determinando la creazione di nuove opportunità di sviluppo locale e la protezione dei valori ambientali e socio-culturali preesistenti allo sviluppo della città.

E' da dire che la gestione delle aree peri-urbane richiede un approccio assolutamente integrato per realizzarne effettivamente le potenzialità. E' necessario, in particolare, riuscire a promuovere il concetto di multifunzionalità nel processo di pianificazione territoriale, come concetto base per sostenere realmente lo sviluppo sostenibile di queste aree, valorizzandone le numerose vocazioni e potenzialità.

L'agricoltura peri-urbana entra a pieno titolo nella definizione ed identificazione di filiere corte di produzione agricola a servizio delle aree urbane per permettere ai consumatori, oltre ad una riduzione dei prezzi al consumo, anche un più diretto controllo sulla qualità dei prodotti consumati e sui metodi di coltivazione. La presenza di una agricol-

tura peri-urbana consistente e di qualità permette anche la nascita e la diffusione di organizzazioni sociali di tipo spontaneo, come ad esempio i Gruppi di acquisto solidale, i quali, soprattutto in momenti di crisi economica e sociale come quella che stiamo vivendo, permettono un abbattimento dei costi di acquisto e, contemporaneamente, il riconoscimento di un prezzo più equo per i produttori. Un esempio virtuoso viene dalla Provincia di Ascoli Piceno, la quale ha promosso un dialogo sempre più vivo tra gli agricoltori e i consumatori attraverso lo Sportello della *Filiera corta Picena*, che garantisce una forma di commercializzazione nuova per i produttori e più conveniente per i consumatori, favorendo il rilancio del consumo dei prodotti locali nei circuiti della ristorazione tradizionale e collettiva.

Nell'ambito del discorso sull'agricoltura peri-urbana, è importante fare riferimento ad un fenomeno abbastanza recente e in evidente espansione: quello degli orti urbani, ovvero la sempre più diffusa abitudine di coltivare direttamente, dove possibile, una parte delle verdure e della frutta che poi si consumerà. Negli ultimi anni, questo fenomeno di carattere sociale, largamente spontaneo, si è rafforzato anche a causa della crisi economica a livello internazionale. Basti citare gli esempi dei tetti di Parigi e Shanghai, le aiuole di Cleveland, Wellington in Nuova Zelanda, gli orti urbani di San Pietroburgo. In Italia, il fenomeno è molto più diffuso di quanto si pensi. L'Istat¹⁶ riporta che la superficie media comunale dei capoluoghi di provincia, come Superficie Agricola Utilizzata (SAU), è pari al 45,5% del territorio. Nelle città gli orti urbani sono stati attivati in ben 44 amministrazioni. Molti di questi Comuni hanno affidato la gestione degli orti sulle aree pubbliche ad Associazioni no profit. Altre iniziative simili partono dalle parrocchie, dai centri sociali e dai centri anziani, ma sono presenti anche gruppi auto-organizzati di cittadini che spesso coltivano aree urbane abbandonate senza alcuna autorizzazione da parte delle autorità comunali, con problemi di tipo paesaggistico e di controllo della qualità dei prodotti edibili. L'iniziativa della coltivazione degli orti vede per lo più protagonisti anziani e pensionati, assumendo una duplice valenza di carattere sanitario e sociale. Sempre più spesso, inoltre, gli orti vengono coltivati da persone che hanno perso il lavoro e contribuiscono in questo modo al sostegno familiare, assumendo così un valore di inclusione sociale di categorie deboli e di sostegno all'economia domestica e rafforzando il senso di autonomia econo-

¹⁴ Mazzocchi C., (2011), *Il ruolo dell'agricoltura periurbana nelle dinamiche di consumo di suolo: l'indicatore di rischio di consumo di suolo agricolo*, tesi di dottorato. Università degli Studi di Padova. Scuola di dottorato di ricerca in: Territorio, Ambiente, Risorse e Salute. Indirizzo: Economia agraria. Ciclo XXIII

¹⁵ Pascucci S. (2007), *Agricoltura periurbana e strategie di sviluppo rurale*, Working paper 2, disponibile su <http://www.depa.unina.it>

¹⁶ Istat, (2013), *Statistiche FOCUS*, Anno 2011 su <http://www.istat.it/it/archivio/86880>

mica e alimentare di persone fuori dal mondo del lavoro. Dal punto di vista della gestione del territorio, la presenza di orti urbani regolamentati contrasta il degrado del paesaggio e permette di trovare una nuova destinazione d'uso per le aree abbandonate e dismesse, soprattutto nelle periferie, con gli indubbi vantaggi che ne derivano. Ad esempio, la destinazione di aree abbandonate ad orti urbani innesca un meccanismo di bonifica e di recupero ambientale che migliora la qualità generale dell'ambiente urbano.

Le aree coltivate rappresentano ambienti umidi che migliorano il microclima generale, contrastando attivamente le bolle di calore così frequenti e pericolose in città, soprattutto per anziani e bambini. La presenza ed il viavai continuo di persone nella zona degli orti, inoltre, aumenta il controllo sociale del territorio di quartiere nelle aree periferiche, rendendo più difficile l'instaurarsi di fenomeni di degrado sociale (spaccio di droga, prostituzione), migliorando la fruibilità dell'ambiente da parte dei bambini, dei giovani e degli anziani e favorendo il senso di appartenenza al territorio. Non è poi da trascurare l'indotto economico degli orti urbani. Esiste infatti un mercato delle sementi e delle piantine da orto, dei fertilizzanti e dei prodotti fito-sanitari, che gira intorno a queste iniziative e che può rappresentare un consistente incremento di reddito per le aziende agricole dell'interland cittadino.

Iniziative del genere possono rappresentare, senza dubbio, una buona pratica da implementare e/o incrementare a livello municipale, inserendole in una più ampia programmazione di attività a sfondo ambientale e sociale rivolta ad una città sempre più vivibile. A questo scopo, sarebbe opportuno incrementare la realizzazione ed applicazione dei Piani del verde urbano¹⁷. L'Istat¹⁸, infatti, riporta che meno di un quinto dei comuni ha approvato il Piano del verde, e il 45,7% ha adottato un Regolamento del verde urbano.

Nel quadro Smart city (vedi il paragrafo seguente) l'agricoltura urbana, così come un collegamento funzionale ad un accorciamento della filiera tra aree rurali e centri urbani, può senza dubbio contribuire a garantire un'alimentazione sana ad un numero sempre maggiore di persone, utilizzando al contempo metodologie di coltivazione sempre meno aggressive verso l'ambiente e favorendo la creazione di una micro-economia. In quest'ottica l'agricoltura (così come l'acqua e l'energia) ripensata, attualizza-

ta e riorganizzata è parte integrante e strategica del nuovo modo di considerare la città¹⁹.

Gli eco-quartieri

Operare in un'area urbana e riuscire a tenere insieme la dimensione di *urbs* e quella di *civitas* significa intervenire contemporaneamente sugli aspetti ambientali e su quelli legati alla vivibilità. Intervenire sui singoli *oggetti* che costituiscono l'area urbana, principalmente gli edifici, può offrire un contributo anche se il più delle volte risulta un approccio piuttosto miope e troppo parziale. Intervenendo sui singoli edifici si possono perseguire discreti obiettivi per quanto riguarda il comfort degli spazi chiusi, o al massimo, in relazione agli interventi sugli involucri edilizi, si può offrire un contributo al risparmio delle risorse energetiche e quindi al surriscaldamento della città. Ma per intervenire sulla sostenibilità ambientale delle aree urbane è indispensabile considerare l'intero sistema, come interazione delle singole componenti. La scala più appropriata per applicare strategie a favore della sostenibilità risulta essere quella del quartiere²⁰.

E' per tale motivo che i principali documenti e accordi sulla sostenibilità prendono il quartiere come unità di riferimento per gli interventi volti a migliorare le condizioni socio-ambientali delle città. Il modello a cui aspirano gli interventi volti a rendere le città più vivibili e più sostenibili, da un punto di vista ecologico ed energetico, sono gli *eco-quartieri*.

Le prime esperienze a riguardo risalgono agli anni '80-'90 del secolo scorso, e sono riconducibili alla volontà, da parte di alcuni movimenti, di fronteggiare il fenomeno dello *sprawl* urbano²¹. Nascono, quindi, come formalizzazione di un modo innovativo di realizzare insediamenti ex novo, e come si può facilmente immaginare si parte dall'idea che il carattere fondamentale dei nuovi quartieri sia la compattezza del tessuto sociale. Da uno studio condotto da Di Pasqua²², si può osservare come man mano gli eco-quartieri definiscono i loro caratteri attraverso la sperimentazione da parte dei movimenti statunitensi del *New Urbanism*, dello *Smart Growth* e del *Green Urbanism*.

¹⁹ Carrabba P., Di Giovanni B., Iannetta M., Padovani L.M., (2013), *Città ed ambiente agricolo: iniziative di sostenibilità verso una Smart City*, EAI 6/2013:21-26

²⁰ Gauzin Muller D. (2003), *L'architettura sostenibile*, Edizioni Ambiente, Milano

²¹ Per *sprawl* si intende il fenomeno di dispersione dell'urbanizzato, caratterizzato da un edificato diffuso e frammentato a bassa densità e al di fuori del nucleo urbano

²² De Pascale P et alii., (2013), *Temi di sostenibilità eco-energetica per la riqualificazione urbana*, Orienta, Roma

¹⁷ Il Piano del verde urbano è uno strumento che consente di determinare un programma organico di interventi per quanto concerne lo sviluppo quantitativo, qualitativo, gestione e manutenzione del Verde Urbano, in relazione agli obiettivi e alle esigenze specifici dell'area urbana, da http://www.paesaggio.net/docs/piano_del_verde.htm

¹⁸ Istat, (2013), op.cit.



In particolare il New Urbanism²³ definì come fattori imprescindibili per la pianificazione di un quartiere ecologico:

- l'essere *pedestrian friendly* ovvero essere progettato con percorsi e distanze percorribili facilmente dai pedoni e essere, allo stesso tempo, servito da un'efficiente rete di trasporto pubblico;
- essere *ben connesso* al suo interno e con il contesto urbano in cui è inserito;
- offrire servizi, attrezzature e funzioni urbane differenziate (*mixed use*), al fine di rispondere alle esigenze di diverse fasce di popolazione. Il movimento dello Smart Growth²⁴ a questi fattori ne aggiunse altri legati alla vivibilità:
- l'essere *sicuro*;
- conveniente, sotto il profilo economico;
- *attraente*, sia per i residenti che per gli utenti esterni. L'attrazione può essere raggiunta sia attraverso la qualità diffusa che per mezzo di interventi significativi che pubblicizzano l'immagine del contesto urbano²⁵;
- *accessibile* alle diverse categorie sociali ed economiche.

Infine il Green Urbanism²⁶ suggerisce:

- l'*autosufficienza energetica* dell'intero tessuto insediativo e non solo del singolo edificio;
- il *risparmio e il recupero delle risorse ambientali*.

Questi caratteri oggi costituiscono le fondamenta dei moderni eco-quartieri, ma i contesti territoriali contemporanei impongono una riflessione sul costruito piuttosto che sui nuovi insediamenti. Così i principali luoghi preposti ad accogliere i nuovi quartieri ecologici sono le periferie urbane, luoghi porosi, spesso informi, dalle immense potenzialità ma anche dalle numerose criticità. L'obiettivo oggi non è teorizzare la forma perfetta, le relazioni perfette, il quartiere perfetto, in cui insediare cittadini perfetti, informati e sensibili alle questioni ambientali, che pur di abitare in un quartiere ecologico sono disposti ed economicamente in grado di acquistare appartamenti a prezzi molto sopra la soglia di mercato. Oggi l'obiettivo è rendere le nostre città ecologicamente sostenibili, partendo dalla riqualificazione dei quartieri esistenti e passando dalla sensibilizzazione all'informazione e quindi alla formazione dei cittadini.

²³ Nato nei primi anni '80 negli Stati Uniti, il New Urbanism presentò durante il suo primo congresso (Congress of the New Urbanism, Chicago 1993) un modello insediativo compatto come soluzione allo sprawl urbano, e in cui l'intervento pubblico rivestiva un ruolo fondamentale.

²⁴ Il movimento ha origine negli Stati Uniti durante gli anni '80. Il principio che lo anima è il perseguimento di uno sviluppo che sia calibrato alle risorse e che generi qualità. Da qui come primo obiettivo quello di contrastare la dispersione insediativa

²⁵ Vedi ad esempio il Turning Torso di Calatrava nel quartiere Bo01 di Malmo

²⁶ Il movimento nasce negli anni '90 negli Stati Uniti e pone alla base dei suoi principi l'idea che si debba intervenire sulla struttura insediativa in modo tale da raggiungere un equilibrio eco-sistemico

Guardando, quindi, agli eco-quartieri come strumenti per dare risposta ai problemi che affliggono le città, Legambiente ha definito quelli che dovrebbero essere i principi da seguire per la definizione di un eco-quartiere:

- azzerare il consumo di nuovi suoli per gli usi urbani;
- ridurre il consumo di energia;
- raccogliere e riciclare materie prime e rifiuti;
- relazionarsi con il contesto in cui è inserito in base alla disponibilità di risorse;
- tutelare la sicurezza e la salute dei cittadini, gestendo il ciclo di vita dei manufatti;
- offrire spazi pubblici di qualità e dare priorità agli spostamenti ciclo-pedonali;
- integrare sul territorio diverse funzioni urbane;
- interfacciarsi con gli altri quartieri;
- ridurre le emissioni da traffico e da impianti fissi;
- rendere flessibile l'uso degli edifici;
- prevedere un eco-manager di quartiere;
- verificare e certificare la sostenibilità degli interventi e degli edifici²⁷.

Di fronte agli obiettivi a cui tendere per la trasformazione di un contesto urbano in un eco-quartiere, vanno esaminati i requisiti necessari per una riuscita degli intenti:

Quando una città si accinge a intraprendere un percorso di sviluppo sostenibile, è necessario che si realizzino alcune condizioni:

- un serio impegno da parte delle autorità preposte all'amministrazione locale;
- la disponibilità da parte di tutte le parti in causa (realtà economiche, associazioni locali e scuole di ogni ordine e grado) e lavoro in modo concertato;
- la partecipazione attiva dei residenti;
- la mobilitazione delle competenze necessarie²⁸.

Il *Patto per la rigenerazione urbana* siglato nel 2013 da Legambiente, Audis e Gbc Italia va in questa direzione, infatti:

Il Patto può rappresentare una innovazione significativa se i diversi attori dichiarano anticipatamente i loro orientamenti consentendo in questo modo di semplificare e velocizzare i processi decisionali e operativi²⁹.

²⁷ Legambiente (2013), *Ecoquartieri per l'Italia*, intervento alla Conferenza per le città, XX Ecosistema Urbano, Bologna 28 ottobre

²⁸ Gauzin Muller D. (2003), *L'architettura sostenibile*, Edizioni Ambiente, Milano

²⁹ Audis, Gbc Italia, Legambiente (2011), *Ecoquartieri in Italia: un patto per la rigenerazione urbana. Una proposta per il rilancio economico, sociale e culturale delle città e dei territori*, documento di confronto, Maggio 2011

Un progetto di eco-quartiere, quindi, deve essere sostenuto non solo dal decisore locale, ma soprattutto voluto fortemente dalla popolazione e dai principali stakeholder. Ognuno deve impegnarsi a contribuire alla riuscita del progetto:

- *i cittadini* devono essere capaci di salvaguardare i loro diritti primari quali la vivibilità del proprio quartiere, l'integrità delle proprie abitazioni, la disponibilità di servizi, lavoro e luoghi per la socialità;
- *le istituzioni* devono assicurare priorità specifiche a garanzia del bene pubblico;
- *gli operatori economici e finanziari* devono palesemente le loro aspettative sulla redditività, in termini economici e finanziari, delle loro azioni, i tempi entro i quali assumono l'impegno e gli elementi che prevedono possano vincolare la riuscita del progetto;
- *i portatori specifici di interessi*, infine, focalizzeranno gli interessi sulle loro aspettative specifiche come l'ambiente, la salute, la convivenza sociale.

Stabiliti i principi resta da capire attraverso quali strumenti si possa passare dalla teoria alla prassi. Un decisore locale dovrebbe far riferimento alla regolamentazione comunale e regionale esistente inserendo le azioni in programma all'interno della strumentazione istituzionale a sua disposizione, senza tralasciare i passaggi preliminari essenziali che sono quelli relativi alla componente sociale ed economica. Per la buona riuscita del progetto la popolazione deve poter contribuire attivamente. Un eco-quartiere passa innanzitutto per la volontà dei suoi abitanti ed è necessario che l'idea di eco-quartiere nasca prima nelle loro intenzioni e poi nelle azioni dell'amministrazione.

Una volta attivato il processo localmente, coinvolgendo i residenti, ma anche i portatori di interesse, si può passare alla progettazione dell'intervento per l'eco-quartiere. Sarà poi necessario verificare la sostenibilità degli interventi e assicurarne la gestione.

Per la verifica della sostenibilità degli interventi sono a disposizione diverse procedure di certificazione. Una delle più comuni è la LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)³⁰, un sistema di classificazione dell'efficienza energetica e dell'impronta ecologica di matrice statunitense che, oggi viene usato in tutto il mondo. Per gli edifici i parametri attraverso i quali un progetto viene valutato sono la sostenibilità del sito, la gestione delle acque, l'energia e l'atmosfera, i materiali e le risorse, qualità ambientale interna, innovazione nella proget-

tazione, priorità regionale. Mentre per i quartieri si considerano la localizzazione e il collegamento del sito (LCS), l'organizzazione e programmazione del quartiere (OPQ), la presenza di infrastrutture ed edifici sostenibili (IES), l'innovazione nella progettazione (IP) e le priorità regionali (PR).

Forma urbana e comfort ambientale

La progettazione delle aree urbane sembra ignorare, nella maggior parte dei casi, gli aspetti ecologici che legano l'uomo alle caratteristiche dell'ambiente in cui vive. L'artificializzazione indiscriminata dei suoli produce rilevanti ripercussioni sia a livello locale (sul grado di vivibilità degli spazi urbani) che a livello globale (sul clima). Per poter operare efficacemente una riqualificazione ecologica dei contesti urbani è necessario migliorare la vivibilità degli spazi aperti e allo stesso tempo intervenire in maniera più decisa sul clima locale, attivando, dove possibile, misure di mitigazione.

I fattori che a livello locale intervengono sul microclima sono la radiazione solare, la temperatura, l'umidità e la ventilazione. Sicuramente la latitudine e l'altitudine rappresentano caratteri importanti per la loro determinazione, tuttavia, è decisamente influente la struttura del sistema insediativo urbano, in particolare la geometria degli edifici, i materiali utilizzati, l'impermeabilizzazione delle superfici, la vegetazione e l'acqua.

Quando la radiazione solare raggiunge le superfici urbane, infatti, queste la riflettono a loro volta verso le altre superfici e sul volume d'aria tra gli edifici (vedi Figura 13.1). Rimbalzando, il flusso radiativo solare cede energia alle superfici colpite e al volume d'aria intermedio, di fatto innalzandone la temperatura. Inoltre, se questo è lo scenario diurno, di notte le superfici irraggiate rilasciano in atmosfera il calore accumulato. A questo punto, la conformazione dei tessuti urbani, che generalmente blocca o rallenta la ventilazione naturale, ferma l'aria calda tra gli edifici, dando vita a quello che è comunemente conosciuto come il fenomeno della *trappola termica*, fenomeno caratteristico dei tessuti urbani piuttosto che delle aree scarsamente edificate, poichè un ruolo determinante è giocato dalla densità edilizia, e quindi, dalla distanza tra gli edifici in relazione alla loro altezza.

E' evidente che gli edifici più alti ostruiscono il passaggio dei raggi solari proteggendo le superfici più basse dalle radiazioni, ma, di contro, edifici molto alti e non sufficientemente distanziati fanno sì che il calore abbia difficoltà ad essere rilasciato e tenda a rimanere intrappolato nel volume d'aria tra gli edifici

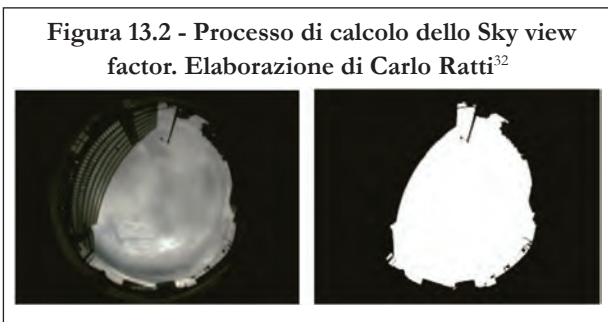
³⁰ Per approfondimenti vedi il sito on line <http://www.gbcsitalia.org/page/show/i-sistemi-leed-e-gbc>



ci. In questo caso possiamo parlare di *urban canyons*, aree densamente edificate in cui il fenomeno della trappola termica risulta estremamente accentuato.



Considerando, quindi, l'importanza di prendere come riferimento le caratteristiche morfologiche degli insediamenti, è stato sviluppato un sistema di calcolo che esprime in modo scientifico la porzione di cielo visibile in un determinato punto del tessuto urbano. Il valore, che varia da 0 a 1³¹, è significativo della percentuale di radiazione solare che raggiunge le superfici urbane (vedi Figura 13.2).



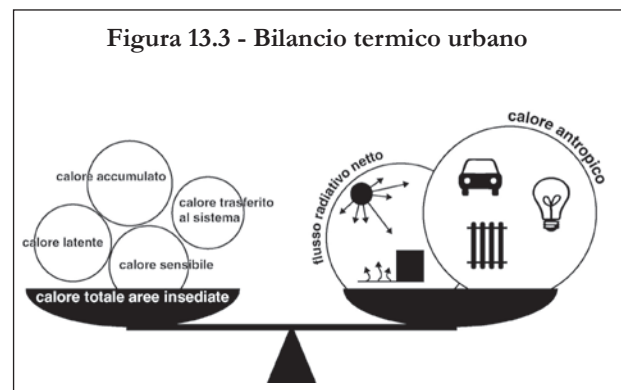
Per quanto riguarda il tipo di superfici esposte alle radiazioni, i parametri che si considerano sono la permeabilità, la natura e il colore. La permeabilità di una superficie, si riferisce alla naturale capacità di assorbire l'acqua e rilasciarla sotto forma di vapore nel momento in cui viene colpita dai raggi solari. Questo processo abbassa sostanzialmente il carico termico scambiato con l'ambiente, in quanto, parte dell'energia trasmessa viene utilizzata per far evaporare l'acqua. Questo è anche uno dei motivi per i quali le aree naturalizzate offrono un consistente apporto all'abbassamento delle temperature nelle aree urbane. Se al ruolo svolto dalla permeabilità dei suoli si aggiunge, poi, il contributo fornito dalla vegetazione, che umidifica e mitiga ulteriormente l'ambiente, si capisce anche perché nei parchi urbani l'escursione termica, rispetto

³¹ Il valore 1 si ha per le aree aperte in cui la visibilità del cielo è completa

³² Ratti C. (2001), *Comparison of methodologies for computing sky view factor in urban environments*, paper presentato a Tempe all'International Society Environmental Hydraulic Conference, nel Dicembre 2001

alle aree limitrofe costruite, può oscillare di diversi gradi. Per quanto riguarda natura e colore delle superfici, la loro importanza è strettamente legata al fenomeno dell'*albedo*, che rappresenta il fattore corrispondente alla quantità di radiazione che le superfici sono capaci di riflettere (nuovamente) in atmosfera. Più la superficie sarà chiara e maggiore sarà il suo grado di riflessione, più sarà scura e maggiore sarà la capacità di trattenere l'energia ricevuta dal sole. Il valore dell'*albedo* varia da 0 a 1, dove 0 è il caso in cui la superficie assorbirà interamente la radiazione solare. Tenuto conto di queste variabili, studi condotti sul processo di accumulo di calore delle aree urbane hanno dimostrato che, a parità di flussi radiativi, la capacità di accumulo diurno e rilascio notturno delle zone costruite è di 1,5 volte maggiore rispetto a quelle rurali non edificate³³.

In sintesi, come mostra la Figura 13.3, volendo analizzare quello che potrebbe essere un bilancio termico delle aree urbane, il calore presente nelle aree insediate è uguale alla somma di quello che può essere considerato il calore antropico e il flusso radiativo netto, dove per calore antropico si intende quello proveniente dalle fonti energetiche per i trasporti, il riscaldamento e l'energia elettrica, mentre per flusso radiativo netto ci si riferisce alle radiazioni solari comprensive di quelle dirette e di quelle provenienti dalle superfici urbane.



L'innalzamento di uno di questi parametri porta inevitabilmente a quello che è conosciuto come fenomeno dell'*isola di calore*, che si può definire come la zona atmosferica sovrastante le aree urbane in cui si registrano temperature mediamente più elevate di quelle sulle aree non edificate circostanti. Le principali cause della formazione dell'*isola di calore* possono essere dovute:

- alla conformazione morfologica dei tessuti urbani e alla natura e colore delle superfici colpite dalla radiazione solare;

³³ De Pascale P. (2001), *Energia, microclima e forma urbana*, in Gestione energia n°3

- alla ridotta evaporazione, causata dall'alta impermeabilizzazione dei suoli;
- all'inquinamento e al surriscaldamento dovuto al calore antropico;
- alla ridotta ventilazione interna del tessuto insediativo, che provoca il ristagno dell'aria e delle polveri inquinanti, formando uno schermo per la radiazione riflessa dalle superfici urbane.

Rintracciati i problemi e le relative cause, è importante capire in che modo è possibile intervenire per mitigare gli effetti e migliorare le condizioni di vivibilità.

Il primo aspetto sul quale poter intervenire è quello relativo alle aree verdi. La *forestazione urbana* consiste nell'equilibrare il carico antropico attraverso l'inserimento di una componente naturale che vada a compensare l'impatto sull'ambiente. Le azioni che possono essere condotte sono di diverso genere e dipendono principalmente dal problema che si intende contrastare e dalle risorse economiche a disposizione. Procedendo dagli interventi più sperimentati a quelli di ultima generazione troviamo: i viali alberati, i parchi urbani, i tetti giardino, le pareti verdi e il bosco verticale.

Gli interventi che prevedono l'inserimento di viali alberati richiedono la disponibilità di ampi spazi all'interno della sezione stradale. Tuttavia il beneficio che si può arrecare al contesto urbano locale, a seconda delle dimensioni dell'albero, può raggiungere livelli considerevoli, non solo in relazione al comfort termo-igrometrico ma anche da un punto di vista di vivibilità e attrattività degli spazi aperti. Il costo di questo tipo di operazione dipende dal tipo di intervento necessario sulla sezione stradale e dalle dimensioni delle essenze da piantumare.

Pensare di intervenire attraverso l'istituzione di parchi urbani è una scelta che se da un lato rende fruibili aree verdi presumibilmente abbandonate (e/o degradate) dall'altro richiede una spesa considerevole non solo per la configurazione e le eventuali attrezzature, ma soprattutto per la gestione. Ci sono esempi, anche in Italia³⁴, in cui l'Amministrazione ha lavorato in sinergia con altri attori locali sia all'ideazione del sistema dei parchi relativi ad un'area urbana, sia per i processi di gestione.

Interventi meno incisivi, se si considera l'intero ecosistema urbano, ma piuttosto efficaci per problemi localizzati sono quelli dei tetti giardino. Naturalmente le azioni di un decisore locale di puntare sull'inserimento di tetti giardino sono limitate agli

³⁴ Vedi a tal proposito le iniziative promosse dalla città di Milano: il Progetto Metrobosco al sito <http://www.fedenatur.org/docs/docs/421.pdf> e il Centro per la Forestazione Urbana consultabile al sito http://www.cfu.it/images/stories/img/piantina_bosco_cave.jpg e di Bologna (Progetto GAIA)

edifici pubblici. Inoltre, a meno che non si tratti di edifici di nuova costruzione, la conversione di vecchie strutture necessita di interventi piuttosto onerosi, soprattutto in rapporto ai benefici arrecati dall'intervento da un punto di vista ecologico, che saranno piuttosto limitati. Stesso discorso può essere fatto in riferimento alle pareti verdi. Infine il *bosco verticale* consiste nel prevedere la piantumazione di alberi e cespugli di varie dimensioni a ricoprire la superficie edificata per diversi piani. Il termine è stato coniato da Stefano Boeri, architetto responsabile della progettazione delle due torri a Porta Nuova a Milano che accolgono la prima area boscata su più livelli³⁵. Naturalmente questo genere di interventi può essere previsto solo per complessi di nuova edificazione, e ad ogni modo la corretta gestione del patrimonio naturale è lasciata ad opera di chi fruirà dell'edificio.

Gli effetti sull'ambiente urbano relativi all'inserimento di una componente verde in un contesto antropizzato non dipendono solo ed esclusivamente dalla metratura della superficie rinverdata. I principali fattori da tenere in considerazione per ottenere dei risultati apprezzabili sono il tipo di essenza utilizzata e il contesto in cui essa viene inserita.

Per quanto riguarda i processi di incamerazione di anidride carbonica va precisato che non tutti gli alberi trattengono la stessa quantità di carbonio, e anche gli stessi alberi inseriti in contesti diversi trattengono una quantità di CO₂ profondamente diversa. In generale si può dire che l'assorbimento dipende dal tipo di essenza (arborea o arbustiva, di basso fusto o di alto fusto), dal clima in cui vive, dal contesto (urbano o naturale) e dalla manutenzione. Lo stesso albero, ad alto fusto, che vive in clima temperato, riesce ad assorbire tra i 10 e i 20 kg di CO₂/anno in città, e fino a 45 kg di CO₂/anno in contesto naturale. Per tale ragione, per avere idea di quanto incida un intervento di forestazione sull'ambiente urbano è necessario uno studio approfondito sia del carico di CO₂ prodotta che del tipo di intervento di forestazione da eseguire.

Un'ultima considerazione che può essere fatta sulla forestazione urbana è quella relativa alle attività di manutenzione del verde urbano. Negli ultimi anni si stanno sperimentando metodi di raccolta e riutilizzo di quelle che sono le potature per fini energetici. A livello energetico e di riciclo delle materie di scarto i risultati possono essere consistenti; tuttavia è necessario un attento sistema di organizzazione

³⁵ Su due torri rispettivamente di 111 e 78 m è allocato 1 ha di superficie boschiva che aiuta a regolare le condizioni di comfort degli edifici permettendo un consistente risparmio di energia. Inoltre la massa arborea è responsabile della purificazione dell'aria dalle polveri sottili dell'ambiente esterno, oltre a rappresentare un filtro acustico per il traffico cittadino. (Per approfondimenti vedi: <http://www.stefanoboeriarchitetti.net/?p=207&lang=it>)



e gestione della filiera che si può integrare ad un eventuale esistente processo di sfruttamento delle biomasse a livello locale. Per i dettagli tecnici relativi ai tipi di impianti utilizzabili e ai processi di gestione si rimanda al capitolo sull'energia.

Un altro importante intervento attraverso il quale offrire un apporto per il raggiungimento del comfort urbano può essere considerato il trattamento delle acque. Le azioni perseguibili in tal senso possono essere:

- la ripermabilizzazione delle aree ad alto e medio livello di impermeabilizzazione;
- la diminuzione del convogliamento diretto in fogna delle acque meteoriche. Ove non è possibile una diretta permeabilità si possono utilizzare misure compensative che prescrivono sistemi di raccolta, convogliamento e dispersione nelle aree verdi;
- la realizzazione di sistemi integrati di risparmio e riuso dell'acqua attraverso impianti di nuova concezione o il miglioramento degli impianti esistenti (per approfondimento in tal senso vedi capitolo sulle acque).

Passando dal trattamento delle risorse naturali alla gestione del patrimonio edificato, risulta di fondamentale importanza intervenire sul risparmio dei consumi energetici, agendo da un lato sulle abitudini dei cittadini e dall'altro sulle prestazioni del patrimonio edilizio³⁶. Infine un altro livello di intervento è quello che può essere condotto sul sistema della mobilità e dei trasporti. In parte questi aspetti verranno approfonditi nel paragrafo successivo, ma in questa sede vanno ricordate le azioni funzionali ad un miglioramento del microclima urbano ovvero evitare congestioni del traffico, implementare azioni per il trasporto pubblico, incentivare l'utilizzo di mezzi elettrici e privilegiare la mobilità alternativa.

La mobilità sostenibile

La qualità della vita nelle aree urbane e, più in generale, la sostenibilità ambientale delle città non può prescindere da una gestione sostenibile della mobilità.

L'obiettivo da perseguire per una mobilità sostenibile è permettere al cittadino di spostarsi nel pieno del suo diritto, ma allo stesso tempo contenere le esternalità negative associate al traffico³⁷.

In quanto espressione del trasporto motorizzato, il principale effetto negativo recato dal traffico all'ambiente urbano è l'inquinamento atmosferico e

acustico. Parlare di mobilità sostenibile in ambiente urbano, quindi, significa privilegiare gli spostamenti a piedi, in bicicletta o con mezzi pubblici. In tal modo non solo si contribuisce al miglioramento delle condizioni ambientali del contesto, ma si lavora alla riappropriazione da parte della popolazione degli spazi pubblici, aumentando di fatto la vivibilità della città.

Seppur a livello nazionale e regionale possono essere date delle macro indicazioni, a livello locale i responsabili della gestione della mobilità nelle aree urbane sono le amministrazioni locali. Già nel decreto del 27 marzo 1998 sulla Mobilità sostenibile nelle aree urbane i sindaci vengono designati quali principali responsabili della gestione dei trasporti cittadini al fine della riduzione delle emissioni inquinanti. Tuttavia, nel decreto le indicazioni riguardo le responsabilità degli Enti si fermano alla prevenzione e riduzione delle emissioni inquinanti, attraverso azioni mirate sul trasporto privato e sulla sostituzione del parco veicolare pubblico.

Maggiori indicazioni, invece possono essere rilevate dalla documentazione europea. In particolare degne di nota sono le indicazioni fornite dal *Libro verde: per una nuova cultura della mobilità urbana*³⁸, che individua cinque sfide prioritarie:

- migliorare la scorrevolezza del traffico;
- ridurre l'inquinamento;
- rendere i trasporti urbani più intelligenti;
- rendere i trasporti urbani più accessibili;
- provvedere alla sicurezza della mobilità e dei trasporti.

Gli interventi per il *miglioramento della scorrevolezza del traffico*, dovrebbero interessare sia i trasporti pubblici che quelli privati. In particolare, per ciò che riguarda il trasporto pubblico, dovrebbe essere reso più appetibile e fruibile da parte di tutta la popolazione, in modo tale da poter realmente rappresentare l'alternativa ottimale agli spostamenti in automobile. Inoltre è di fondamentale importanza pensare a co-modalità di spostamento e inserire *Sistemi di Trasporto Intelligente (STI)* per una più oculata pianificazione dei percorsi.

Per Sistemi di Trasporto Intelligente si intende l'applicazione di tecnologie informatiche e delle telecomunicazione ai sistemi di trasporto. La raccolta, rielaborazione e diffusione di informazioni relative alla mobilità aiuta la gestione del traffico e un più corretto utilizzo delle reti di trasporto. Inoltre, relativamente al trasporto pubblico, l'informazione dell'utenza ne qualifica il servizio e, in caso di incidenti, facilita la gestione dell'emergenza³⁹.

³⁶ Per approfondimenti a riguardo vedi capitolo sull'energia.

³⁷ Ispra (2013), *Qualità dell'ambiente urbano*, IX Rapporto, Roma

³⁸ COM(2007) 551, *Libro verde: per una nuova cultura della mobilità urbana*

³⁹ Per approfondimenti a riguardo vedi Enea (2010), *Infomobility Systems and Sustainable Transport Services*, Enea, Roma

Per ciò che riguarda il trasporto privato, l'ottimizzazione dei flussi veicolari dovrebbe avvenire anche attraverso interventi mirati sulle infrastrutture e sui parcheggi. Il ricorso all'automobile privata dovrebbe essere limitato, ma d'altro canto devono essere studiati, in base alle funzioni e all'offerta della mobilità, luoghi in cui poter liberamente lasciare la propria auto e usufruire di altro mezzo di trasporto. Per scoraggiare l'utilizzo dell'automobile nelle aree centrali è possibile ricorrere ad aree a traffico limitato, zone a velocità ridotta (vedi aree 30), o a pedaggi urbani (utilizzati in città come Milano).

Discorso a parte andrebbe fatto per il trasporto delle merci nelle aree urbane, che rappresenta sicuramente un ostacolo alla scorrevolezza del traffico, ma per il quale non può essere previsto l'imposizione di un blocco o di sanzioni. Si può pensare, perciò di moderarne l'impatto favorendo il ricorso, a tal fine, a mezzi di piccole dimensioni e ad alimentazione elettrica o a gas.

In relazione alla *riduzione dell'inquinamento*, nonostante la regolamentazione delle norme di emissione EURO per i veicoli che possono circolare nelle città, è necessario continuare ad intervenire integrando varie strategie e prioritariamente riducendo al minimo il ricorso ai mezzi di trasporto privato.

Per agevolare, d'altro canto, l'utilizzo dei mezzi pubblici, è necessario intervenire affinché il *trasporto urbano sia più intelligente e accessibile*. Alcuni aspetti legati all'intelligenza possono essere ricondotti al ricorso alle STI, tuttavia le strategie di trasporto devono essere concepite e commisurate in relazione alle dimensioni del territorio e agli spostamenti usuali della popolazione residente e non. Fenomeni non trascurabili sono quelli del pendolarismo lavorativo e del turismo. Nel primo caso è indispensabile organizzare il trasporto in relazione alla struttura funzionale e lavorativa della città. Nel secondo caso è necessario valutare l'attrattiva culturale e turistica dell'area urbana.

Per quanto riguarda l'accessibilità, invece, il discorso può essere ricondotto su piani diversi. Il primo è quello che coinvolge le persone a mobilità ridotta, che devono essere messi in condizione di poter usufruire liberamente e agevolmente del trasporto pubblico. Altro discorso può essere condotto per l'accessibilità al territorio urbano. Per un'azione concreta sulle aree urbane devono essere prese in considerazione non solo le zone centrali ma soprattutto le più periferiche che, anche in relazione alla domanda espressa dai cittadini (in merito alle esigenze relative al lavoro e al tempo libero), devono essere connesse facilmente al resto dell'area urbana.

Se la funzionalità e l'accessibilità sono requisiti fondamentali da perseguire per la fruibilità dei trasporti, non si può ignorare l'aspetto relativo alla *sicu-*

rezza delle strade e dei trasporti.

Seppur in diminuzione, gli incidenti che ogni anno coinvolgono le aree urbane rappresentano il 76,4% degli incidenti stradali (157'023 su 205'638 totali), con 1744 morti e 213.001 feriti⁴⁰. Le categorie più a rischio sono i pedoni, i ciclisti, motociclisti e in genere gli utenti delle due ruote. Questo fenomeno risulta essere una forte minaccia per i cittadini e una spesa consistente per lo Stato. Si è calcolato che in Italia il costo medio per incidente supera i 10.000 euro, con un costo sociale annuo dell'incidentalità con danni alle persone pari a oltre 21 miliardi di euro. Per tali motivi il decisore locale è chiamato ad intervenire, nei limiti delle proprie possibilità.

A livello statale il Piano Nazionale per la Sicurezza Stradale (PNSS) indica le azioni prioritarie che le amministrazioni locali devono perseguire per una maggiore sostenibilità e sicurezza della mobilità urbana. In particolar modo gli interventi a livello locale interessano:

- la messa in sicurezza delle infrastrutture stradali e per la mobilità;
- l'educazione del comportamento degli utenti per un uso consapevole e responsabile delle strade.

Per la messa in sicurezza delle infrastrutture è necessario prevedere interventi sia sui mezzi di trasporto pubblico che sulle strutture viarie. In particolar modo gli interventi devono assicurare l'incolumità delle fasce d'utenza più a rischio, anche al fine di incentivare l'effettivo utilizzo di mezzi alternativi non motorizzati.

La sensibilizzazione dell'utenza, invece, può avvenire attraverso campagne dedicate o, in maniera più mirata, attraverso insegnamenti specifici nelle autoscuole.

Se questa può essere considerata una panoramica piuttosto veloce e di insieme di quelli che possono essere gli interventi puntuali su singoli aspetti inerenti trasporti e mobilità, un discorso più sistematico può essere condotto prevedendo la redazione di uno strumento dedicato alla sostenibilità della mobilità nell'area urbana: il *Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile* (PUMS). Istituito dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con la legge 340 del 24 novembre 2000, prevede la gestione degli interventi sul sistema della mobilità, comprendenti quelli

sulle infrastrutture di trasporto pubblico e stradali, sui parcheggi di interscambio, sulle tecnologie, sul parco veicoli, sul governo della domanda di trasporto attraverso la struttura della mobility manager, i sistemi di controllo e regolazione del traffico, l'informazio-

⁴⁰ Dati Aci-Istat elaborati da Ispra nel IX Rapporto – *Qualità dell'ambiente urbano 2013*



ne dell'utenza, la logistica e le tecnologie destinate alla riorganizzazione della distribuzione delle merci nelle città⁴¹.

Molte città lo hanno adottato per riuscire a coordinare gli interventi specifici con un'oculata pianificazione sia di carattere tecnico-urbanistico che economico. La visione strategica offerta dal PUMS permette di definire linee di indirizzo e macro obiettivi, azioni mirate su problemi specifici e allo stesso tempo misure operative per intervenire puntualmente sui problemi, quantificandone i costi e benefici e massimizzando l'efficienza degli investimenti. Inoltre, la verifica in itinere ed ex post degli effetti delle varie fasi di intervento aiuta l'ottimizzazione dello strumento, attraverso la regolazione e modifica, se necessario, di parte delle previsioni di piano.

Organizzazione urbana e consumi energetici

Nel Capitolo 10 si è fatto riferimento ad alcuni dei fattori che legano il consumo e la produzione di energia alle caratteristiche territoriali. In questo paragrafo, invece, si indagherà sulla natura dei consumi nelle aree urbane in relazione alla morfologia degli insediamenti e alla loro organizzazione funzionale. Comprendere, da un lato, in che modo l'organizzazione (morfologica e funzionale) della città incide sui consumi e, dall'altro, quali sono le ripercussioni degli stessi sull'ambiente urbano, significa individuare gli aspetti fisici e funzionali sui quali si può intervenire per migliorare le condizioni dell'ecosistema città.

In linea generale possiamo dire che i consumi degli edifici isolati sono nettamente più alti rispetto a quelli inseriti in un tessuto urbano densamente costruito. Da ciò si può desumere che una densità più alta abbassa i consumi pro capite, mentre la dispersione urbana, oltre a gravare maggiormente sul consumo di suolo e sui costi per la mobilità, rappresenta la condizione edilizia più energivora a livello territoriale.

Per capire, invece, in che modo l'organizzazione funzionale della città incide sui consumi energetici è necessario visualizzare qualitativamente e quantitativamente quelle che possono essere considerate le principali attività in qualche modo legate alla morfologia urbana⁴².

Le prime ad essere citate possono essere le *attività legate al comfort*, ovvero al perseguimento del benessere fisico, che può essere ricercato all'interno degli ambienti confinati o negli spazi pubblici aperti. Nel primo caso i consumi a cui si fa

riferimento sono quelli relativi alle abitazioni, alle attrezzature di uso collettivo e ai luoghi di lavoro, in relazione alle attività di riscaldamento e climatizzazione degli ambienti.

Altre attività legate alla morfologia urbana sono quelle relative ai *trasporti*. Lo spostamento di merci e persone, necessario per svolgere le attività quotidiane, richiede un consumo di energia tanto più elevato quanto più lunga è la distanza da percorrere e quanto più sono numerosi gli spostamenti. Inoltre, in relazione alle dotazioni della città, l'energia necessaria agli spostamenti cambierà anche in relazione alle modalità di spostamento prescelte.

Sono da menzionare, infine, le *attività per la produzione di beni*, nonostante siano presenti solo marginalmente nelle aree urbane e generalmente sono delocalizzate nelle aree industriali.

Considerando ciò, si possono utilizzare i dati del Ministero dello Sviluppo Economico⁴³ per calcolare approssimativamente i consumi energetici urbani potenzialmente legati alla morfologia e all'organizzazione funzionale, come mostra la Tabella 13.2.

Tabella 13.2 - Percentuali consumi⁴⁴

Classi di consumo	da	a
Comfort	25%	35%
Trasporti	19%	27%
Produzione beni e servizi industriali	6%	8%
Totale	50%	70%

Dai dati emerge che la percentuale di consumi urbani attribuibile alle categorie d'uso elencate in tabella oscilla tra il 50 e il 70%. In particolare i consumi legati al raggiungimento o al mantenimento del comfort rappresentano la quota più importante, che varia tra il 25 e il 35%, seguita dai trasporti (19-27%) e dalla produzione di beni e servizi industriali (6-8%).

Esaminando, invece, quelle che sono le ripercussioni dei consumi sulla città, si può fare in parte riferimento a questo capitolo nel quale è già stato illustrato come il consumo di energia per gli usi cittadini è legato direttamente al microclima e all'inquinamento e indirettamente, quindi, al benessere psicofisico e alla valorizzazione ambientale.

Una simulazione del rapporto tra consumi, microclima e inquinamento è stata rappresentata da un'elaborazione dell'Enea, Figura 13.4, per la città di Roma, nella quale, partendo dalla rilevazione dalle emissioni di CO₂, è stata restituita l'immagine della concentrazione dei consumi a livello urbano.

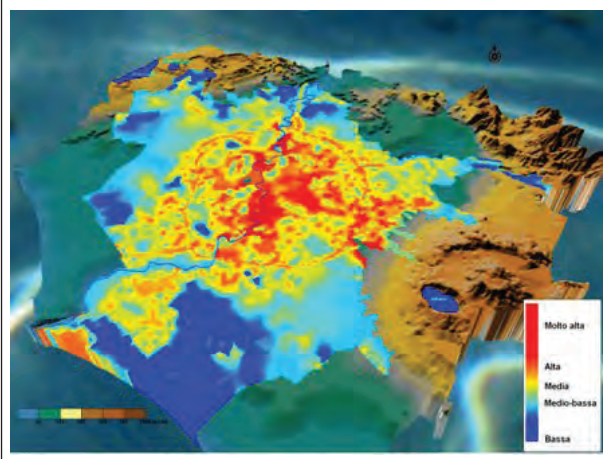
⁴¹ Legge 24 novembre 2000, n. 340

⁴² De Pascale P. (2008), *Città ed energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano

⁴³ Bilancio Energetico Nazionale 2012

⁴⁴ Tabella estratta da De Pascale in Alberti V., De Ioris D., De Pascale P., Di Pasqua G., Reginaldi M. (2013), *Temì di sostenibilità eco-energetica per la riqualificazione urbana*, Orienta, Roma

Figura 13.4 - Mappa dei consumi di Roma



Fonte: Enea

Individuati quelli che sono gli elementi di connessione tra consumi energetici e organizzazione urbana, è indispensabile a questo punto capire su quali fattori il decisore pubblico potrà intervenire per razionalizzare i consumi e nello stesso tempo migliorare la qualità ambientale e la vivibilità.

Il primo aspetto su cui intervenire è la *densità abitativa*. Naturalmente in tal senso i risultati più significativi si avranno per gli insediamenti di nuova edificazione, dove sarà possibile determinare a priori la densità più efficiente. Ma date le considerazioni riportate nel paragrafo relativo al consumo del suolo, l'utilizzo di aree agricole per la realizzazione di nuovi insediamenti richiederebbe uno spreco di suolo tale da vanificare, da un punto di vista energetico, il risparmio ottenuto dalla conformazione compatta del nuovo insediamento. Per tale motivo gli interventi verso i quali dovrebbe essere orientato il decisore pubblico sono quelli relativi alla trasformazione e rigenerazione di vuoti urbani o aree urbane dismesse.

Intervenendo sul costruito si possono registrare effetti positivi sia sulla mobilità che sulla rigenerazione di contesti urbani problematici. Una maggiore densità insediativa facilita le dotazioni infrastrutturali; inoltre, i costi per la manutenzione delle infrastrutture, venendo ripartiti tra più utenti, risultano facilmente sostenibili e il loro impatto sul territorio risulta minimo in rapporto a quello che potrebbe essere legato ad interventi di nuova edificazione. Inoltre una maggiore densità agevola gli spostamenti pedonali. Alcuni studi inglesi⁴⁵ hanno dimostrato che nei contesti urbani in cui la distanza tra i servizi e le residenze è di circa 500 m, gli abitanti tendono a privilegiare gli spostamenti a piedi. Sempre secondo gli stessi studi

⁴⁵ Si fa riferimento allo studio dell'Urban Village Group (1992), *Urban villages: a concept for creating mixed-use urban developments on a sustainable scale*, e a quello degli Urban Task Force (2005), *Towards a strong urban renaissance*

la densità da preferire dovrebbe essere di circa 10.000 abitazioni/km² e dovrebbero essere assicurati tutti servizi primari ogni circa 7500 abitanti. Tali parametri aiutano anche a risparmiare energia per i trasporti in quanto con minori spostamenti si possono servire più utenze. Per ciò che riguarda il trasporto pubblico, infatti, la sostenibilità, sia ambientale che economica, è strettamente legata al numero di utenze servite per unità territoriale. In generale si calcola che per rendere sostenibile la realizzazione di una nuova linea di bus si deve pensare di servire almeno 2500 residenze per km², ovvero si dovrà prevedere che la linea attraverserà un'area con densità residenziale di almeno 10000ab/km², mentre per un tram sono necessarie 6000 residenze per km² (24000 ab/km²).

Il secondo aspetto su cui intervenire per migliorare l'efficienza energetica a livello urbano è la *distribuzione funzionale* e *grado di integrazione sociale*. Come si è visto, assicurare una dotazione funzionale facilmente raggiungibile agevola gli spostamenti pedonali e diminuisce l'inquinamento e, indirettamente, il surriscaldamento dell'ambiente urbano. Ma oltre a lavorare sull'abbreviamento delle distanze è necessario rendere la rete infrastrutturale differenziata ed interconnessa e operare affinché i percorsi pedonali siano sicuri e di qualità. Qualsiasi intervento sull'area urbana dovrebbe contribuire a scoraggiare il ricorso all'auto privata.

Pensando ai modelli di *smart grid* illustrati nel Capitolo 10, bisogna inoltre ricordare l'importanza della *mixité* funzionale e sociale al fine di differenziare l'utenza energetica e assicurare una richiesta più o meno costante durante tutto l'arco della giornata. Per gli interventi possibili sui sistemi di *trasporto e in generale sulla mobilità* si rimanda al paragrafo apposito.

Non sono poi da sottovalutare gli aspetti legati al *risparmio energetico* degli edifici e degli spazi aperti. I principali consumi a livello urbano sono quelli civili relativi alle residenze e al settore terziario. Tuttavia gran parte dei risultati sul settore edilizio rischiano di essere vanificati se non si agisce contemporaneamente anche sulla regolazione del comfort degli spazi aperti. Gli strumenti attraverso i quali intervenire possono essere: il regolamento edilizio, gli incentivi, campagne per la certificazione energetica di edifici e spazi aperti.

Accordi per la sostenibilità urbana

La programmazione europea sostenibile delle città ha un quadro storico ricco e complesso. Si ritiene che l'Agenda 21, il Patto dei Sindaci e il paradigma delle città smart, siano tra le iniziative che indirizzano verso la sostenibilità le aree urbane. Per



questo di seguito si illustreranno le caratteristiche e le potenzialità di questi strumenti, con le risorse necessarie e i margini di azione e il finanziamento da parte della Comunità Europea.

Agenda 21 Locale

L'Agenda 21 è uno dei cinque importanti documenti⁴⁶ elaborati nel 1992 durante la Conferenza di Rio (UNCED - *United Nations Conference on Environment and Development*) sull'Ambiente e lo Sviluppo. Letteralmente il documento rappresenta un'agenda delle azioni da intraprendere da parte delle Nazioni Unite nel XXI secolo, per far fronte alle emergenze climatico-ambientali, sociali ed economiche a livello globale, attraverso azioni mirate di carattere locale⁴⁷.

Per una Amministrazione Locale, aderire all'Agenda 21 può rappresentare un importante elemento catalizzatore di azioni che perseguono la sostenibilità urbana. In particolare può essere un pretesto utile a:

- migliorare la capacità degli Enti locali di intervenire sulla gestione ambientale;
- sviluppare procedure politiche e amministrative efficaci in particolar modo in relazione alla partecipazione della cittadinanza;
- applicare efficacemente gli strumenti di gestione;
- rendere più attiva e propositiva l'amministrazione, al suo interno (verso i cittadini) e nei confronti delle aree urbane vicine;
- rivitalizzare l'economia locale facendo nascere nuove imprese.

Lo strumento attraverso il quale si formalizza l'adesione all'Agenda è il Piano d'Assetto Locale (PAL), attraverso il concepimento, la redazione e il monitoraggio del quale le amministrazioni si impegnano a lavorare, in linea con gli obiettivi comunitari per la sostenibilità.

Patto dei Sindaci

Tra le azioni mirate agli aspetti energetici che caratterizzano le aree urbane, la sottoscrizione del Patto dei Sindaci può rappresentare un'occasione per creare network con altre realtà territoriali simili con le quali scambiare esperienze. L'adesione al Patto, attraverso la redazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), prevede la proposizione

⁴⁶ I documenti siglati furono: la Dichiarazione di Rio sull'ambiente e lo sviluppo, Agenda 21, Convenzione sulla diversità biologica, Principi sulle foreste, Convenzione sul cambiamento climatico

⁴⁷ Ulteriori riferimenti alla Agenda 21 sono comunque presenti nel Capitolo 3

di azioni concrete in relazione a:

- l'*efficienza energetica* per l'edilizia pubblica e privata;
- la riqualificazione per il risparmio energetico dell'*illuminazione pubblica*;
- la predisposizione del *rinnovo dei veicoli dell'Ente pubblico*, con altri che abbiano un impatto più basso sulle emissioni;
- gli interventi sulla *mobilità privata*;
- la produzione di energia da *fonti rinnovabili*;
- i processi di *sensibilizzazione e informazione della cittadinanza* in relazione alle tematiche energetiche;
- le *politiche urbane e territoriali* per perseguire gli obiettivi che si sono illustrati brevemente in questo capitolo.

Aderire al Patto dei Sindaci può rappresentare un impegno esplicito da parte dell'amministrazione ad intervenire in maniera mirata sulle emissioni di CO₂ e, più in generale, sulle questioni eco-energetiche. Inoltre può aiutare a rendere più efficaci le azioni mirate in tal senso.

La smart city

Che cosa rappresenta il termine smart city e quali caratteri contribuiscono a definire le pratiche associate? Una trattazione esaustiva si ritrova nella letteratura citata in nota⁴⁸. Per avviare un percorso di riflessione sulla città e sui territori, si può ripartire dai primi quattro capitoli di questo libro nei quali si tratta della portata delle relazioni tra ambiente, territorio e popolazione considerando le relazioni tra le trasformazioni economiche e sociali anche rispetto al tessuto urbano.

Secchi afferma che il discorso sull'urbanistica è caratterizzato da ricorsi ciclici di espansione e riduzione poiché

ogni qualvolta la struttura dell'intera economia e dell'intera società, cioè i rapporti di produzione, subiscono un cambiamento radicale, emerge una nuova questione urbana⁴⁹.

Da questo punto di vista sono nati un certo numero di modelli antitetici, alternativi e difficilmente

⁴⁸ Forum PA & IBM (2011), *Smart City. Progetti e tecnologie per città più intelligenti*, Edizioni Forum PA; Giffinger R. et al. (2007), *Ranking of European medium-sized cities. Final report*, www.smart-cities.eu; Meeus L. et al. (2010), *Smart Cities Initiative: How to foster a quick Transition towards Local Sustainable Energy Systems*, Florence School of Regulation – EUI Working Paper RSCAS 2010/70; Moss Kanter R., Litow S. (2009), *Informed and Interconnected: A Manifesto for Smarter Cities*, Harvard Business School Working Paper n.09-141

⁴⁹ Secchi B. (2012), *La città giusta e la nuova questione urbana*, in Ischia U. (2012), *La città giusta*, Donzelli Editore, p. XII

te conciliabili, per la definizione di azioni, spesso al servizio di interessi dominanti. Soluzioni ai problemi ambientali sono spesso considerate in conflitto con interventi di crescita e lo scontro tra modelli contrapposti ha segnato la logica delle risposte proposte.

Per superare questa dicotomia basterebbe riconoscere il valore intrinseco di determinate categorie di beni comuni e di ponderare con equilibrio il gioco degli interessi nel governo del territorio⁵⁰.

Pianificare la sostenibilità per governare la competitività sembra esser diventato un fattore inevitabile per ogni area urbana, anche al fine di evitare forme di radicalismo ambientalista a favore di atteggiamenti economicamente e ambientalmente favorevoli⁵¹.

In un contesto di mutamento dell'economia appare necessaria una riflessione sul significato, il ruolo e il valore della tecnica per il progresso della società contemporanea e sugli effetti e le trasformazioni dell'organizzazione sociale e spaziale con le quali ci si dovrà confrontare.

Per la pianificazione urbana e territoriale l'interesse principale è chiaramente definito dalle prospettive di trasformazione legate alle nuove politiche di sviluppo che prevedono in una fase transitoria⁵² la riformulazione della sostenibilità, come spiegato nei Capitoli 1 e 2.

Riprendendo l'ottima definizione di Wikipedia per smart city intendiamo

la città intelligente [che] in urbanistica e ingegneria è un insieme di strategie di pianificazione urbanistica tese all'ottimizzazione e all'innovazione dei servizi pubblici così da mettere in relazione le infrastrutture materiali delle città con il capitale umano, intellettuale e sociale di chi le abita grazie all'impiego diffuso delle nuove tecnologie della comunicazione, della mobilità, dell'ambiente e dell'efficienza energetica, al fine di migliorare la qualità della vita e soddisfare le esigenze di cittadini, imprese e istituzioni.⁵³

Emerge dunque l'affermarsi di una nuova proposizione progressista nella pratica del procedere quotidiano. L'appellativo smart city ha avuto comunque la capacità di catalizzatore per una moltitudine di interessi e pratiche eterogenee, un conte-

nitore di significati e valori differenti, con un limite probabile che è quello di aver inizialmente appiattito il livello dell'attenzione sulla disponibilità di finanziamenti.

Al di là quindi della definizione formale ci troviamo in un campo in forte movimento dovuto alle sperimentazioni ancora in corso: per questa ragione possiamo distinguere 4 piani rispetto a un concetto in divenire:

1. un *piano astratto o narrativo*, che si articolano secondo specifici interessi di settore e si proietta al futuro con slancio utopico;
2. un *piano organizzativo* che richiede alle amministrazioni interventi sia verticali (leadership) che orizzontali (sinergie e partenariati);
3. un *piano giuridico-normativo* che affianca al concetto di democrazia e beni comuni, l'applicazione di regole di contratto e di appalto efficienti per qualità dell'offerta, rendicontazione di bilanci e ritorno d'investimento;
4. un *piano tecnico-spaziale* relativo alla necessità di trasformare forme e funzioni per convertire sistemi obsoleti e, al contempo, controllare e impedire il verificarsi di esternalità negative.

Il fatto è che fino a quando non sarà possibile valutare ex-post alcune delle pratiche messe in campo ogni sorta di definizione più articolata e comprensiva richiederà la verifica del tempo per essere convalidata o confutata. E' invece possibile fornire valutazioni ex-ante delle dinamiche in atto, in modo da poter orientare le successive applicazioni.

Emerge in ogni caso un elemento dominante che risulta determinante per lo sviluppo di un territorio, il tempo, inteso da un lato come *prospettiva di lungo periodo* e quindi come strategia dell'Amministrazione e dall'altro come *velocità di adattamento* rispetto al quadro di riferimento dato e rispetto alla sequenza temporale *fasi di attuazione* con la relativa programmazione degli interventi.

Per quei territori che non saranno in grado di prevedere le conseguenze del mutare delle condizioni economiche e sociali, che non sapranno valorizzare le potenzialità del proprio patrimonio ambientale e sociale o, ancora, legare il proprio sviluppo ad altre realtà metropolitane di maggiore rilevanza internazionale sarà possibile misurarsi solo con una dimensione di declino, ma anche in questo caso alcune delle soluzioni perseguite nel processo della smart city, quali l'efficientamento

⁵⁰ Donolo C. (2012), *Qualche chiarimento in tema di beni comuni*, in *Lo Straniero* 140

⁵¹ OECD (2013), *Green Growth in Cities*, OECD Green Growth Studies

⁵² UN-Habitat (2009), *Planning Sustainable Cities*, Sterling; UNEP (2011), *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*

⁵³ http://it.wikipedia.org/wiki/Citt%C3%A0_intelligente



energetico o la mitigazione ambientale, potranno ad ogni modo attenuare gli effetti negativi⁵⁴.

Un altro fattore da tenere presente è la dimensione spaziale che porta alla considerazione di diversi piani di azione dipendenti dalle dimensioni urbane che si vanno ad analizzare. Da un lato vi saranno le medie e grandi realtà urbane che comunque attraggono investimenti e dall'altro le aree interne dove, al momento, la considerazione della dimensione energetica appare l'unica possibilità concreta.

Sempre allo stato attuale di sperimentazione sembra utile considerare insieme l'aspetto economico e ambientale che viene riassunto nelle tre asserzioni che seguono:

- Smart city è uno strumento adatto per perseguire obiettivi economici e anche ambientali, favorevoli, superando apparentemente le contraddizioni in termini tra natura e crescita;
- Il progetto della smart city opera sia su spazi ristretti già configurati che in spazi di espansione delle grandi aree urbane;
- Smart city utilizza nuove tecnologie, principalmente legate al settore delle tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni, privilegiando determinate categorie sociali, anche se, potenzialmente, queste tecnologie dovrebbero allargare la partecipazione democratica nei processi decisionali;
- Smart city prevede un forte bisogno di regia pubblica a tutti i livelli di governo ma anche l'incentivazione all'investimento di capitali privati.

Ognuno di questi elementi deve dunque convergere in una visione condivisa⁵⁵ che riesca a valorizzare capacità differenziate e soluzioni competitive sviluppate con l'interesse finale di aumentare la qualità della vita dei cittadini.

Per l'amministrazione e il governo di una città avviare una riflessione sulla transizione, implicita nel processo della smart city, significa la possibilità di concentrarsi, con un approccio strategico, sulla definizione della meta da raggiungere, gli obiettivi da perseguire, l'analisi delle risorse e la fattibilità degli interventi. In altre parole significa riuscire a decidere sul futuro, coinvolgendo nuovi processi industriali insieme a pratiche d'innovazione, interessi collettivi e particolari verso obiettivi condivisi.

Tornando brevemente ai quattro piani di lettura citati in precedenza, in conclusione, è bene chiarirne alcuni aspetti. Ognuno di questi piani appare fondamentale per l'attuazione della strategia e deve essere

considerato insieme ad ognuno per una trasformazione radicale ed efficace nel lungo periodo.

In particolare *il piano astratto* costituisce un elemento iniziale capace di mobilitare interesse d'investimento e fornisce lo strumento per coinvolgere tutti i possibili stakeholder, nel tentativo di modificare il comportamento e le azioni dei cittadini con risvolti concreti nel raggiungimento di obiettivi di una migliore qualità della vita urbana.

Il *piano organizzativo* ha conseguenze dirette sul modello amministrativo che si intende perseguire. La *governance* della smart city impone delle scelte di efficacia economica e decisionale che necessita di nuove forme di collaborazione e competenze istituzionali, da creare all'interno delle stesse amministrazioni.

Il *piano giuridico-normativo* estremamente delicato riguarda le regole che un popolo si dà per la propria convivenza civile. Ai fini dello sviluppo di regole che agevolino il processo smart city è utile far rilevare come, soprattutto nei paesi anglosassoni, ci debba essere particolare attenzione alla formulazione di gare d'appalto di beni e servizi per la pubblica amministrazione con la possibilità di migliorare la competizione tra imprese, facilitare processi d'innovazione e stimolare un'economia diffusa sul territorio.

Il *piano tecnico spaziale* riguarda le tecnologie capaci di soddisfare requisiti di abbattimento di emissioni nocive con il raggiungimento degli obiettivi ambientali. Dalla riqualificazione del patrimonio immobiliare, la gestione del traffico urbano, i sensori, le telecomunicazioni fino alle energie rinnovabili, esistono notevoli possibilità di applicazione.

Molte di queste tecnologie, in particolare quelle digitali, non sembrano, almeno nell'immediato, avere specifico impatto sull'assetto fisico delle città, ma è indubbio che le trasformazioni che imporranno sul comportamento dei cittadini si rifletteranno nel tempo anche nella costruzione di un nuovo immaginario spaziale: compito della sperimentazione e della volontà degli amministratori riuscire a costruirlo.

Per una amministrazione che voglia cominciare ad attuare delle politiche legate al campo della smart city è fondamentale avviare un processo strategico per la definizione condivisa di obiettivi realisticamente perseguibili. Nell'arco temporale dei cinque anni di un mandato elettorale, quindi, la scelta degli investimenti dovrebbe ricadere su un singolo progetto pilota, il più ampio e multisettoriale possibile, che riesca a raccogliere largo consenso sociale. In questo senso individuare delle strategie che migliorino l'efficienza energetica del sistema urbano risulta proficuo sotto molti punti di vista non ultima la possibilità offerta dai prossimi finanziamenti europei.

⁵⁴ ICLEI (2009), *Sustainable urban energy planning*

⁵⁵ Per il rapporto tra Smart City e modelli partecipativi vedi Capitolo 27



Capitolo 14

Le aree agricole

Cinzia Coduti, Nicola Stolfi, Lucio Triolo

Il concetto di sostenibilità in agricoltura

Il concetto di *Sostenibilità* in agricoltura ha registrato una evoluzione quando dalla sua unica funzione di attività agricola come produzione alimentare si è progressivamente andato imponendo il problema della *stabilità della produzione* nel tempo. Si andava verificando che, una agricoltura intensiva che impiegava importanti mezzi di produzione e consumatrice di grandi quantitativi di *agrochemicals* a lungo andare, avrebbe comportato una progressiva diminuzione di produttività. E' risultato evidente che l'erosione del suolo, i mutamenti climatici, le deposizioni acide, la desertificazione e l'impoverimento delle capacità produttive dei suoli costituivano gli aspetti più eclatanti di degradazione ambientale con negative ricadute dirette sugli *agrosistemi*. E' convincimento assodato presso i vari analisti dello sviluppo che i differenti aspetti dei sistemi agroalimentari siano sempre più dipendenti dai mutamenti nelle condizioni biologiche, chimico-fisiche e socioeconomiche, tra le quali occorre citare la conversione di terre rurali ad altri usi, i costi crescenti degli input di produzione e la contemporanea variabilità dei prezzi per le produzioni agricole.

Il concetto di *sostenibilità* va rapportato a quello di durata della produttività dell'agrosistema in condizioni possibili non solo per il breve e medio periodo ma anche per il lungo termine. La *sostenibilità* è collegata alla capacità di mantenere certe attività nonostante lo *stress* ai quali vengono sottoposti i suoli, i sistemi vegetali e animali. Uno stress può venire da un evento raro oppure inaspettato come una grande siccità o un aumento inusitato dei prezzi dei prodotti.

Per avere una misura di tali stress e dell'azione che l'uomo compie per adattare il sistema di produzione primario alle proprie necessità possiamo partire da tre indicatori.

Produttività. Usata per misurare la performance agricola, è data dal prodotto espresso per l'unità di input di risorse utilizzate, oppure dal prodotto o dal reddito per ettaro.

Stabilità. Può essere definita come la continuità della produzione dipendente dalle variabili ambientali, sociali, economiche (fluttuazioni del clima o della domanda di mercato dei prodotti agricoli) che caratterizzano l'agrosistema.

Equità. L'equità è definita come una equilibrata ripartizione tra i redditi degli agricoltori, e dei distributori e i prezzi al consumo sostenuti dai consumatori.

Questi tre fattori devono quindi coesistere in maniera rilevante.

Sul piano tecnologico e gestionale gli obiettivi sono raggiungibili se l'attività agricola e industriale connessa:

- porta a prodotti ecocompatibili, cioè con elevate caratteristiche di accettabilità ambientale sia nella fase della loro vita utile che in quella della loro dismissione;
- impiega tecnologie e processi che assicurano un utilizzo razionale delle risorse, attraverso la riduzione per unità di prodotto della quantità di energia, materie prime, prodotti ausiliari, acqua e altri input che entrano nei processi produttivi e attraverso la semplificazione dei processi e/o l'introduzione di nuove tecnologie comportanti risparmi, recuperi e aumenti delle rese, nonché la sostituzione degli input non rinnovabili con input rinnovabili;
- persegue la minimizzazione delle emissioni liquide, gassose e dei residui di pesticidi e di fertilizzanti e quindi degli effetti indesiderati sui cicli biogeochimici e sugli ecosistemi locali e generali;
- sceglie siti, terreni, rotazioni colturali più appropriati per l'attività agricola e la localizzazione degli impianti, sulla base di nuovi criteri che tengano conto delle caratteristiche agronomiche, socioeconomiche e insediative, nonché dei valori naturali, paesaggistici e turistici, e dei rischi ambientali, di salute e di sicurezza;
- discende da piani, programmi e progetti la cui

elaborazione ha privilegiato l'analisi, lo studio e la valutazione preventiva (ex ante) degli impatti e dei loro effetti sulla qualità ambientale e di vita rispetto alla bonifica degli effetti nocivi degli impatti stessi (ex post);

- è in grado di svolgere un ruolo attivo nel campo del risanamento e recupero ambientale come contributo di settore ad un più vasto disegno di rilancio di una pianificazione ecologica integrata;
- è in grado di sviluppare iniziative nel campo della formazione, informazione e ricerca nel campo dell'ambiente agricolo finalizzate alla costituzione e all'uso di banche dati sui fattori produttivi agricoli e sulla compatibilità ambientale utili anche alla predisposizione di bilanci ambientali;
- è in grado di utilizzare appieno le moderne tecnologie informatiche e modellistiche di supporto alle decisioni e i più recenti sviluppi nel campo del rilevamento, monitoraggio e controllo ambientale.

La possibilità di adozione di diverse forme di *intercropping*, ad esempio, ossia l'allevamento di due o più colture simultaneamente sulla stessa superficie agraria, porta diversi benefici che derivano dal fatto che i raccolti utilizzano risorse differenti, interagendo l'uno con l'altro. La interazione può anche servire a controllare parassiti ed erbe infestanti. Appare utile adottare il sistema delle rotazioni colturali che è in grado di migliorare la struttura e la fertilità naturale del terreno, di ridurre i problemi d'ordine fitopatologico e in più consente di minimizzare le lavorazioni meccaniche.

Al fine di rendere accettabile il profilo ambientale è possibile, sempre in una ottica di sostenibilità, aumentare il *controllo biologico* attraverso l'uso di nemici naturali, parassiti o predatori, per controllare le epidemie. Se le epidemie sono di origine esotica, come è oggi frequente, vedi i Capitoli 6 e 9, i nemici possono essere importati dal paese di origine della epidemia; se sono indigene è possibile utilizzare varie tecniche per aumentare il numero dei nemici naturali già esistenti nel territorio riuscendo così ad arrivare ad una gestione integrata dei parassiti.

Un altro punto focale riguarda le *concimazioni* che vanno effettuate in funzione delle reali esigenze dei suoli e della coltura considerando eventuali rotazioni, le caratteristiche fisico-chimiche dei terreni e i cicli vegetativi. Per quanto attiene alla lotta anti-parassitaria occorre considerare le varietà resistenti alle principali fitopatie da insetti e da funghi che consentono di ridurre l'impiego di antiparassitari e fitofarmaci.

Per quanto riguarda gli aspetti che potremmo definire strutturali, si sente oggi la necessità di minori lavorazioni meccaniche del terreno che riducono l'erosione del suolo e i consumi energetici diretti e indiretti associati alle macchine agricole. Inoltre tali tecniche consentono un minor consumo di acqua mantenendo l'umidità del terreno al di sotto della capacità di campo.

Più di recente è arrivata a maturazione l'idea che la sostenibilità dell'agricoltura vada strettamente estesa e associata con la salvaguardia delle risorse naturali, la valorizzazione del paesaggio, la diffusione delle attività agroturistiche. Tanto è vero che oggi in base a regolamenti della Unione Europea, da una parte si impongono limiti nell'uso di sostanze chimiche pericolose, ancora più restrittivi in aree protette, e dall'altra si premiano gli agricoltori più avveduti che contribuiscono con la conduzione delle loro aziende alla manutenzione e alla salvaguardia dell'ambiente.

Il consumo di suolo

Il suolo è una risorsa naturale limitata non rinnovabile, necessaria non solo per la produzione alimentare e il supporto alle attività umane, ma anche per la chiusura dei cicli degli elementi nutritivi e per l'equilibrio della biosfera.

Il concetto di consumo di suolo è definito come una variazione di una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato).

In Italia negli ultimi venti anni si è registrato un consumo di suolo in costante andamento crescente. Il recente studio dell'Ispra *Il consumo di suolo in Italia 2014*¹ fornisce il quadro seguente, come mostrano le Tabelle 14.1 e 14.2.

Tabella 14.1 - Stima del suolo consumato a livello nazionale, in % sulla superficie nazionale e in ettari, per anno

	Anni						
	1950	1989	1996	1998	2006	2009	2012
Suolo consumato (%)	2.9%	5.4%	5.9%	6.1%	6.8%	7.0%	7.3%
Suolo consumato (km ²)	8.7000	16.220	17.750	18.260	20.350	21.170	21.890

Fonte: Ispra, Rapporto *Il consumo di suolo in Italia 2014*

Lo stesso studio fornisce la destinazione prevalente del suolo consumato.

¹ <http://www.isprambiente.gov.it/it/events/il-consumo-di-suolo-in-italia>

Tabella 14.2 - Percentuale di superficie per tipologia di suolo consumato sul totale del suolo consumato in Italia, 2006

Tipologia di suolo consumato	% sul totale del suolo consumato
Edifici, capannoni	30%
Strade asfaltate e ferrovie	28%
Altre strade	19%
Piazzali, parcheggi, aree di cantiere, aree estrattive, discariche	14%
Altre aree consumate	9%

Fonte: Ispra, rapporto Il consumo di suolo in Italia 2014

Oltre a evidenti motivazioni di carattere sociale ed economico la spinta alla cementificazione in tutte le sue forme ha portato alla impermeabilizzazione dei terreni ed è stata anche frutto di una miope tendenza culturale che ha attribuito scarso valore all'ambiente, all'agricoltura e all'irriproducibilità del suolo. Dal secondo dopoguerra si è diffuso un progetto di ingegneria socio-territoriale che ha costruito il sogno della casa di proprietà a contatto con la natura, uno dei principali *driver* dello *sprawl* urbano ed ha penalizzato la pratica del riuso e del restauro. E' interessante notare in proposito che il tasso di urbanizzazione è considerato, ancora oggi erroneamente, un indice di sviluppo.

L'impermeabilizzazione rappresenta la principale causa del degrado del suolo non solo in Italia ma in tutta Europa. I suoi effetti negativi sono molteplici:

- Riduzione e compromissione delle funzioni produttive del terreno agricolo;
- Rischio di dissesto idrogeologico dovuto ad un incremento della velocità dell'acqua di ruscellamento;
- Alterazione del paesaggio e compromissione della sua funzione produttiva, culturale, identitaria, ecologica e del suo valore estetico;
- Compromissione della capacità del suolo di assorbire il carbonio atmosferico, di fornire supporto e sostentamento per la componente biotica dell'ecosistema e di garantire la biodiversità;
- Frammentazione degli habitat e interruzione dei corridoi migratori per le specie selvatiche;
- Incremento della temperatura media in ambiente urbano a causa della minore traspirazione vegetale e dell'evaporazione e delle più ampie superfici con un alto coefficiente di rifrazione del calore.

E' interessante notare che la crescita della impermeabilizzazione dei terreni ha registrato un anda-

mento esponenziale superiore a quello della crescita demografica, sviluppandosi in modo particolare a scapito delle aree agricole, come si evince chiaramente dalla Tabella 14.3, passando dal 7,9% nel 1990 al 9% del 2006. Le aree a vocazione agricola più colpite risultano essere le colture permanenti, i seminativi in aree non irrigue, i prati stabili e le zone agricole eterogenee (rispettivamente: 9%, 7,0%, 7,1%, 11,3%).

Tabella 14.3 - Stima del suolo consumato (%) all'interno delle aree ad uso agricolo, per anno

Anni	Suolo consumato (%)		
	1990	2000	2006
Aree agricole	7,9%	8,1%	9,0%

Fonte: Ispra, Rapporto Il consumo di suolo in Italia 2014

Il consumo di suolo è strettamente correlato anche alla scomparsa di aziende agricole. Infatti fra il 2000 e il 2010 sono scomparse circa un milione e 600 mila aziende agricole (con una diminuzione del 32,2%) e la loro dimensione media è aumentata del 44,4% (ora pari a 7,9 ettari), con un conseguente fenomeno di fusione e concentrazione che modifica di fatto l'uso del territorio.

L'uso del territorio dipende da una combinazione complessa di politiche territoriali: urbanistiche, degli insediamenti industriali e commerciali, dei trasporti. Oltre a quei condizionamenti, segue alcune tendenze (interessi economici, fatti speculativi, condizioni ambientali, interesse dei Comuni a percepire oneri di urbanizzazione, sviluppo dell'informatica) che orientano e ne stabiliscono i connotati.

Bisogna riconoscere che in questa materia la regolamentazione urbanistica, suddivisa tra i vari livelli di governo, non ha funzionato come avrebbe dovuto. Infatti a livello statale la vecchia legge urbanistica del 1942 è chiaramente inadeguata e non opera in maniera preventiva; a livello comunale il Piano Regolatore non agisce come strumento ordinario di pianificazione del territorio ma come strumento *una tantum* di regolarizzazione.

Il consumo di suolo risulta ancora più grave attorno alle concentrazioni urbane in quanto l'espansione riguarda, chiaramente per ragioni storiche, i terreni più fertili. In questo caso risulta maggiore la perdita di capacità di produzione agricola e la rimozione di suoli agricoli gestibili tramite misure di agricoltura conservativa, privando così il terreno del suo potenziale per la fissazione naturale del carbonio.

D'altra parte le aree *periurbane* presentano particolari opportunità economiche e sociali: migliori



dotazioni di servizi e di infrastrutture; capacità di diffusione di know-how tecnologico ed imprenditoriale; vicinanza al mercato cittadino capace di favorire il cosiddetto *ciruito corto* del mercato urbano.

Per una opportuna ed efficace destinazione agricolo-produttiva di aree periurbane² risulta utile pensare, oltre che a definire contenuti normativi e amministrativi specifici (indici di edificabilità, vincoli di destinazione, localizzazione dei servizi e opere pubbliche), di impostare una politica di programmazione territoriale a livello zonale sovracomunale che punti ad una valorizzazione del settore primario in un corretto contesto ambientale anche rispetto agli altri settori concorrenziali.

Per grandi linee la casistica cambia se si tratta di aree di proprietà privata e in subordine se il proprietario sia un imprenditore agricolo o altro soggetto oppure aree di proprietà pubblica. Nel primo caso è utile attivare un regime di incoraggiamento che può non consistere necessariamente nella assegnazione di aiuti economici diretti alle aziende agricole, favorendo ad esempio la diffusione di pratiche agricole a basso impatto ambientale che si rivelerebbe strategica per la predisposizione di razionali interventi di tipo gestionale, commerciale ed organizzativo. A rafforzamento di questa azione, si potrebbe attivare un sistema di tassazione fondiaria privilegiata. Nel caso di terreni di proprietà privata non di soggetti agricoli, si potrebbe prevedere di attribuire delle facilitazioni economiche a chi decidesse di concedere in affitto i terreni ad imprenditori agricoli, ad esempio attraverso la stipula di contratti in deroga.

Non bisogna trascurare che nelle zone periurbane sarebbe vantaggioso valorizzare tutto il patrimonio edilizio di casali esistenti, per un recupero generalizzato del settore primario, anche attraverso la diffusione dell'agriturismo. Nel caso di proprietà pubblica potrebbero essere previste forme di concessioni o di affitto a vantaggio di imprenditori agricoli per la conduzione dei fondi o per usi agrituristici.

In proposito esistono casi positivi praticati da lungimiranti amministrazioni pubbliche. Ad esempio la Regione Toscana con la legge regionale 80 del 2012 ha istituito l'Ente Terre Regionali Toscane (ente dipendente della Regione con personalità giuridica, autonomia amministrativa e gestionale e patrimonio proprio) ed ha creato la Banca della Terra. Si tratta, sostanzialmente, di un inventario completo e aggiornato dell'offerta dei terreni e delle aziende agricole di proprietà pubblica e privata disponibili

² Vedi Capitolo 13 - Le aree urbane

per essere immessi sul mercato in affitto o in concessione. Comprende anche i terreni agricoli resi temporaneamente disponibili, in quanto incolti, la cui messa a coltura può contribuire ad aumentare i livelli di sicurezza idraulica ed idrogeologica del territorio.

La normativa sull'attività agricola e l'uso del suolo

La terra non si deve intendere semplicemente in relazione al suolo che ospita l'impresa, bensì al *complesso delle condizioni naturali o ambientali che possono influire sul processo di produzione o di scambio di beni o servizi*³.

Questa visione si collega al concetto di ciclo biologico⁴, per cui una attività agricola, per essere definita tale, deve prevedere la cura e lo sviluppo non già di un intero ciclo biologico animale (che va dalla fecondazione alla macellazione) o vegetale, (che va dalla semina al raccolto) ma di una sola fase, purché necessaria e prolungata, del ciclo stesso. È tuttavia necessario che tali attività, per essere definite agricole, utilizzino o possano utilizzare il fondo, il bosco, le acque dolci, salmastre o marine.

Il codice civile, art. 2135, definisce agricole le attività dirette alla coltivazione del fondo, all'allevamento degli animali e alla selvicoltura. In dettaglio, la coltivazione del fondo comprende le attività dirette alla coltivazione non già del campo in sé, ma delle piante. Infatti, tale definizione comprende diverse attività colturali quali quella dei funghi nelle grotte, dei tartufi nelle tartufaie e dei prodotti in serra o nei vivai. Si tratta di prodotti, cioè, che possono essere coltivati sul fondo, ma che possono anche avvalersi di altre strutture, purché la coltivazione avvenga sempre sotto la responsabilità dell'imprenditore⁵.

La rivalutazione del fondo come strumento di riqualificazione ambientale ha permesso una interpretazione dell'attività di coltivazione comprensiva di quelle di manutenzione e di conservazione del fondo.

In questo senso anche la selvicoltura è una attività agricola principale perché ha sempre per oggetto piante, soprattutto di alto fusto, coltivate su un fondo che presenta i caratteri di un bosco, di una foresta o di una selva.

L'importanza di regolare l'attività selvicolturale

³ Galloni G., (2003), *Dell'impresa agricola. Disposizioni generali*. Art. 2135-2139, in Commentario del Codice Civile Scialoja-Branca, a cura di F. Galgano, Libro Quinto-Del Lavoro, Bologna - Roma, p. 33

⁴ Concetto introdotto nell'art. 2135, comma 2, dopo le modifiche apportate dal d.lgs. 228 del 2001

⁵ Galloni G., cit., p. 116

risale agli anni '20 con un regio decreto tuttora vigente⁶, ancora oggi è attuale in quanto riconosce la necessità di garantire un bilanciamento tra gli interessi privati della produzione e gli interessi pubblici della tutela idrogeologica del territorio. Da questo punto di vista il decreto è estremamente dettagliato e sottopone a vincoli per scopi idrogeologici *i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9 possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque* (art. 1). Il decreto stabilisce anche attività di monitoraggio in particolare di terreni soggetti a vincolo idrogeologico nelle ipotesi di trasformazione dei boschi in altre tipologie colturali⁷.

Il nuovo concetto di impresa agricola, che risulta dal d.lgs. n. 228 del 2001, fa emergere l'idea che l'agricoltura non è solo quell'attività che utilizza la terra, ma anche quella che valorizza il territorio, il patrimonio rurale e forestale. Il decreto assume notevole rilievo per aver realizzato una profonda rivoluzione sul modo di intendere l'attività agricola, intesa come parte integrante dello sviluppo rurale, per la sua capacità di fornire non solo beni ma anche e soprattutto servizi diretti alla salvaguardia e alla valorizzazione del territorio e dell'ambiente. L'agricoltura, dunque, non è soltanto un'attività economica che sfrutta la terra a fini produttivi, ma è una componente imprescindibile dello sviluppo sociale, economico e ambientale di una determinata realtà locale, attraverso la collaborazione tra chi presidia il territorio e chi si avvale dei prodotti della terra.

L'art. 13, ad esempio, attribuisce alle Regioni il compito di individuare i distretti rurali e agroalimentari di qualità: in particolare, si considerano distretti rurali *i sistemi produttivi locali (...) caratterizzati da un'identità storica e territoriale omogenea derivante dall'integrazione fra attività agricole e altre attività locali, nonché dalla produzione di beni o servizi di particolare specificità, coerenti con le tradizioni e le vocazioni naturali e territoriali*; inoltre, *si definiscono distretti agroalimentari di qualità i sistemi produttivi locali, anche a carattere interregionale, caratterizzati da significativa presenza economica e da interrelazione e interdipendenza produttiva delle imprese agricole e agroalimentari nonché da una o più produzioni certificate e tutelate ai sensi della vigente normativa comunitaria o nazionale, oppure da produzioni tradizionali o tipiche*.

Le imprese agricole costituiscono una risorsa per il territorio e come tali vanno incoraggiate e sostenute perché rappresentano le incubatrici del

progresso verso un'economia verde diretta ad una costante riduzione delle emissioni di gas climalteranti (CO₂, CH₄).

Nella prospettiva multifunzionale dell'agricoltura il decreto attribuisce alle Pubbliche amministrazioni la facoltà di stipulare convenzioni con gli imprenditori agricoli *per favorire lo svolgimento di attività funzionali alla sistemazione e alla manutenzione del territorio, alla salvaguardia del paesaggio agrario e forestale, alla cura ed al mantenimento dell'assetto idrogeologico e [per] promuovere prestazioni a favore della tutela delle vocazioni produttive del territorio*, compensando economicamente gli imprenditori agricoli per un importo annuale non superiore a 50.000 euro nel caso di imprenditori singoli e a 300.000 euro nel caso di imprenditori associati.

I piccoli Comuni, che rappresentano la maggioranza dei Comuni italiani, si avvalgono spesso dell'attività degli imprenditori agricoli, specialmente per la riparazione e la manutenzione delle strade comunali, per la difesa del territorio dalle inondazioni, per la riparazione di beni comunali, dei giardini, delle piazze pubbliche, degli impianti idrici, delle fognature e degli impianti di illuminazione⁸.

Attraverso queste *collaborazioni* nasce l'occasione per realizzare una integrazione bilanciata tra crescita sociale, economica ed ambientale e mondo dell'agricoltura, favorendo nuove opportunità di lavoro (*green job*). L'istruzione, la ricerca, le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, costituiscono gli strumenti più efficaci, anche in una prospettiva di lungo periodo, per orientare il percorso formativo dei giovani verso settori economici innovativi e remunerativi che pongano l'agricoltura ambientalmente sostenibile al centro di progetti di sviluppo del settore.

Le tecnologie dell'informazione giocano un ruolo fondamentale nell'agricoltura di precisione, concetto con il quale si indica un modello di gestione imprenditoriale basato sulla raccolta di dati e informazioni attraverso sistemi informatici specializzati che consentono di conoscere la composizione del suolo, le condizioni delle colture, l'uso di fitofarmaci, il tipo di irrigazione e che permettono una programmazione delle attività per migliorare la resa, la qualità dei prodotti e ridurre gli sprechi e gli impatti sull'ambiente.

La collaborazione tra amministrazioni e imprenditori agricoli assume un valore significativo sul piano della reciprocità dell'aiuto, in termini di assetto e organizzazione del territorio per le amministrazioni

⁶ Si tratta del r.d. 30 dicembre 1923, n. 3267, su riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani

⁷ Una descrizione completa di questa tematica è presente, in maniera esaustiva nel Capitolo 12 di questo volume, La gestione delle foreste

⁸ Anci-Coldiretti, *Il ruolo multifunzionale dell'impresa agricola nel rapporto con gli enti locali*, IX Conferenza ANCI piccoli Comuni, IV Conferenza Nazionale Unioni di Comuni, Villa Erba, Cernobbio (CO), 10 e 11 luglio 2009



locali e in termini di integrazione del reddito per le imprese.

In linea con i tempi è considerato imprenditore agricolo anche chi alleva animali in batteria o in spazi recintati per curare animali in pericolo di estinzione o a rischio. Va ricordato che l'oggetto dell'allevamento è stato notevolmente ampliato perché riferito non solo al bestiame, bensì agli animali in generale. Si tratta di una novità di assoluto rilievo, considerato che il concetto di bestiame è riferito alle specie animali che sono collegate al fondo per essere impiegate nelle attività di coltivazione della terra o per essere allevate con le produzioni provenienti dalla terra stessa. Il concetto di animali comprende, dunque, gli animali da latte, da carne, da lana e da lavoro, ma non si esaurisce in tali categorie estendendosi anche a tipologie ben lontane e diverse da quelle considerate propriamente agricole o destinate alla pastorizia.

L'ampliamento della multifunzionalità è stata ben espressa nella sentenza n. 2214/2011 del Tar di Lecce che ha sottolineato, infatti, che:

secondo la giurisprudenza dominante l'attribuzione di una destinazione agricola a un determinato terreno è volta non tanto e non solo a garantire il suo effettivo utilizzo a scopi agricoli, quanto piuttosto a preservarne le caratteristiche attuali di zona di salvaguardia da ogni possibile nuova edificazione, al di sotto dei limiti fissati specificamente dalla norma di PRG, anche in funzione della valenza conservativa di valori naturalistici che ha tale tipo di destinazione di zona. Difatti, in zona agricola debbono ritenersi ammissibili tutte quelle attività integrative aggiuntive e/o migliorative che non si pongano insanabilmente in contrasto con la zona e con la sua destinazione, essendo quindi necessario operare una valutazione caso per caso relativa a tale compatibilità in concreto (vedi anche TAR Lecce, sez. III, n. 3197/07). Nel delineato contesto vanno pertanto interpretate anche le varie leggi regionali e gli strumenti urbanistici locali che definiscono la zona agricola, senza poter dunque escludere utilizzi non rigorosamente conformi all'esercizio dell'agricoltura, in una più vasta accezione di verde agricolo mirata a perseguire un migliore equilibrio tra le aree edificate e le aree libere, ovvero a preservare una determinata area da un'eccessiva

espansione edilizia che ne comprometta i valori ambientali (Tar Toscana, I sez. 4278/2005). Quanto sopra anche in conformità a quanto previsto dall'articolo 2135 c.c., che nella sua vasta accezione di attività agricola ben comprende la valorizzazione del territorio⁹.

Il Tar de L'Aquila, dal canto suo, ha, con sentenza n. 495/2009, accolto il ricorso proposto contro il diniego di permesso a costruire adottato dal Comune di L'Aquila per realizzare uno Zoo safari in una zona agricola, confermando che:

l'impianto dello Zoo Safari o Fattoria didattica non si pone affatto in contrasto con la destinazione a zona agricola dell'area sulla quale si intende realizzare, tenuto conto della presenza di animali che necessitano di adeguate distanze dalle aree urbane, e ciò in presenza di esalazioni, rifiuti, presenza di concimaie *et similia*, che escludono insediamenti in altre zone, ma che nel contempo qualificano sotto il profilo istruttivo oltre che ricreativo un'attività collegata alla natura, del tutto sintonica anche con il lavoro agricolo.

Procedura di VIA

La procedura di Valutazione di Impatto Ambientale¹⁰ (VIA), applicata a progetti e interventi di una certa consistenza e introdotta nell'ordinamento comunitario per proteggere la salute e migliorare la qualità della vita umana, assume in agricoltura una connotazione del tutto originale. Infatti in questo caso specifico c'è da superare una concezione della VIA asservita ad una logica caratteristica del progetto ingegneristico ed economico-finanziario che fa a pugni con un settore di indagine che invece ha bisogno di procedure organiche ed integrate idonee a trattare sistemi ambientali complessi (chimici, meccanici ed idraulici), come si può leggere in un articolo del dlgs 152/2006 Norme in materia ambientale:

questa verifica deve provvedere al mantenimento della varietà delle specie e conservare la capacità di riproduzione dell'ecosistema in quanto risorsa essenziale di vita, nonché garantire l'uso plurimo delle risorse naturali, dei beni

⁹ TAR Lecce, nella sentenza n. 2214/2011

¹⁰ Degli aspetti generali della VIA si parlerà diffusamente nel Capitolo 27. Qui si intende riferire la VIA all'agricoltura

pubblici destinati alla fruizione collettiva, e assicurare lo sviluppo sostenibile.

D'altra parte l'impatto ambientale della attività agricola si manifesta maggiormente nelle zone più pregiate e vulnerabili ed è quindi in queste aree che le norme relative alla presenza di impianti sono più restrittive. Non a caso studi di valutazione di impatto ambientale relativi ad attività agricole sono state predisposti prevalentemente per le zone di particolare pregio paesaggistico-ambientale (ad esempio per impianti di serre in zone pregiate) o destinate a parco naturale.

In una certa misura sembra che in campo agricolo l'opportunità di uno studio di impatto derivi più dalla combinazione progetto-localizzazione, piuttosto che dalla semplice tipologia del progetto.

Per garantire il rispetto delle condizioni stabilite dal dlgs 152/2006 il titolare del progetto da sottoporre a VIA dovrà presentare uno studio che

deve contenere alcune informazioni essenziali: localizzazione e dimensioni dell'intervento; misure previste per evitare, ridurre e possibilmente compensare gli effetti negativi rilevanti; effetti diretti ed indiretti sull'uomo, sulla fauna, sulla flora, sul suolo, sulle acque di superficie e sotterranee, sull'aria, sul clima, sul paesaggio e sull'interazione tra detti fattori, sui beni materiali e sul patrimonio culturale ed ambientale sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio; principali alternative, ivi compresa la cosiddetta *opzione zero*; rapporto costi-benefici dal punto di vista ambientale, economico e sociale.

Qui di seguito si fornisce uno schema sinottico (Tabelle 14.4,14.5,14.6) relativo a progetti o a modifiche sostanziali di impianti in campo agricolo da sottoporre obbligatoriamente alla VIA secondo quanto stabilito dal Decreto legislativo 152/2006.

Tabella 14.4 - Progetti ovunque localizzati. Elenco A Allegato III alla II parte del decreto

Tipologia di progetti ovunque localizzati	Dimensioni
Impianti per allevamenti intensivi di pollame	85.000 posti
Impianti per allevamenti intensivi di galline	60.000 posti
Impianti per allevamenti intensivi di suini oltre 30 kg.	3.000 posti
Impianti per allevamenti intensivi di scrofe	900 posti

Tabella 14.5 - Progetti localizzati in aree protette. Elenco B Allegato III alla II parte del decreto

Tipologia di progetti anche parzialmente in aree protette*	Dimensioni
Cambiamento uso aree non coltivate o naturali	Sup. maggiore 10 ha (0.1 km ²)
Progetti irrigazione	Sup. Maggiore 300 ha (3 km ²)
Impianti per allevamenti intensivi di pollame	40.000 posti
Impianti per allevamenti intensivi di suini oltre 30 kg.	2.000 posti
Impianti per allevamenti intensivi di scrofe	750 posti
Interventi ricomposizione fondiaria	maggiore 200 ha (2 km ²)

*Se i progetti sono localizzati integralmente in aree protette (legge 394/1991) le dimensioni vanno ridotte del 50%

Tabella 14.6 - Progetti esclusi indifferentemente dalla localizzazione

Progetti esclusi indifferentemente dalla localizzazione	Dimensioni
Impianti per allevamenti di avicoli	1.000 posti
Impianti per allevamenti di cunicoli	800 posti
Impianti per allevamenti di suini	120 posti
Impianti per allevamenti di scrofe	45 posti
Impianti per allevamenti di bovini	50 posti
Impianti per allevamenti di ovicaprini	300 posti



A differenza della VIA tradizionale, quella in agricoltura incorpora esplicitamente i valori ambientali delle azioni proposte. Lo scopo della VIA è quindi quello di aiutare la decisione in presenza di incertezze, rischi e obbiettivi in conflitto¹¹. Nel caso della VIA in agricoltura si sta esaurendo il diritto all'esistenza di politiche dell'ambiente in sé stesse a favore di una *ambientalizzazione* delle politiche agri-

cole. In questo settore il percorso compiuto appare chiaro: dapprima si è cercato di impostare una lotta ai principali e più gravi fenomeni di inquinamento, previa la definizione e la imposizione di standard e soglie; poi si è passati alla prevenzione ed infine si sta cercando di far valere la considerazione e la integrazione esplicita dell'ambiente nel processo, soprattutto attraverso il coinvolgimento degli operatori del settore e delle associazioni che rappresentano le imprese.

¹¹ Per approfondimenti vedi il Capitolo 27 – Prendere buone decisioni politiche

Strategie di lotta contro l'abbandono delle aree marginali: l'iniziativa Anci-Coldiretti

Una iniziativa interessante da segnalare è l'accordo quadro stipulato tra l'Associazione Nazionale dei Comuni Italiani (AnCI) e la Confederazione nazionale Coldiretti nel 2010 al fine di realizzare un Piano di azione di sviluppo territoriale e di promozione di una filiera agricola tutta italiana e di valorizzare la multifunzionalità in agricoltura. Obiettivo comune delle associazioni è quello di rafforzare il ruolo degli imprenditori agricoli nel rapporto con i cittadini attraverso la promozione di una filiera agricola tutta italiana, basata sulla qualità, sulla sicurezza e sulla distintività delle produzioni. I Comuni assolvono un compito strategico nella promozione della cultura rurale e della qualità dei territori perché costituiscono le istituzioni maggiormente vicine ai cittadini e quindi più attente ai loro bisogni. L'AnCI ha, a tal fine, costituito l'Associazione Res Tipica nell'ambito della quale è stato sviluppato il progetto Mercatipico con il quale fornire un supporto informativo alle amministrazioni locali interessate alla creazione di un mercato dei prodotti tipici, finalizzato non solo alla vendita ma anche alla diffusione della conoscenza delle produzioni e delle tradizioni dei territori presso la comunità locale.

La Fondazione Campagna Amica di Coldiretti presta la propria attività nell'organizzazione e nella promozione di punti di eccellenza della filiera agricola tutta italiana. L'Associazione Res Tipica, costituita da AnCI e dalle Associazioni Nazionali delle Città di Identità, intende a sua volta promuovere il patrimonio enogastronomico, la ricchezza dei paesaggi e dei saperi dell'Italia intera. Tra i valori dell'Associazione, vi è quello della bellezza dell'identità.

C'è un minimo comune denominatore tra gli antichi borghi, tra i paesi, tra i piccoli Comuni d'Italia, un concetto, un ideale, un sentimento che nasce dalle macine dei frantoi, dal calore dei forni, dal colore delle coltivazioni, dall'esplosione rinascimentale dei frutti, dal mistero sacro d'ogni lavoro artigianale. In questi centri l'operosità dell'uomo, la sua forza morale e spirituale, è scandita ogni giorno da una innata e naturale ricerca di equilibrio e di pienezza. E' lo stupore del creato che quotidianamente rinasce nei semplici e perfetti gesti delle mani di chi con amore accudisce alla sua terra, di quelle mani tessitrici di un comune cammino di conoscenza che conduce alla bellezza. La bellezza, ecco ciò che accomuna idealmente borghi, paesi e cittadine. *Chi conosce la bellezza non può più dimenticare il suo significato* (Goethe), e il significato della bellezza è nascosto nelle singole identità di quella *cosa* cioè tipica di ogni luogo. E più un luogo può riconoscersi in una propria identità maggiormente può cogliere il senso profondo della bellezza. E' una grazia che segue giorno dopo giorno tante storie di uomini e di donne che hanno scelto di dedicare il proprio sapere e la propria cultura all'esaltazione di sapori, di arte, di fragranze, perché tutti ne possano beneficiare. Perché tutti scoprano il profondo significato della bellezza affinché lo possano conservare (<http://www.restipica.net/chi-siamo/>).

Attraverso l'istituzione di mercati destinati alla vendita diretta, gli enti richiamati intendono creare una rete di supporto ai cittadini attraverso l'offerta di produzioni agroalimentari di qualità e la diffusione della conoscenza di temi quali la filiera corta, l'agricoltura biologica, l'educazione ad un'alimentazione sana e corretta.

Il processo di integrazione delle aree agricole nel tessuto urbano

La sinergia tra città e campagna registra, di recente, una rinnovata evoluzione, complice la sempre maggior attenzione da parte delle politiche comunitarie e nazionali verso la tutela dell'ambiente e la sicurezza e l'igiene degli alimenti. Una consapevolezza maggiore nei consumatori della necessità di conoscere, di informarsi sulla qualità, di confrontare prezzi e prodotti, abbandonando l'idea che al prezzo basso si associa una convenienza reale, determina una spontanea mobilitazione tra i cittadini, supportata da istituzioni locali sensibili e attente ai cambiamenti in atto, che si traduce nel recupero di tradizioni antiche rivisitate e adattate ai luoghi, alle persone e agli stili di vita della società moderna.

Gli imprenditori agricoli colgono l'occasione offerta da tale processo attivandosi per rimettere a nuovo strutture abbandonate e terreni incolti, avvalendosi degli aiuti dell'Unione Europea e delle opportunità offerte dai piani di sviluppo rurale.

Il rapporto tra città e campagna è stato valorizzato dalla possibilità di vendere direttamente al pubblico *prodotti provenienti in misura prevalente dalle rispettive aziende, nonché prodotti derivati, ottenuti a seguito di manipolazione o trasformazione dei prodotti agricoli e zootecnici, finalizzate al completo sfruttamento del ciclo produttivo dell'impresa* nel rispetto delle disposizioni vigenti in materia di igiene e salute.

L'integrazione della campagna e dei suoi prodotti nel tessuto urbano si è rafforzata con la

previsione, da parte del Decreto ministeriale 20 novembre 2007, sulle condizioni per l'istituzione dei mercati riservati alla vendita diretta da parte degli imprenditori agricoli, *Farmer's market*, al fine di incentivare e valorizzare l'acquisto di prodotti agricoli con un diretto legame con il territorio di produzione, fermo restando il rispetto delle norme che regolano la vendita di prodotti alimentari. Ai Comuni è riconosciuta la facoltà di istituire di propria iniziativa i mercati agricoli di vendita diretta ovvero di autorizzare su richiesta degli imprenditori i mercati che soddisfano gli standard previsti dal decreto in cui l'art. 2 prevede, tra gli standard, che gli imprenditori siano iscritti nel registro delle imprese, l'azienda agricola sia ubicata nell'ambito territoriale della regione, oggetto di vendita siano i prodotti agricoli provenienti dall'azienda dell'imprenditore agricolo ovvero dall'azienda dei soci imprenditori agricoli, anche ottenuti a seguito di attività di trasformazione.

I farmer's market rappresentano, inoltre, l'occasione per realizzare *attività culturali, didattiche e dimostrative legate ai prodotti alimentari, tradizionali ed artigianali del territorio rurale di riferimento, anche attraverso sinergie e scambi con altri mercati autorizzati* come afferma l'art. 4, comma 2. Un esempio di farmer's market di ampia diffusione sul territorio nazionale è rappresentato dai mercati della Fondazione Campagna Amica di Coldiretti, dove i consumatori possono acquistare prodotti di stagione, freschi, di origine italiana e rigorosamente a chilometro zero¹².

¹² <http://www.campagnamica.it/rete/Pagine/mercati.aspx>

Buone pratiche di lavorazioni meccaniche del terreno

Uno degli scopi fondamentali della lavorazione del terreno è il raggiungimento nel suolo di un corretto ed equilibrato rapporto fra fase solida, aria ed acqua. Un terreno ben strutturato è quello che possiede la più giusta aggregazione e disposizione di particelle elementari di cui è composto il suolo: sabbia, limo e argilla.

Nei terreni a forte componente sabbiosa e/o limosa, la formazione di una buona *struttura* è quasi esclusivamente affidata alla sola tecnica di lavorazione, i cui effetti sono anche in funzione del tipo e dell'epoca d'esecuzione, e possono risultare più o meno duraturi.

La lavorazione principale del terreno oltre a *strutturare* il terreno dovrebbe diminuire la resistenza alla penetrazione del suolo da parte degli apparati radicali; permettere l'immagazzinamento di acqua nello strato lavorato; controllare *meccanicamente* la flora infestante e alcuni agenti patogeni animali e vegetali nonché interrare i residui vegetali e i fertilizzanti.

Molti di questi scopi vengono adeguatamente raggiunti soltanto attraverso il *rovesciamento* dello strato superficiale del terreno interessato dalla lavorazione, prerogativa, quest'ultima, tipica dell'aratura e di poche altre tecniche a questa alternativa come ad esempio la *vangatura*. Le tecniche di lavorazione ridotta, associate a specifici avvicendamenti colturali, consentono, oltre a una drastica riduzione dei costi per l'operazione, di migliorare la struttura del suolo e il contenuto di sostanza organica negli strati più superficiali,



di ridurre l'erosione, di aumentare la resistenza alla formazione della crosta superficiale, di migliorare la transitabilità dei mezzi meccanici. Tecniche di lavorazione del terreno non corrette possono comportare danni notevoli alla struttura del terreno e alle produzioni agricole, influenzando anche la produzione successiva, con evidenti risvolti economici negativi che oltre ad interessare la singola azienda, coinvolgono la collettività. Infatti il danneggiamento strutturale del suolo causa un progressivo deterioramento dello stato fisico del terreno e l'insorgenza di condizioni asfittiche che alterano i normali processi biotici ipogei. Ciò rende il terreno più facilmente soggetto a fenomeni inquinanti e all'erosione e alla lisciviazione dei composti organici, che arrecano sensibili danni all'ambiente circostante, come l'eutrofizzazione dei corsi d'acqua e dei mari e l'inquinamento delle falde acquifere.

Tecniche tradizionali

a) Aratura

L'aratura, considerata in molti casi come sinonimo della lavorazione principale del terreno, effettua contemporaneamente il taglio del terreno in senso verticale, orizzontale ed il rovesciamento della *fetta* così ottenuta. In tal modo lo strato più superficiale del terreno, su cui generalmente sono presenti i residui della coltura precedente, le malerbe e i loro semi, viene collocato in profondità con un'inclinazione rispetto al piano di campagna che risulta essere diversa in funzione del tipo di aratura. Gli strati più profondi invece, vengono portati in superficie ed esposti all'azione degli agenti atmosferici. La massa terrosa subisce uno sgretolamento più o meno intenso a seconda del tipo di terreno, del suo contenuto idrico ed in rapporto alla forma del versoio adottato.

L'azione di taglio *orizzontale* può determinare anche un certo compattamento dello strato di terreno sottostante con conseguente formazione della così detta *suola d'aratura*. Tale inconveniente può essere ulteriormente aggravato dall'impiego di trattrici a ruote operanti *entro solco* ed in condizioni di elevata umidità del terreno. La compressione delle particelle di terreno nella *suola d'aratura* genera un profilo quasi impermeabile e compromette gli scambi idrici e gassosi tra il terreno sovrastante e quello in profondità. In caso di prolungati periodi piovosi inoltre, l'acqua non penetra oltre la suola e ristagna. Anche le radici trovano difficoltà nel penetrare ed esplorare il terreno al di sotto di questo strato più compatto.

In relazione alla profondità del taglio verticale del terreno l'aratura è stata classificata in:

- superficiale o leggera fino a 20 - 30 cm di profondità;
- media tra i 30 e i 40 cm di profondità;
- profonda tra i 40 e i 60 cm di profondità.

L'aratura profonda richiede un maggior consumo di energia, determina una maggiore demolizione ossidativa della sostanza organica, per esposizione agli agenti meteorici, ed un maggior rischio di erosione. L'aratura profonda crea inoltre, zollosità superiore rispetto all'aratura superficiale e questo obbliga gli agricoltori ad eseguire un maggior numero di interventi per preparare il letto di semina. Gli effetti dell'aratura sulle caratteristiche del terreno e sullo sviluppo e le rese delle colture risultano molto differenti, essendo influenzati da diversi fattori: primo tra i quali la profondità di esecuzione, oltre all'epoca d'intervento e al contenuto idrico del terreno.

La condizione migliore per effettuare le lavorazioni principali è che il terreno sia nel cosiddetto *stato di tempera*, quando cioè il contenuto di umidità è ottimale affinché durante le lavorazioni si formino buoni aggregati strutturali e nel frattempo è minimo lo sforzo di trazione per l'esecuzione dell'operazione stessa.

Il periodo dell'anno in cui è più facile che il terreno sia in tempera risulta essere l'estate; in questo periodo la strutturazione del terreno, soprattutto per le colture a semina primaverile, è facilitata dalla prolungata azione delle piogge e dall'alternarsi di periodi di gelo e disgelo.

b) Discissura

La discissura comporta la sola rottura verticale della massa terrosa, senza quindi che si realizzi una inversione degli strati di terreno interessati dall'operazione.

Per mezzo degli attrezzi *a punte* utilizzati nella discissura la massa terrosa smossa non viene completamente esposta agli agenti atmosferici e ciò, se da una parte può rappresentare uno svantaggio in quanto in caso di lavorazioni con terreno eccessivamente umido (fuori tempera) non è possibile fare affidamento sull'andamento stagionale, dall'altra la non esposizione del suolo all'aria può rappresentare, per i terreni meno stabili dal punto di vista strutturale, una garanzia contro eventi climatici sfavorevoli (piovosità intensa e prolungata).

Generalmente la tecnica della discissura trova applicazione per profondità di lavoro superiori ai 40 cm; e ciò specialmente con i subsoiler che possono essere talvolta usati anche per la formazione di dreni temporanei per mezzo di un'ogiva posizionata alla base dell'ancora.

c) Lavorazione a due strati

La lavorazione a due strati permette di frantumare il terreno in profondità e garantisce, rispetto all'aratura, un risparmio energetico. Consiste in un primo passaggio con il quale si fessura il suolo in profondità tramite organi lavoranti fissi (ancore) a 50-60 cm e successivamente si ripassa per eseguire una lavorazione superficiale a 20-30 cm con aratri polivomeri, erpici a dischi o altre attrezzature, esclusivamente per interrare i residui della coltura precedente.

Con questa tecnica si evita di mescolare i profili di suolo superficiali e profondi e allo stesso tempo si ottiene un buon grado di frantumazione, una giusta proporzione tra micro e macropori evitando la formazione della suola d'aratura.

Dai risultati di prove di Tecnagri si sono avuti riscontri produttivi non sempre omogenei ma in ogni caso non lontani da quelli ottenibili con l'aratura profonda. I costi sono risultati minori; infatti si è riscontrato un risparmio energetico, una maggiore tempestività negli interventi, e minori perdite di sostanza organica. Anche i riflessi sull'ambiente sono notevoli: è utile ricordare che la sostanza organica è un fattore fondamentale per la vita dei microrganismi e per la regolazione delle reazioni chimiche nel terreno nonché per i processi di degradazione e assorbimento dei diserbanti nel terreno.

Adottare questa tecnica comunque comporta l'acquisto di attrezzature particolari e trattori di elevata potenza, convenienti solo per aziende di grosse dimensioni (almeno 50 ha).

d) Araripuntatura

L'araripuntatura consiste in una lavorazione a due strati eseguita in un unico passaggio. E' sufficiente applicare un ripuntatore posteriormente al versoio dell'aratro: al normale lavoro dell'aratro si aggiunge la frantumazione dello strato in prossimità della suola d'aratura per una profondità di 20-30cm a seconda delle esigenze.

L'aggiunta del ripuntatore all'aratro richiede tra l'altro uno sforzo di trazione proporzionale al volume di terreno mosso che è minore rispetto all'aratura profonda e alla lavorazione a due strati.

Tecniche di lavorazione ridotta

a) Lavorazione minima

Per lavorazioni minime si intendono tutte quelle operazioni superficiali che sostituiscono le tecniche di lavorazione principali, e prevedono la lavorazione di tutta la superficie del terreno a profondità oscillanti da pochi centimetri (3-5) fino a un massimo di 10-15.

Le modificazioni indotte nella massa terrosa con questo tipo di lavorazione consistono essenzialmente in una frantumazione e in un rovesciamento superficiale del terreno; in relazione al tipo di attrezzo utilizzato e allo stato fisico del terreno in cui si opera, queste due azioni si possono comunque diversificare, anche notevolmente per la possibilità di formazione di strati sottosuperficiali più o meno compatti, con conseguenti differenti ripercussioni più o meno negative sull'equilibrato sviluppo delle colture. Le tecniche di lavorazione minima hanno fino ad oggi trovato la loro maggiore diffusione nel Nord Europa e negli Stati Uniti, dove si sono riscontrati effetti positivi sulla conservazione della sostanza organica del terreno, sul contenimento dei fenomeni erosivi, sull'abbattimento dei costi energetici e monetari e sulla tempestività di preparazione del letto di semina, nei confronti delle altre più tradizionali tecniche di lavorazione principale del terreno ed in particolare dell'aratura profonda.

b) Non lavorazione

La più semplice preparazione del letto di semina è la *non lavorazione*; in questo caso infatti il terreno viene smosso soltanto in corrispondenza delle file di semina ed a profondità molto ridotta, con il solo scopo di permettere un corretto posizionamento del seme. Poiché la maggior parte della massa del terreno rimane indisturbata, il contenimento della flora infestante viene in questo caso pressoché esclusivamente delegato al diserbo chimico ed i residui della coltura precedente rimangono quasi integralmente sulla superficie del terreno. Questo tipo di intervento può essere anche chiamato *no-tillage*, *zero-tillage* e *sod-sedding*. La lavorazione viene effettuata per mezzo di particolari organi lavoranti posti a monte dell'organo seminatore ed interessano uno strato di terreno che al massimo può raggiungere circa 10cm di larghezza e 5-10cm di profondità.

c) Ridge-tillage

Il ridge-tillage è un sistema di lavorazione conservativa in grado di fornire sostanziali vantaggi nel controllo dell'erosione e capace di superare alcuni problemi riguardanti la temperatura del suolo, il controllo delle infestanti e il compattamento del terreno associati ai sistemi di semina diretta. La sommità delle porche, prodotte mediante assoltatura del terreno, viene lavorata da attrezzature associate alla seminatrice



in modo da liberarla dai residui e smuovere il suolo per consentire la deposizione del seme.

Successivamente le operazioni da seguire per la sua conservazione sono molto semplificate e consistono soltanto nella triturazione dei residui della coltura (che si lasciano in deposito nel solco), nella semina diretta sui colmi delle porche e nel ripristino annuale delle porche stesse per mezzo di un'ulteriore assolcatura.

L'erosione del suolo è limitata, in quanto il terreno e i residui colturali presenti tra le porche non vengono in alcun modo disturbati dalla coltivazione. Le infestanti che emergono durante il ciclo colturale si trovano generalmente tra le porche, in una posizione in cui possono essere facilmente estirpate mediante interventi meccanici che riducono il compattamento favorendo l'infiltrazione dell'acqua. Questa tecnica, già molto seguita negli Stati Uniti, ha per ora trovato scarsa diffusione nel nostro Paese, pur essendo particolarmente vantaggiosa per l'estrema semplificazione del parco macchine aziendale che comporta.

d) Altre tecniche

Lo *strip-tillage*, lavorazione sulle strisce, consiste invece in una lavorazione eseguita soltanto su una parte della superficie coltivata, con attrezzi lavoranti superficialmente (gli stessi utilizzati per la lavorazione minima) o anche in profondità (*ancore* diversamente conformate). La superficie interessata dalla lavorazione risulta in genere compresa tra il 30 e il 50% di quella totale. Da quest'ultima tecnica è stata recentemente derivata la *coltivazione in banda* con la quale la fertilizzazione ed il diserbo vengono effettuati soltanto in corrispondenza delle strisce di terreno lavorate consentendo in tal modo una sostanziale riduzione degli apporti chimici ed energetici per unità di superficie.

Questo tipo di coltivazione, può consentire di ridurre i costi di lavoro dovuti alle lavorazioni meccaniche del 30%, di mantenere la produttività delle colture senza la necessità di lavorazioni profonde, di migliorare l'infiltrabilità del suolo, riducendo in talune condizioni l'erosione e il trasporto solido.

Effetti sul terreno

L'uso massiccio della meccanizzazione agricola ha diminuito le capacità drenanti del suolo e favorito l'esposizione di quantità di terreno sempre maggiori a fenomeni di erosione superficiale. Un terreno con un buon drenaggio è essenziale per il successo di tutte le operazioni colturali, e l'eccesso di acqua nel suolo è uno dei fattori limitanti la coltivazione in molte regioni del mondo.

Gli altri effetti indesiderabili dell'uso delle macchine comprendono la compressione, la deformazione, lo scuotimento e la vibrazione del terreno. Gli effetti tendono ad essere minimi quando il suolo possiede un buon drenaggio ed ha una consistenza o soffice o dura. I terreni con scarso drenaggio, o particolarmente argillosi o salini, diventano velocemente plastici se sottoposti a pressione eccessiva. Le ruote delle macchine agricole comprimono e deformano la struttura del suolo, e come risultato si crea una superficie impermeabile che impedisce l'infiltrazione di acqua e lo sviluppo radicale. L'impatto superficiale della meccanizzazione è diventato più rilevante quando si è reso necessario tamponare gli eccessivi costi delle stesse macchine, e a causa dello sviluppo dell'agricoltura a contratto; l'agricoltore si è trovato costretto a coltivare anche in situazioni non ottimali del terreno, spesso con risultati disastrosi.

Il danno da meccanizzazione agricola non è comunque confinato alla superficie del terreno. Il deterioramento della struttura del suolo da compressione e deformazione avviene anche in profondità del suolo arato in continuità. La compattazione del terreno, nel tempo, inibisce la percolazione dell'acqua e, nelle strutture più povere, cresce il rischio di saturazione.



Capitolo 15

Le aree costiere

Ernesto Napolitano, Alessandro Caramis, Francesca Cubeddu, Vincenza Di Malta, Roberto Iacono, Tanja Poli, Marco Zavatarelli

Introduzione

L'ambiente marino costiero rappresenta una regione ad elevato interesse socio-economico. Tuttavia l'incremento delle attività umane spesso ne compromette la salubrità. Le interazioni fra gli elementi terrestri e marini avvengono internamente a sistemi ecologici complessi, formati da elementi biotici e abiotici e in continua coesistenza e interazione con la comunità umana e le sue attività socio economiche.

Il nostro Paese è circondato da circa ottomila chilometri di coste e la pressione antropica su queste aree aumenta sempre di più, per cui le politiche di sviluppo sostenibile devono seguire strategie che devono svilupparsi partendo da profonde conoscenze scientifico-economico-sociali della *regione ambiente marino costiero*.

In questo capitolo si tratteranno tre tematiche specifiche. Nel primo paragrafo si propongono delle linee guida generali riguardanti il tema della vulnerabilità costiera, trattato sia in termini di normative vigenti sia rispetto al concetto di *servizi ecosistemici*, elementi chiave che sostengono i sistemi socio-economici coinvolti nell'area di interesse. Poi si presenterà una panoramica sulle cause di alterazione che compromettono la qualità dei servizi ecosistemici.

La pressione antropica nelle regioni costiere rappresenta una delle cause primarie di vulnerabilità, per cui nel secondo paragrafo si tratterà del turismo come risorsa delle aree costiere. Il turismo spesso si traduce inevitabilmente in una forte pressione antropica sull'ambiente e dunque la sua gestione deve tener conto di strategie specifiche di sviluppo sostenibile.

Nel terzo paragrafo viene trattato il problema della cementificazione. Per cementificazione si intende il processo che compromette servizi ecosistemici, approvvigionamento (prodotti alimentari e biomassa, materie prime), servizi di regolazione (regolazione del clima, cattura e stoccaggio del carbonio, controllo dell'erosione e dei nutrienti, regolazione della qualità dell'acqua, protezione e

mitigazione dei fenomeni meteorologici estremi), servizi di supporto (supporto fisico, decomposizione e mineralizzazione di materia organica, habitat delle specie, riserva genetica, conservazione della biodiversità), servizi culturali (ricreativi, paesaggio, patrimonio culturale).

Vulnerabilità ambiente marino costiero La zona costiera: una definizione

La definizione di *zona costiera* che si adotta è quella fornita dal *Mediterranean Protocol on Integrated Coastal Zone Management* del 2008:

Si definisce come zona costiera la regione geomorfologica, a cavallo della linea di riva, nella quale le interazioni fra gli elementi terrestri e marini avvengono internamente a sistemi ecologici complessi, formati da elementi biotici e abiotici, e in continua coesistenza e interazione con la comunità umana e le sue attività socio economiche¹.

La zona costiera è quindi intesa come un sistema di strette interazioni fra dinamiche naturali e antropiche. Una definizione di questo tipo potrebbe ovviamente essere applicata a qualunque zona caratterizzata da interazioni fra componenti naturali e antropiche ma le zone costiere costituiscono sicuramente una zona dove la componente naturale è molto produttiva e di conseguenza produttrice di *beni* e fornitrice di *servizi* ecosistemici. Non a caso le zone costiere sono le zone maggiormente abitate del pianeta: all'incirca la metà della popolazione del pianeta vive entro i 200 km di distanza dal mare².

In Italia, un paese caratterizzato da circa 7500 km di coste, una definizione di questo tipo è particolarmente adeguata, essendo le zone costiere della penisola storicamente luoghi di elezione per lo

¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:034:0019:0028:EN:PDF>

² Hinrichsen D. (1998). *Coastal waters of the world: Trends, Threats and strategies*. Island press, Washington

sviluppo di numerosi ed importanti insediamenti urbani. In tali zone lo sviluppo urbano, demografico, economico e sociale si è fortemente basato sull'utilizzazione e lo sfruttamento di risorse marine rinnovabili e non. L'utilizzazione di tali importanti risorse economiche è indissolubilmente legata allo stato dell'ambiente marino costiero.

La forte pressione antropica che attualmente caratterizza le zone costiere si esplica principalmente attraverso:

- aumento della densità di popolazione
- sfruttamento incontrollato delle risorse biologiche
- inquinamento
- sviluppo di strutture costiere artificiali
- alterazione dei regimi idrologici

e fa sì che l'alterazione dei processi ambientali naturali metta a rischio la stabilità delle strutture socio-economiche che su tali processi e risorse si basano.

Per lungo tempo enormi quantità di rifiuti e sostanze inquinanti prodotte dalle attività umane sono state immesse nel mare (rifiuti solidi, fanghi di fognatura, acque di scarico portate dai fiumi, petrolio) e gran parte di questo materiale si è diluito e disperso nelle profondità degli oceani ma l'equilibrio ecologico delle acque costiere, soprattutto quelle caratterizzate da deboli scambi dinamici con il mare aperto, è stato notevolmente pregiudicato dalla presenza di tali *input* esterni.

I servizi ecosistemici

I sistemi socio-economici sono strutturalmente sostenuti dalle funzioni e dalla dinamica degli ecosistemi naturali, che forniscono *beni* (cibo, materie prime, prodotti farmaceutici) e *servizi*³ assolutamente indispensabili agli esseri umani e ai loro sistemi socio-economici. Il *range* di servizi ecosistemici d'immediata rilevanza per i sistemi socio-economici è molto ampio e la lista riportata⁴ ha puro valore esemplificativo:

- depurazione di acqua e aria
- mitigazione di inondazioni e siccità
- detossicazione e decomposizione di rifiuti
- parziale stabilizzazione del clima
- moderazione delle escursioni termiche
- supporto alle differenti culture
- capacità ricreativa, estetica e intellettuale.

³ Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van der Belt M. (1997) *The value of the world ecosystem services and natural capital*. Nature, 387, 253-260

⁴ Daily G.C. (1997). *What are ecosystem services?*. In: Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems. (G.C. Daily ed.) island press, Washington D.C., 1-10

Il *Millennium Ecosystem Assessment*⁵, ha suddiviso gli *ecosystem services* in quattro grandi categorie generali :

- servizi di fornitura (i.e. energia, acqua, cibo)
- servizi di supporto (i.e. produzione primaria e cicli biogeochimici)
- servizi di regolazione (i.e. regolazione del clima)
- servizi culturali (i.e. attività ricreative e di tempo libero).

Buona parte di questi servizi sono forniti ai sistemi economici *gratuitamente* e, in loro assenza, o in corrispondenza di una loro significativa alterazione, la loro sostituzione avrebbe teoricamente un costo.

Per affrontare correttamente il problema della gestione dell'ambiente marino costiero e della riduzione della sua vulnerabilità attraverso *buone* pratiche di gestione e di pianificazione in un paese come Italia, si deve necessariamente sviluppare un'ottica di riconoscimento dei beni e dei servizi ecosistemici, in modo da permettere un adeguato equilibrio fra istanze di protezione e utilizzo. In base a ciò l'Unione Europea ha sviluppato la *Marine Strategy Framework Directive* (MSFD), che prevede criteri e standard metodologici relativi al buono stato ambientale delle acque marine. La Repubblica Italiana ha recepito le indicazioni comunitarie attraverso il decreto legislativo 13.10.2010 n° 190, G.U. 18.11.2010, attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino il cui articolo 1 è riportato di seguito.

Art. 1 Principi e finalità

1. Il presente decreto, in attuazione della direttiva 2008/56/CE, istituisce un quadro diretto all'elaborazione di strategie per l'ambiente marino e all'adozione delle misure necessarie a conseguire e a mantenere un buono stato ambientale entro il 2020.

2. Nell'ambiente marino, nel rispetto di quanto disposto al comma 1, deve essere garantito un uso sostenibile delle risorse, in considerazione dell'interesse generale. A tal fine le strategie per l'ambiente marino: a) applicano un approccio ecosistemico alla gestione

⁵ MEA, Millennium Ecosystem Assessment (2005). Coastal Systems. In: Ecosystems and Human well-being: Current state and trends, Vol.1 (r: Hassan, R. Scholes, N. Ash Eds.), Island Press, Washington, 513-549. Beaumont N.J., Austen M.C., Atkins J.P., Burdon D., Degraer S., Dentinho T.P., Deros S., Holm P., Horton T., Van Ierland E., Marboe A.H., Starkey D.J., Townsend M., Zarzycki T (2007). *Identification, definition and quantification of good and services produced by marine biodiversity. Implications for ecosystem approach*. Marine Pollution Bulletin, 54, 253-265

delle attività umane per assicurare che la pressione complessiva di tali attività sia mantenuta entro livelli compatibili con il conseguimento di un buon stato ambientale; b) salvaguardano la capacità degli ecosistemi marini di reagire ai cambiamenti indotti dall'uomo; c) considerano gli effetti transfrontalieri sulla qualità dell'ambiente marino degli Stati terzi situati nella stessa regione o sottoregione marina; d) rafforzano la conservazione della biodiversità dell'ambiente marino, attraverso l'ampliamento e l'integrazione della rete delle aree marine protette previste dalla vigente normativa e di tutte le altre misure di protezione; e) *perseguono la progressiva eliminazione dell'inquinamento dell'ambiente marino*; f) assicurano che le azioni di monitoraggio e la ricerca scientifica sul mare siano orientate

all'acquisizione delle conoscenze necessarie per la razionale utilizzazione delle sue risorse e potenzialità.

3. Il presente decreto, per i fini previsti dal comma 1, contribuisce alla coerenza tra le diverse politiche settoriali, gli accordi, le misure legislative, gli strumenti di conoscenza e monitoraggio, gli strumenti di pianificazione e programmazione che hanno un impatto sull'ambiente marino e mira a garantire l'integrazione delle implicazioni ambientali nelle stesse politiche settoriali⁶.

In questo contesto sono stati definiti dalla Ue i seguenti criteri e descrittori per la definizione e la valutazione della *buona qualità ambientale delle acque marine* le cui definizioni sono riportate nella Tabella 15.1.

⁶ <http://www.minambiente.it/normative/dlgs-13-ottobre-2010-n-190-attuazione-della-direttiva-200856ce>

Tabella 15.1 - I descrittori Eu di buona stato ambientale

Descrittore	Definizione
Descrittore 1	La biodiversità è mantenuta. La qualità e la presenza di habitat, nonché la distribuzione e l'abbondanza delle specie sono in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche.
Descrittore 2	Le specie non indigene introdotte dalle attività umane restano a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi.
Descrittore 3	Le popolazioni di tutti i pesci, molluschi e crostacei sfruttati a fini commerciali restano entro limiti biologicamente sicuri, presentando una ripartizione della popolazione per età e dimensioni indicativa della buona salute dello stock.
Descrittore 4	Tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l'abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva.
Descrittore 5	E' ridotta al minimo la eutrofizzazione di origine umana, in particolare i suoi effetti negativi, come perdite di biodiversità, degrado dell'ecosistema, fioriture algali nocive e carenza di ossigeno nelle acque di fondo.
Descrittore 6	L'integrità del fondale marino è mantenuta ad un livello tale da garantire che la struttura e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici, in particolare, non abbiano subito effetti negativi.
Descrittore 7	La modifica permanente delle condizioni idrografiche non influisce negativamente sugli ecosistemi marini.
Descrittore 8	Le concentrazioni di contaminanti presentano livelli che non danno origine ad effetti inquinanti.
Descrittore 9	I contaminanti presenti nei pesci e in altri prodotti della pesca marittima, destinati al consumo umano non eccedono i livelli stabiliti dalla legislazione comunitaria o da altre norme pertinenti.
Descrittore 10	Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all'ambiente costiero e marino.
Descrittore 11	L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, rimane a livelli che non hanno effetti negativi sull'ambiente marino.

Fonte: Ministero dell'Ambiente e delle tutela del territorio e del mare



Si è voluta riportare la completa lista delle definizioni dei descrittori in quanto essi sono direttamente relazionabili alle quattro categorie di servizi ecosistemici definiti poco sopra come esemplificato dalla Tabella 15.2.

Nelle tabelle successive si riportano succintamente le caratteristiche principali dei servizi specifici:

Servizi di supporto: Tabella 15.3

I servizi ecosistemici di supporto, particolarmente rilevanti per la zona costiera e servizio fondamentale fornito dall'ecosistema marino, dipendono principalmente dalle caratteristiche dell'ecosistema marino che svolge appunto i due importanti servizi relativi al *ciclo dei nutrienti* ovvero il mantenimento, la conservazione e il rinnovo

Tabella 15.2 - Relazioni fra servizi ecosistemici e descrittori Eu

Servizio ecosistemico			
Fornitura	Supporto	Regolazione	Culturale
Descrittore 3	Descrittore 1	Descrittore 4	Descrittore 5
Descrittore 4	Descrittore 2	Descrittore 6	Descrittore 10
Descrittore 9	Descrittore 5	Descrittore 7	
	Descrittore 8	Descrittore 10	
	Descrittore 11		

Fonte: ns elaborazione su dati Ministero dell'Ambiente e delle tutela del territorio e del mare

Tabella 15.3 - I principali servizi ecosistemici di supporto svolti dalle zone costiere

Servizio	Descrizione	Importanza costiera
Ciclo dei nutrienti	Riduzione, conservazione e rinnovo dello stock di sali nutritivi nel mare attraverso processi e flussi biogeochimici.	Servizio di supporto fondamentale per tutti gli altri tipi di servizi, dalla produzione primaria alla regolazione del clima. La capacità degli ecosistemi costieri di mantenere in equilibrio il rinnovo dei nutrienti evita processi disfunzionali quali eutrofizzazione e anossia.
Produzione Primaria	Produzione di energia chimica, sotto forma di composti organici dall'energia elettromagnetica, <i>radiazione solare</i> , attraverso il processo di fotosintesi.	Qualunque forma di vita sulla Terra dipende direttamente o indirettamente dalla produzione primaria. Le zone costiere comprendono l'ecosistema marino maggiormente produttivo.

Tabella 15.4 - Il principale servizio ecosistemico di fornitura svolto dalle zone costiere

Servizio	Descrizione	Importanza costiera
Cibo	Ogni tipo di cibo ottenuto da attività alieutiche o di acquacoltura marina.	Importantissimo settore economico per le zone costiere globali e per numerose zone costiere italiane.

degli *stock* di sali nutritivi dell'oceano⁷. In particolare nella zona costiera un accumulo di nutrienti può determinare processi acuti di eutrofizzazione⁸ e anossia⁹. Il secondo fattore, la *produzione primaria*, considera che sebbene le aree marine costiere costituiscano in estensione solo il 7% dell'oceano globale, hanno un ecosistema molto produttivo, poiché *contribuiscono con il 14-30%* della produzione primaria dell'oceano globale¹⁰. Inoltre, unitamente con le aree di transizione, come le lagune, possiedono caratteristiche idonee e sono aree con elevate funzioni per deposizione, nursery e reclutamento di molte specie. Tali processi presentano una elevata variabilità stagionale, risentono pesantemente di repentine variazioni meteorologiche e sono estremamente sensibili alle pressioni antropiche.

Va comunque ribadito che ogni forma di vita sulla terra dipende, direttamente o indirettamente, dalla produzione primaria. Di conseguenza ogni alterazione qualitativa e/o quantitativa del processo di produzione primaria nell'area marina costiera comporta inesorabilmente variazioni significative anche in altri servizi.

Servizi di fornitura: Tabella 15.4

La fornitura di *cibo* attraverso pesca e/o acquacoltura è *uno dei servizi* più importanti forniti dai sistemi marini e fortemente dipendente dal servizio di supporto *produzione primaria*¹¹.

In aggiunta a variazioni indotte sulla pesca dalle variazioni nelle caratteristiche della produzione primaria¹², esistono possibili variazioni nella distribuzione di popolazioni ittiche dovute a modifiche anche relativamente piccole di temperatura o di ossigeno, insieme a possibili variazioni nei *pattern* di distribuzione e migrazione dovute a variazioni nel sistema di circolazione generale dell'oceano.

⁷ MEA, Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Nutrient cycling*. In: *Ecosystems and Human well-being: Current state and trends*, Vol.1 (r: Hassan, R. Scholes, N. Ash Eds.), Island Press, Washington, 331-353

⁸ Vollenweider R. (1992), *Coastal marine eutrophication: principles and Control*, Science of the total Environment. Suppl, 1-21

Cloern J.E. (2001), *Our Evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem*, Marine ecology Progress series, 210, 223-253

⁹ Zhang J., Gilbert D., Gooday A.J., Levin L., Naqvi S.W.A., Middelburg J.J., Scranton M., Ekau W., Peña A., Dewitte B., Oguz T., Monteiro P.M.S., Urban E., Rabalais N.N., Ittekkot V., Kemp W.M., Ulloa O., Elmgrem R., Escobar-Briones E., Van der Plas A.K. (2010), *Natural and human induced hypoxia and consequences for coastal areas: synthesis and future developments*, Biogeosciences, 7 1443-1467

¹⁰ Gattuso J.P., Frankignoulle M., Wollast R. (1998), *Carbon and carbonate metabolism in coastal aquatic ecosystems*, Annual Review of ecology and systematics, 29, 405-434

¹¹ Pauly D., Christensen V (1995), *Primary production required to sustain global fisheries*, Nature, 374, 255-257

¹² Roessig J.M., Woodley C.M., Cech J.J. and Hansen L.J. (2004), *Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries*, Reviews in Fish Biology and Fisheries 14, 251-275

Servizi di regolazione: Tabella 15.5

L'oceano è una componente essenziale del sistema climatico globale. Le sue funzioni di *regolazione climatica* si esercitano attraverso l'assorbimento/rilascio e la redistribuzione del calore e dei gas atmosferici, modulando nel tempo e nello spazio (nel caso della CO₂), le modificazioni antropiche del clima.

La componente marina delle zone costiere costituisce una parte di questo sistema¹³ che, essendo caratterizzato da livelli elevati di produzione primaria, contribuisce localmente e globalmente alla regolazione del clima, sequestrando e rilasciando CO₂ in atmosfera.

Va comunque sottolineato che le zone costiere sono un attore fondamentale della realizzazione di questo servizio ma possono anche essere considerate come *fruitrici* dell'effetto di regolazione esercitato dall'oceano sul clima. Infatti, la tradizionale caratteristica *temperata* del clima delle zone costiere costituisce una caratteristica tipica di queste zone e ne delinea e definisce in maniera fondamentale i servizi culturali di cui si parlerà di seguito.

L'ecosistema marino costiero effettua un servizio di *trattamento rifiuti*, sequestrando e riciclando composti inquinanti. In generale, la capacità di un ecosistema di effettuare questo servizio¹⁴ dipende dalla sua struttura e stato nonché dalle caratteristiche degli inquinanti.

La regolazione dei rischi dipende dalla capacità delle strutture naturali di mitigare alterazioni ambientali quali ad esempio la perdita di zone costiere dovuta ad azione erosiva del mare o all'aumento del livello del mare¹⁵. Le aree costiere globali sono progressivamente soggette al rischio di inondazione. Anche in questo caso la sostituzione di strutture difensive naturali con strutture artificiali comporterebbe un maggior costo e genererebbe anche problemi di conflitti di interesse e funzioni rispetto ad altri servizi, quali quello di fornitura di cibo (acquacoltura) o quelli culturali, estetici e ricreativi.

¹³ Heckbert S., Costanza R., Poloczanska E.S., Richardson A.J. (2011), *Climate regulation as a service from Estuarine and coastal ecosystems*, in *Treatise on Estuarine and coastal science*, Vol.12: Ecological Economics of Estuaries and coasts, 199-216

¹⁴ MEA, Millennium Ecosystem Assessment (2005a), *Ecosystem and human well being: Synthesis*, Island pres, Washington, 155 pp

¹⁵ Molnar M., Clarke-Murray C., Whitworth J., Tam J. (2009), *Marine and coastal ecosystem services*, David Suzuki Foundation, 102 pp



Tabella 15.5 - I principali servizi ecosistemici di regolazione svolti dalle zone costiere

Servizio	Descrizione	Importanza costiera
Regolazione clima	Mantenimento della composizione chimica dell'atmosfera e del mare da parte degli organismi marini, del ciclo idrologico e dai processi di assorbimento dei gas e di distribuzione del calore.	Il clima particolarmente mite delle zone costiere è mantenuto dalla funzione moderatrice del mare che evita oscillazioni estreme.
Trattamento rifiuti	Rimozione, neutralizzazione, confinamento e diluizione di inquinanti e tossine. Controllo della proliferazione di organismi potenzialmente dannosi.	Limitatamente alla capacità ricevente dell'ecosistema costiero la componente marina della zona costiera, le acque costiere, esercitano una funzione di depurazione.
Regolazione rischi	<i>Assorbimento</i> delle alterazioni ambientali.	Ecosistemi in equilibrio forniscono protezione da erosioni e inondazioni.

Tabella 15.6 - I principali servizi culturali svolti dalle zone costiere

Servizio	Descrizione	Importanza costiera
Estetico	Ambienti naturali in equilibrio con la pressione antropica costituiscono un paesaggio con un indubbio e notevole valore estetico.	Il Valore estetico di numerosi settori delle zone costiere Italiane è estremamente importante per ragioni culturali ed economiche.
Turistico e ricreativo	Fruizione turistica e ricreativa degli ambienti naturali.	Importante per il mantenimento della funzione culturale e per i rilevanti aspetti economici.

Servizi culturali: Tabella 15.6

Servizi culturali sono considerati tutti quei benefici non materiali che gli esseri umani ottengono dai sistemi naturali attraverso attività spirituali, estetiche, ricreative. Comprendono quindi una vasta gamma di attività (anche molto diverse fra loro), non facilmente valutabili in maniera quantitativa¹⁶.

Il *valore estetico* del paesaggio costiero, e in particolare quello italiano, è assolutamente indiscutibile ed è il risultato di un lungo processo durante il quale dinamiche naturali e socioeconomiche si sono integrate fra loro. L'importanza del servizio estetico è molto grande non solo *per se* ma anche perché ne deriva il servizio di tipo ricreativo e turistico.

I *servizi ricreativi e turistici* dipendono fortemente dal valore estetico delle zone costiere e dalla qualità ambientale e salubrità delle acque. In questo caso la loro importanza può essere più facilmente quantificata, essendo il turismo una voce importante dell'economia nazionale. La qualità del servizio e il suo valore economico dipendono, oltre che dalla qualità del servizio estetico, anche dalla qualità di altri servizi di supporto e fornitura che complessivamente determinano la fruibilità delle zone costiere. Entrambi questi servizi sono sensibili ai cambiamenti climatici poiché la perdita di valore estetico e/o di fruibilità

può essere determinata sia da alterazioni ambientali che da misure di adattamento come la sostituzione artificiale di servizi ecosistemici naturali.

Le alterazioni dei servizi ecosistemici nella zona costiera

Si possono distinguere tre tipi di alterazioni legate ai seguenti processi:

- 1) introduzione
- 2) rimozione e
- 3) cambiamento

L'introduzione

L'introduzione riguarda l'immissione ad opera dell'uomo di:

- Sostanze tossiche o eutrofizzanti direttamente in mare o attraverso i fiumi;
- Organismi alieni rispetto ad una certa regione geografica a causa dell'acquacoltura, del rilascio di acque di zavorra, della rimozione di barriere naturali o della variazione su larga scala di caratteristiche climatologiche.

I carichi inquinanti versati in mare possono derivare da:

- presenze umane ed attività produttive, anche in aree remote, esercitate nella terraferma e attività marine come costruzioni di infrastrutture, acquacoltura, dragaggi, attività di dumping;

¹⁶Ghermandi A., Nunes P.A.L.D., Portela R., Rao N., Teelucksingh S.S. (2009), *Recreational Cultural and Aesthetic services from Coastal and Estuarine ecosystems*, Fondazione ENI Enrico Mattei, Nota di Lavoro121.2009, pp 67

- sversamenti legati ai trasporti marittimi e a incidenti.

I principali effetti sull'ambiente marino legati alla introduzione di inquinanti e versamenti sono l'alterazione delle caratteristiche igieniche attraverso l'introduzione di microrganismi, la variazione del livello di nutrienti, ipossie ed anossie da nutrienti e idrocarburi, tossicità e bioaccumulo.

L'eutrofizzazione, fenomeno legato all'arricchimento di nutrienti come l'azoto, il fosforo e il silicio di natura terrestre, produce un aumento eccessivo della produttività secondaria di fauna marina, come le fioriture algali eccessive che possono causare la riduzione della concentrazione di ossigeno e la produzione di acido solfidrico, tossico per la vita marina. Gli effetti dell'eutrofizzazione si ripercuotono anche sulla salute umana e compromettono l'utilizzo delle zone costiere a fini ricreativi. La concentrazione di soglia di nutrienti al di sopra della quale l'eutrofizzazione diventa un problema ambientale dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche del mare.

Per quanto riguarda invece la contaminazione delle acque costiere, gli inquinanti chimici che suscitano maggiore preoccupazione sono i metalli pesanti, gli Inquinanti Organici Persistenti (POP) e il petrolio. I metalli pesanti (cadmio, piombo, mercurio) si accumulano attraverso la catena alimentare. Gli effetti di questi elementi sugli ecosistemi e sulla salute di tutti coloro che consumano prodotti della pesca sono complessi e non ancora del tutto chiari e attualmente i programmi di monitoraggio sono indirizzati a stabilire il rapporto esistente fra livelli di contaminazione e immissioni di sostanze contaminanti, oltre che misurare il livello di contaminazione di pesci e molluschi a fronte dei limiti fissati per il consumo¹⁷.

E' utile ricordare che nelle regioni costiere italiane una delle zone a maggiore rischio di contamina-

¹⁷ Di questo argomento si parlerà approfonditamente nel Capitolo 18, Inquinamento dell'acqua

zione da metalli pesanti è il golfo di Napoli in prossimità della foce del fiume Sarno. L'elevato numero di industrie conciarie nella zona attraversata dal Sarno sversano sostanze con un'elevata presenza di metalli pesanti¹⁸. Di recente vi sono state anche interrogazioni parlamentari di denuncia in cui si sono presentati i dati relativi al monitoraggio dell'ecosistema marino del golfo di Napoli, svolto dall'Arpa Campania (Arpac) e dalla Stazione Zoologica di Napoli. In questo ambito è stato effettuato un nuovo monitoraggio conforme al D.Lgs. 152/2006 a cura dell'Arpac. Dalla lettura dei dati nelle stazioni situate nel tratto di mare prospiciente la foce del Sarno, si evince che i valori di metalli pesanti e altri inquinanti sono estremamente elevati, in particolare per ciò che riguarda il cromo, individuato sia nell'acqua che nei sedimenti marini.

Cause di contaminazione sono dovute anche ai cosiddetti POP (Inquinanti organici persistenti), presenza diffusa in tutti i mari europei, principalmente a causa delle deposizioni dall'atmosfera. I POP spesso danno effetti dal loro punto di origine e sono di particolare gravità a causa della loro tossicità, biodisponibilità e persistenza nell'ambiente.

La rimozione

La rimozione riguarda la sottrazione dall'ambiente di risorse rinnovabili, non legata allo sfruttamento della pesca ma al prelievo di acqua per il raffreddamento di centrali elettriche o altri impianti e ai prelievi di minerali o ad attività estrattive.

Il cambiamento

Il cambiamento riguarda la modifica delle caratteristiche geomorfologiche o geofisiche/idrologiche, ovvero la modifica dell'ambiente con opere a mare di vario tipo come moli, porti, strutture per allevamenti, oppure la modifica delle condizioni idrologiche dovute a variazioni climatiche.

¹⁸ Delle modalità di smaltimento delle acque di conceria si parla nel Capitolo 18, L'inquinamento dell'acqua

Una buona pratica: il progetto PRIMi e attività legate all'emergenza Costa Concordia

Gli sversamenti accidentali di petrolio in mare rappresentano uno dei problemi che hanno causato gravissimi danni negli ultimi decenni, soprattutto nelle aree costiere. Non è facile stabilire la quantità di idrocarburi che si perde ogni anno in mare, tuttavia le stime di tali perdite sembra che si aggirino su una media di 4 milioni di tonnellate l'anno per tutto il pianeta e di 600.000 tonnellate per il solo Mediterraneo. Il petrolio ha effetti dannosi sugli animali presenti nelle zone di rilascio di queste perdite delle navi petroliere. Sono accaduti molti incidenti a causa del petrolio ma quelli più famosi, in termini di entità di rilascio sono quello di Lakeview Gusher in California nel 1911, seguito da quello della piattaforma Deepwater Horizon e conseguente perdita del Pozzo Macondo del 2010 (nel Golfo del Messico) e dal disastro della Guerra del Golfo (nel Golfo Persico nel 1991); vi sono poi, sempre per importanza del tonnellaggio di petrolio disperso, quello causato dalla la piattaforma petrolifera Ixtoc 1 (nel Golfo del Messico nel 1979-1980) e



il naufragio dell'Amoco Cadiz (in Bretagna) nel 1978, quello della Exxon Valdes in Alaska nel 1989, della Haven nel 1991 nel Golfo di Genova, della Prestige in Galizia nel 2002.

In questo contesto è utile ricordare che la comunità nazionale negli ultimi anni ha sviluppato il progetto PRIMI (Progetto pilota Inquinamento Marino da Idrocarburi) un progetto pilota sul monitoraggio e la previsione dello sversamento di idrocarburi in mare. Il progetto, che ha visto la partecipazione di molte istituzioni scientifiche italiane (Cnr, Ingv, Enea, Telespazio) si è svolto nel triennio 2007-2010 ed è stato finanziato dall'Asi (Agenzia Spaziale Italiana). Il progetto ha sviluppato alcuni elementi fortemente innovativi e si è proposto come uno strumento molto utile al servizio del Paese nell'ottica della tutela dell'ambiente marino. Nell'ambito di PRIMI, si è sviluppato il primo sistema operativo al mondo che ha integrato le osservazioni satellitari del rilascio di idrocarburi in mare e la previsione della loro dispersione fornita da modelli numerici. Inoltre ha messo a punto tecniche innovative per l'individuazione della presenza di idrocarburi in grado di classificare le macchie di petrolio in modo automatico. Nello specifico si sono sviluppate tecniche per produrre automaticamente le previsioni per la dispersione degli idrocarburi per le 72 ore successive alla loro individuazione da satellite al fine di monitorare i mari italiani e più in generale il Mediterraneo, con la maggiore frequenza possibile, utilizzando contemporaneamente più sensori possibili. Si sono prodotti automaticamente rapporti per gli utenti tramite portali dedicati e si sono fornite mappe mensili di probabilità di dispersione di rilascio di idrocarburi lungo le rotte delle petroliere nel mar Mediterraneo.

Si comprende dunque come questa attività sia strategica per le politiche di tutele dell'ambiente costiero. Dunque un sistema in grado di fornire la previsione sulla dispersione di queste grandi concentrazioni di petrolio, strumento essenziale per gestire le emergenze ambientali di tal genere. Un utile esempio delle applicazioni sviluppate da PRIMI è stato l'emergenza che si è presentata durante il naufragio della nave Costa Concordia.

Un esempio di buona pratica: Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa (GNOO)

Nell'ambito di una strategia di gestione operativa dell'ambiente marino nel nostro paese è sorto lo GNOO che unisce tutte le istituzioni scientifiche che si occupano di attività operative in mare. Tale gruppo ha stipulato negli ultimi anni un protocollo di intesa con il Comando Generale delle Capitanerie di Porto. Un esempio concreto di sinergia tra GNOO e le Capitanerie si è visto durante l'emergenza del naufragio della nave Costa Concordia nel gennaio 2012 di fronte all'Isola del Giglio. La zona del naufragio è molto critica dal punto di vista ambientale, la zona costiera è sede di innumerevoli insediamenti la cui economia stagionale è legata al turismo. Inoltre a poche miglia dalla zona del naufragio vi è l'oasi faunistica costiera del Parco dell'Uccellina e dunque il pericolo dell'eventualità di sversamento di combustibile ha allertato la capitaneria che ha richiesto giornalmente alle unità operative degli enti afferenti allo GNOO (Ingv, Cnr, Enea) i bollettini di previsioni di correnti marine e dispersione della macchia.

Il turismo come risorsa e problema

Il turismo come problema: sviluppo e impatti del turismo costiero

Nel XVIII secolo in tutta Europa iniziano a svilupparsi nelle aree costiere numerose stazioni termali a scopo curativo. Nelle città termali soggiornava principalmente l'élite, che utilizzava la spiaggia come terapia medica. Nel XIX secolo la spiaggia inizia a essere frequentata anche dalla massa, non più a scopo curativo ma per piacere e svago. Le città balneari sono il primo luogo di turismo di massa e fino a oggi sono le mete più ambite sia per brevi che per lunghe vacanze. In questi secoli le località hanno

subito numerosi mutamenti che hanno generato degli impatti negativi tutt'oggi visibili. Questi impatti sono il frutto della trasformazione del territorio e della località in una destinazione turistica. Infatti alla base vi è l'esigenza di trasformare sia il paesaggio sia i beni materiali e immateriali delle località a fini turistici per permettere al marketing di utilizzare tali beni come risorse di attrazione.

In tutte le maggiori zone balneari europee è visibile la mercificazione dell'area, private della loro autenticità e naturalità che le rendevano famose e ambite.

La realizzazione di una località costiera turistica provoca uno sfruttamento del territorio che perde le sue caratteristiche naturali e di identità, nelle quali

la comunità si rispecchiava. Il paesaggio viene deturpato da opere che sono il frutto di abusivismo edilizio, con l'edificazione di alberghi, parchi tematici ed altri servizi che tendono all'abbandono quando il turista cambia meta, magari di fronte a offerte più attrattive. In questo caso può accadere che la località non riesca a ricollocarsi sul mercato. Gli stessi abitanti sono spesso fuggiti dalle mete divenute turistiche per l'effetto di standardizzazione del prodotto che ha schiacciato tutte le aziende, i negozi, ogni bene e servizio che non servisse allo scopo. La meta turistica alla fine finisce per essere gestita dagli albergatori che creano un territorio artificiale fatto di alberghi, lidi e altre attività fruibili dal turista. Questo *sprawl* è possibile quando è coadiuvato da una politica di espansione basata sulla accoglienza alberghiera che ha in generale una pianificazione scadente e un approccio casuale allo sviluppo e alla gestione del territorio provocando un forte impatto sulla capacità di carico del territorio e modificandone gli usi e la destinazione. Un esempio è l'area turistica di Chioggia Sottomarina, dove si è visto un intenso sfruttamento delle risorse legate alla balneazione. Le località costiere sono state sottoposte a uno sfrenato consumo del suolo, *urban tsunami*, che prevede, ancora oggi, la cementificazione del litorale con la costruzione di nuove strade, il miglioramento delle vie d'accesso, l'apertura di nuove strutture ricettive per assorbire il numero crescente di turisti, la costruzione di parcheggi, moli, porti e l'edificazione di case con conseguente perdita di vegetazione e riduzione della biodiversità locale. Lo sfrenato consumo del suolo non modifica solo il paesaggio ma anche altre caratteristiche dell'area costiera: il moto ondoso, l'umidità, la salinità del suolo, l'abbassamento del suolo per effetto della subsidenza e l'abbattimento delle dune costiere, tutti fattori che rendono l'area vulnerabile e sottoposta a rischio. Alla compressione e alla erosione del suolo si associa un forte inquinamento da rifiuti delle acque e della vegetazione.

La pianificazione di una destinazione turistica deve fare i conti con il suo ciclo di vita poiché ogni località ha dei punti focali ben distinti nel suo percorso di sviluppo e di crescita, come mostrato dalle sei fasi¹⁹ del ciclo di vita di una località da Butler²⁰, che ci permettono di avere un riscontro diretto degli effetti che hanno sul territorio le politiche di marketing che si sono svolte, l'abusivismo edilizio, la pianificazione del prodotto turistico e la sua fruibilità.

¹⁹ 1. Scoperta; 2. Coinvolgimento; 3. Sviluppo intensivo; 4. Consolidamento; 5. Stagnazione; 6. Declino

²⁰ Butler R. W., (1980), *The Concept of the Tourist Area Cycle of Evolution: Implication for Management of Resource*, in *The Canadian Geographer*, n. 24, anno I

Gli impatti negativi²¹ dello sfruttamento della costa sono visibili anche sulla popolazione locale che subisce forti danni indotti: dalla *mercificazione* del territorio, poiché gli operatori turistici commerciali hanno interesse a trasformare le tradizioni popolari, etniche e religiose in *merci* fruibili, alla *standardizzazione* dei beni e servizi di consumo quotidiano dei visitatori, che garantiscono loro una sensazione di protezione e sicurezza, fino alla possibile perdita di occupazione, poiché tutte le attività vengono convertite in beni e servizi turistici, a volte non nelle vocazioni dei locali. A tutto ciò va aggiunta la *frustrazione* da imitazione del comportamento del turista e l'*irritazione* causata dal comportamento dei turisti che non rispettano gli stili di vita dei residenti che finiscono per sentirsi estranei nella propria località. Pertanto bisogna saper gestire il rapporto e i possibili impatti fra gli *host* e *i guest* anche attraverso la partecipazione della comunità locale alla creazione della località come destinazione turistica.

Il turismo come risorsa. Strategie e approcci innovativi

Secondo l'Unione Europea il turismo è essenziale per la crescita economica, lo sviluppo regionale, la gestione del patrimonio culturale e naturale e il rafforzamento dell'identità della comunità locale.

Una buona gestione delle aree costiere dal punto di vista turistico implica da parte del decisore l'adozione di una serie di principi e raccomandazioni contenute nei principali documenti sulla gestione sostenibile delle coste. Le metodologie presentate di seguito hanno lo scopo di suggerire linee guida per una amministrazione locale che intenda perseguire una strategia di gestione sostenibile del proprio territorio. Le metodologie sono: la *Gestione Integrata della Qualità* (GIQ) e la *Gestione Integrata delle Zone Costiere* (GIZC). La prima deriva da uno studio realizzato dalla società belga OGM, *Organisation Gestion Marketing*, per l'Unità Turismo della Direzione Generale Imprese della Commissione europea e il secondo è il risultato di un programma dimostrativo varato dalla Commissione europea nel 1996 per iniziativa comune delle Direzioni Generali XI, XIV e XVI con il contributo sostanziale di altre direzioni Generali e di Spazio Economico Europeo (SEE). La cornice di riferimento di entrambe le metodologie consiste in una programmazione e gestione turistica delle aree costiere che coniughi tutela e conservazione dell'ambiente, sviluppo economico ed equità con coesione sociale all'interno del territorio.

²¹ Berruti A., Delvecchio E. (2009), *Turismo: povertà, sviluppo e turismo responsabile*. Effetta Editrice, Cantalupa, p. 44



La *Gestione Integrata della Qualità delle destinazioni turistiche* ha

l'obiettivo di perseguire lo sviluppo sostenibile delle aree costiere, migliorando la competitività delle imprese, rispondendo alle aspirazioni sociali e preservando l'ambiente culturale e naturale. La realizzazione contemporanea di questi diversi obiettivi a livello di destinazione turistica richiede un approccio globale incentrato sulla soddisfazione del turista e basato sui principi dello sviluppo sostenibile²².

La *Gestione Integrata delle Zone Costiere*, (GIZC) inoltre è

un processo dinamico, continuo e iterativo inteso a promuovere l'assetto sostenibile delle zone costiere. Essa cerca, nel lungo periodo ed entro i limiti imposti dalle dinamiche naturali e dalla capacità ricettiva delle zone in questione, di trovare un equilibrio tra i benefici connessi alle seguenti attività: sviluppo economico e usi antropici delle zone costiere; tutela, preservazione e ripristino dell'ambiente; riduzione al minimo della perdita di vite umane e dei danni alle cose; accesso del pubblico alle coste e fruizione delle stesse. Il termine *integrato* fa riferimento sia all'integrazione degli obiettivi sia a quella dei molteplici strumenti necessari per raggiungerli. Implica l'integrazione di tutte le politiche, i settori e i livelli dell'amministrazione pertinenti nonché quella delle componenti terrestre e marina del territorio interessato. LA GIZC è integrata sia nel tempo sia nello spazio ed è intrinsecamente multidisciplinare: non dovrebbe quindi essere considerata come un qualcosa che appartiene esclusivamente al settore ambiente. Sebbene la GIZC rimandi al concetto di *gestione*, il processo di GIZC copre in realtà l'intero ciclo che comprende: raccolta di informazioni, programmazione, assunzione di decisioni, gestione e sorveglianza dell'attuazione. Il termine *programmazione* va pertanto inteso nel suo senso più ampio di sviluppo strategico di politiche piuttosto che di semplice assetto e utilizzo del territo-

rio o di programmazione settoriale di altro genere. La GIZC si avvale della collaborazione e della partecipazione informata di tutte le parti interessate al fine di valutare gli obiettivi della società in una zona costiera determinata e in un preciso momento nonché le azioni necessarie a perseguire tali obiettivi²³.

Entrambi questi approcci sono oggi sperimentati dalle destinazioni turistiche costiere che intendono perseguire un percorso che coniughi sviluppo locale e tutela e salvaguardia ambientale, considerando che non esiste una *ricetta* ideale per realizzare un progetto di qualità, poiché ogni luogo ha la sua storia, le sue vocazioni e peculiarità che possono condizionare favorevolmente o negativamente il successo di una iniziativa. Più che l'output finale, quindi, quello che conta è l'attenzione dedicata al processo ed in particolare ai passaggi e principi richiamati. Entrambi gli approcci pur nella diversità di prospettiva presentano dei punti in comune.

Governance multilivello. La programmazione e gestione turistica di un'area costiera implica la consapevolezza da parte del legislatore che l'ambito geografico di intervento, sul quale prendere decisioni, non coincide sempre con l'ambito amministrativo di competenza. Questo vale sia dal punto di vista *orizzontale*, riguardante i Comuni costieri, che *verticale* riguardante gli enti ed i livelli di governo di scala superiore alla unità amministrativa di base. Diventa pertanto necessario attuare, sia in fase di pianificazione che di implementazione e monitoraggio, la concertazione ed il coinvolgimento di tutte le amministrazioni interessate all'intervento, condizione necessaria per garantirne la sostenibilità. Considerare tutti i partner è la condizione necessaria per una efficace governance che non si limiti alle apparenze o alle intenzioni. Una gestione strategica finalizzata all'offerta turistica di un'area costiera richiede, inoltre, un soggetto forte e riconosciuto come leader gestore e coordinatore dell'offerta della destinazione. Una precisa ripartizione delle competenze e responsabilità e la ricerca di sinergia dei vari livelli e delle amministrazioni coinvolte costituiscono la chiave di volta per il successo di un'iniziativa. La costruzione di un solido partenariato che spinga tutti i soggetti istituzionali al riconoscimento di un interesse comune nella co-gestione delle zone costiere, che vada oltre *l'appartenenza politica* delle rispettive amministrazioni e gli interessi *particolari* del territorio interessato, costituisce quindi un elemento imprescindibile ai fini di una buona gestione turistica delle aree litoranee.

²² Commissione Europea, (2000), *Per un turismo costiero di qualità La Gestione integrata della qualità (GIQ) delle destinazioni turistiche costiere*. Direzione generale Imprese Unità Turismo Bruxelles

²³ Commissione europea, (1999). *Verso una strategia europea per la gestione integrata delle zone costiere (GIZC) Principi generali e opzioni politiche*, Documento di riflessione, p.16

Partecipazione e coinvolgimento bottom-up degli stakeholder. L'identificazione e il coinvolgimento di tutti i soggetti interessati in una gestione integrata delle zone costiere è alla base di una politica capace di rendere il progetto contestuale alle peculiarità ed alle caratteristiche morfologiche e sociali del territorio. La conoscenza delle competenze locali contribuisce ad assicurare l'individuazione delle questioni e dei problemi reali di un territorio e a portare a soluzioni più fattibili. Una partecipazione fin dalle fasi iniziali del processo può creare inoltre un clima di fiducia tra i soggetti interessati alla presenza del turismo e le popolazioni locali. La partecipazione attiva dei residenti nella programmazione a tutti i livelli di intervento può avvenire mediante l'adozione di diversi strumenti a discrezionalità dell'amministrazione competente (vedi su questo argomento il Capitolo 27).

Condivisione degli obiettivi. Qualsiasi decisione e intervento finalizzato alla gestione turistica sostenibile delle aree costiere necessita di una chiara cornice condivisa che delimiti gli obiettivi che si intendono perseguire e le finalità entro le quali si inquadra tale scelta. Senza una cornice di riferimento preventivamente definita il collocamento delle diverse azioni riguardanti un'area rischia di diventare frammentato e spurio, finalizzato tutt'al più a correggere e risolvere una situazione di emergenza risultando alla fine parziale. La definizione degli obiettivi di tale area deve soddisfare cinque condizioni:

- 1) un'analisi approfondita di tipo SWOT²⁴ sulla collocazione dell'area turistica rispetto alle tendenze del mercato;
- 2) l'ideazione di un set di interventi integrati e pianificati strategicamente nella cornice degli obiettivi definiti;
- 3) una valutazione dell'impatto sociale ed ambientale degli interventi;
- 4) la valutazione di alcuni interventi alternativi ideati sempre nel perseguimento degli obiettivi definiti;
- 5) l'eventuale adozione e scelta di misure compensative.

Il rispetto da parte del decisore di questi step fa sì che i partner istituzionali e gli stakeholder coinvolti attivamente nel processo trovino, nell'ambito delle specifiche responsabilità e competenze, un accordo strategico sul tipo di scenario del futuro dell'area verso il quale indirizzare azioni, investimenti e risorse economiche e umane.

Qualità dell'accesso. La policy delle aree costiere non investe solo l'area geografica litoranea ma an-

che la fascia interna e l'entroterra. La qualità di una destinazione turistica costiera richiede una forte attenzione a temi ed aspetti che non sono turistici ma che creano le condizioni affinché l'offerta diventi accessibile. Tra gli ambiti di intervento da prendere in considerazione rientrano la mobilità e la sicurezza. Per quanto riguarda la mobilità va rilevato che i flussi turistici costieri derivanti dall'uso di mezzi di trasporto individuali provocano problemi di traffico e di inquinamento sempre più difficili da risolvere. È necessario che le autorità locali sviluppino un approccio globale costituito da incentivi e misure dissuasive. Tale approccio dovrà prevedere essenzialmente: lo sviluppo di trasporti pubblici intermodali efficienti e a prezzi competitivi; l'offerta di prodotti e servizi specifici che incoraggino i turisti e i residenti a privilegiare l'uso dei trasporti pubblici; la predisposizione di parcheggi di dissuasione e di zone ad accesso e traffico limitati. Un'attenzione del tutto particolare dovrà, inoltre, essere riservata al problema dei portatori di handicap. Per quanto riguarda la sicurezza il miglioramento reale e soggettivo della sicurezza di una destinazione contribuisce alla sua immagine e al suo potere di attrazione turistica. Questa percezione sarà rafforzata da azioni di tipo preventivo, dall'istituzione di un servizio di aiuto alle vittime e dalla formazione della polizia locale all'accoglienza dei turisti e al trattamento rapido di eventuali lamentele.

Comunicazione ed informazione. Ogni destinazione turistica fornisce il sostegno agli operatori del turismo attraverso un insieme di servizi che coprono: la comunicazione interna e l'animazione; la promozione e la comunicazione esterna; le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione; la formazione. La comunicazione interna è quella realizzata e condotta verso tutti i soggetti ed i partner coinvolti nella gestione della destinazione turistica (dagli operatori di settore al mondo ambientalista, dagli altri operatori economici, ai soggetti istituzionali). La sua funzione principale consiste nell'organizzare il lavoro di rete condotto nell'ambito della destinazione e consolidare la policy. La comunicazione esterna è rivolta all'utenza turistica. Può essere svolta attraverso diversi strumenti (portali internet, siti d'area, organizzazione di eventi, partecipazione a fiere) e ha lo scopo di facilitare l'esperienza del turista e riguarda varie dimensioni che comprendono: la promozione della destinazione, la pianificazione del viaggio, la presenza *in loco*, la valutazione sulla soddisfazione sui servizi e le attrattive del luogo visitato. Le nuove tecnologie, in particolare l'utilizzo di dispositivi e applicazioni *smart*, hanno il compito di fornire al turista un'informazione utile, automatica e continua nel corso del proprio viaggio, in loco o

²⁴ È uno strumento di pianificazione strategica usato per valutare i punti di forza (*Strengths*), debolezza (*Weaknesses*), le opportunità (*Opportunities*) e le minacce (*Threats*)



all'esterno della destinazione, facilitando il processo di prenotazione interattiva con i diversi soggetti ed operatori economici con i quali si trova ad interfacciare.

Il compito del soggetto gestore è pertanto quello di incoraggiare gli operatori del turismo ad utilizzare le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione allo scopo di soddisfare tali bisogni.

La Sardegna: esempio di buona pratica

La spiaggia di Budelli. La spiaggia dell'isola di Budelli, Isola appartenente all'Arcipelago della Maddalena in provincia di Olbia Tempio Pausania, è uno dei tanti esempi di turismo veloce e dei danni che questo tipo di pratica turistica comporta. Essa è comunemente chiamata Spiaggia Rosa, per il bel colore della sua sabbia, causato dalla presenza di gusci calcarei del protozoo *Miniacina miniacea*. La sabbia, proprio per la sua particolarità e unicità, veniva sottratta dai visitatori e utilizzata come souvenir privandone così l'isola. Con l'istituzione nel 1994 del Parco Nazionale Arcipelago della Maddalena è stata vietata la balneazione sull'isola e la navigazione è regolamentata dal porto (Touring Club Italiano, *Guida Blu*, Touring Editore, Milano, 2006).

Progetto di recupero e conservazione delle torri costiere di proprietà della Regione Autonoma della Sardegna. Questo progetto, avviato da pochi anni, è realizzato con le risorse attribuite dai fondi FAS e finanziate con Delibera CIPE 35/05 e 3/06 e è inserito nell'ambito della linea strategica *Gestione integrata delle zone costiere dell'Accordo di Programma Quadro Sostenibilità Ambientale* siglato il 18 luglio 2007 tra il Governo della Repubblica Italiana e la Regione Autonoma della Sardegna. L'Accordo di Programma Quadro persegue l'obiettivo di proteggere e ripristinare i sistemi costieri attraverso il mantenimento e il miglioramento della biodiversità locale e il ripristino delle dinamiche naturali. Il progetto prevede il recupero delle torri costiere, con la realizzazione di una serie di interventi finalizzati al miglioramento dell'accessibilità e alla messa in sicurezza dei monumenti attualmente interessati da gravi condizioni di abbandono e di degrado. Le torri sono localizzate nei comuni di Alghero, Cagliari, San Vero Milis e Teulada. Questo intervento è un tipico esempio di turismo sostenibile che rende fruibile un bene storico costituente una parte significativa e poco conosciuta del patrimonio culturale e paesaggistico isolano.

Un esempio di buona pratica: i Parchi Nazionali Costieri

La salvaguardia del Paesaggio e la tutela del territorio costiero è possibile anche con la progettazione dei Parchi Nazionali Costieri che aiutano la gestione tra lo sviluppo turistico e la conservazione del Patrimonio Paesaggistico. L'istituzione del Parco prevede il contenimento del consumo del suolo a matrice turistica e l'arretramento delle strutture alberghiere dalla linea della costa. In Spagna è stata applicata, dal Governo Zapatero nel 2008, la legge 22/1988, che ha tra i principali obiettivi la difesa della *integritad* del *Demanio Pubblico Marittimo Terrestre*, DPMT, compromesso dagli incontrollati processi urbanizzativi e dallo sfrenato consumo del suolo costiero degli anni Sessanta-Ottanta. Tale legge prevede la *riconquista* del demanio, privatizzato e consumato attraverso l'esproprio e il conseguente abbattimento di tutti gli edifici edificati, come è previsto nel *Parque Natural de la Albufera de Valencia*, dove verranno espropriati un complesso residenziale-turistico e un hotel di lusso situati in area Demanio Pubblico Marittimo Terrestre.

In Italia è un esempio il Parco del Conero, il cui il Piano del Parco del 2010 prevede incentivi da destinare ai proprietari delle costruzioni situate lungo la spiaggia di Portonovo, in gran parte ristoranti ad uso turistico, per l'arretramento delle strutture rispetto alla linea di costa. L'iniziativa prevede un cambiamento di metodo: il Parco abbandona l'ottica puramente normativa-regolativa, per promuovere lo sviluppo locale *autogestito*, facendo agire i privati secondo gli obiettivi generali dettati dal piano e dimostrando un equilibrio complesso tra conservazione ambientale e sviluppo economico-turistico.

In Francia il progetto Parco ha riguardato la spiaggia di *Les Coussoules* nel parco *de la Narbonnaise*. Per preservare le condizioni naturali dell'area, invasa da camper e automobili, è stata realizzata una zona di parcheggio arretrata rispetto alla spiaggia ma connessa ad essa con percorsi pedonali che conducono sino alla riva. Una soluzione semplice ed efficace, grazie alla quale oggi la spiaggia si presenta libera da automezzi e fruibile dai turisti.

Sia il parco spagnolo che quello francese hanno come obiettivo principale la salvaguardia dalla iperfrequentazione delle spiagge, il ripristino della spiaggia allo stato *verde* ricostituendone il valore naturalistico. I due Paesi non vogliono impedire l'accesso ai turisti, con l'imposizione di un regime di conservazione restrittivo, ma vogliono cercare di *filtrare* i flussi, depotenziando gli accessi nelle aree di maggiore qualità territoriale e naturalistica.

Un esempio di cattiva pratica: il caso Emilia-Romagna

I 40 km del litorale emiliano-romagnolo sono caratterizzati da una forte vulnerabilità e rischio costiero accentuati da fenomeni di erosione e di intrusione marina. Questi fenomeni dipendono sia dalla dinamica del mare sia dallo sfruttamento antropico del litorale e delle sue risorse, che hanno causato: l'abbassamento del suolo per effetto della subsidenza, la diminuzione dell'apporto di sabbia da parte dei fiumi, l'abbattimento delle dune costiere che costituivano il serbatoio naturale di sabbia, dovuto alla presenza delle opere portuali, marittime e di difesa che modificano il trasporto del sedimento lungo costa e all'intenso processo di urbanizzazione della costa che sono le cause principali dei danni ambientali. I mutamenti causati dall'urbanizzazione e dalla trasformazione del litorale hanno modificato gran parte dell'assetto territoriale esponendo l'area costiera anche al rischio di allagamento a opera delle piene fluviali dei territori posti alle quote più basse e alla contaminazione delle acque dolci della falda con l'intrusione delle acque salate marine. Le previsioni indicano che nel 2090 il Mediterraneo subirà un innalzamento del livello medio del mare di 18 - 30 cm, provocando il rischio di intrusione di acque marine per le aree costiere e in molte pianure italiane. Questo scenario mostra come la protezione della costa e la regolamentazione del consumo del suolo siano fondamentali per la salvaguardia del territorio. Nel 2012 fu presentato dall'ex Ministro Catania (vedi Capitolo 2), al Parlamento italiano, un disegno di Legge che prevede la regolamentazione del consumo del suolo e la tutela della destinazione d'uso del suolo sia per motivi economici sia per il benessere della collettività. Il disegno di Legge analizza il suolo come risorsa non rinnovabile e pertanto da tutelare e salvaguardare dagli sprechi e dalle destinazioni di uso improprie. Il considerare il suolo come risorsa aiuta a prendere coscienza del valore che possiede e a valutare nella maniera più idonea il suo utilizzo.

Cementificazione delle coste e occupazione della fascia costiera

Per cementificazione si intende il processo di copertura permanente artificiale del suolo con materiali non naturali che ne compromettono i relativi servizi ecosistemici, i servizi di regolazione, i servizi di supporto e i servizi culturali, di cui abbiamo discusso in precedenza²⁵.

La progressiva espansione delle aree urbanizzate rappresenta uno dei fattori determinanti di questo fenomeno che incide sulla disponibilità di utilizzo della risorsa suolo.

In Italia, il consumo di suolo è passato da 8.700 kmq negli anni Cinquanta a 21.890 kmq del 2012, compromettendo una percentuale di territorio nazionale equivalente al 7,3%. Il Rapporto Ispra sul Consumo di suolo in Italia fotografa la situazione in questi termini:

si tratta di un consumo di suolo pari a circa 8 mq al secondo che continua a coprire, ininterrottamente, notte e giorno, il nostro territorio con asfalto e cemento, edifici e capannoni, servizi e strade, a causa dell'espansione di

aree urbane, spesso a bassa densità, di infrastrutture, di insediamenti commerciali, produttivi e di servizio, con la conseguente perdita di aree aperte e naturali²⁶.

La cementificazione risulta particolarmente evidente nelle aree costiere: il litorale, infatti, è da sempre stato considerato come territorio preferenziale dove stabilire la propria dimora.

L'urbanizzazione italiana, storicamente costiera, ha inciso sull'ecosistema naturale, estremamente delicato e fragile: densità demografica, residenziale e funzionale ne rappresentano le tre principali forme di esplicazione attraverso le quali agisce il consumo di suolo in questi territori.

Secondo i dati Istat, circa il 30% della popolazione italiana oggi vive stabilmente lungo le zone costiere, ovvero su un territorio pari al 13% di quello nazionale, costituito da 660 comuni che occupano circa 43.000 kmq²⁷. A questa popolazione stazionaria si aggiunge, spesso di pari entità, quella pendolare e turistica che si reca in questi territori secondo ritmi variabili, seppur costanti, nell'anno. Sopra una superficie di territorio limitata quindi si registra una popolazione crescente, secondo picchi stagionali, determinati dai flussi turistici, e trend di più lungo periodo²⁸.

²⁵ Blum W.E.H., (2005), *Function of soil for society and environment*, in reuse in environmental science and Bio/Technology -4:75-79, Commissione europea, *Strategia tematica per la protezione del suolo*, COM 231. Bruxelles 2/09/2006; Apat (2008), *Il suolo, la radice della vita*, Roma; Haygarth P.M., Ritz K., (2009), *The future of soil and land use in the UK: soil systems for the provision of Land-Based Ecosystem Services*, Land use policy, 26/1:5187-519; Turbé A. et al., (2010), *Soil Biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*, Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO technical Report European commission (DG Environment)

²⁶ http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/Rapporto_Consumo_di_Suolo_in_Italia_2014.pdf

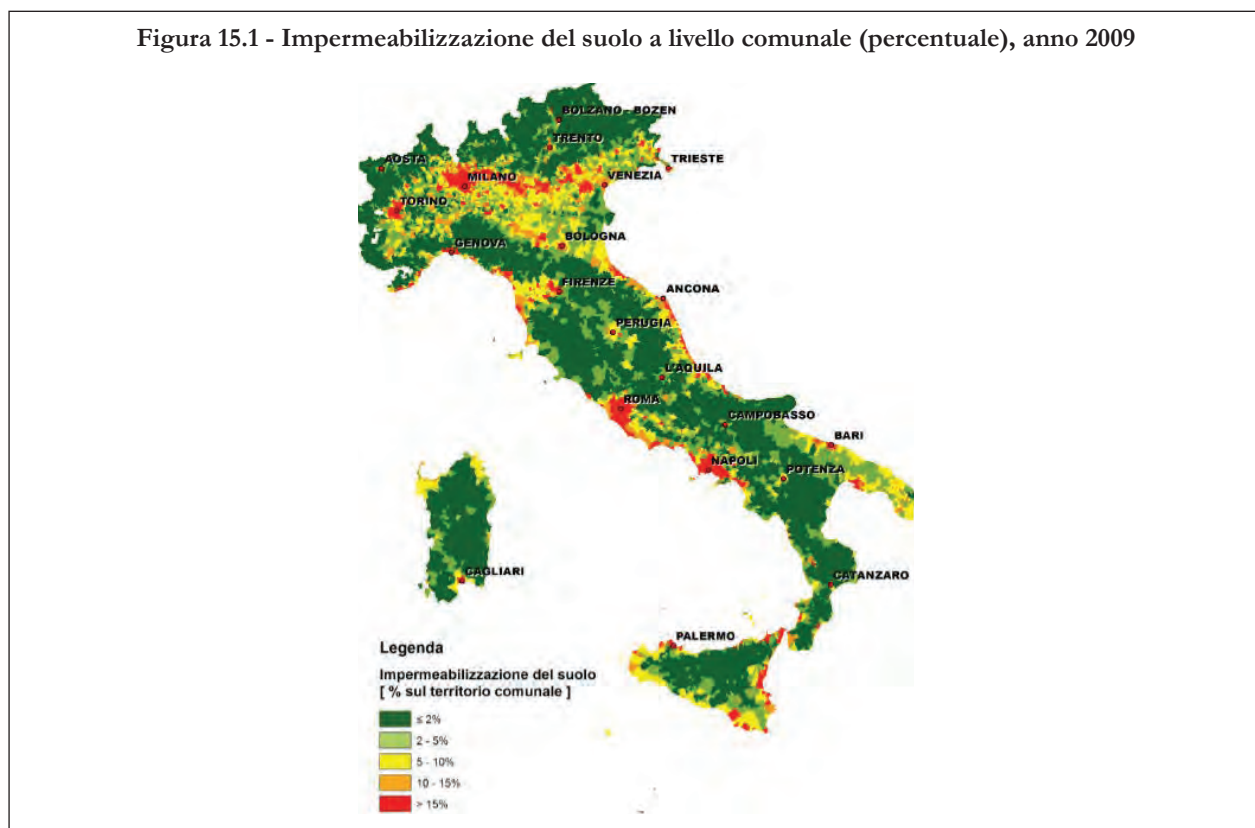
²⁷ d'Ascola F., (2013), *Urbanizzazione in aree costiere*, in Ispra, Focus su Acque e Ambiente Urbano, di Ispra, Qualità dell'ambiente urbano - IX Rapporto, Edizione, Roma

²⁸ Ispra (2011), *Annuario dei dati ambientali*

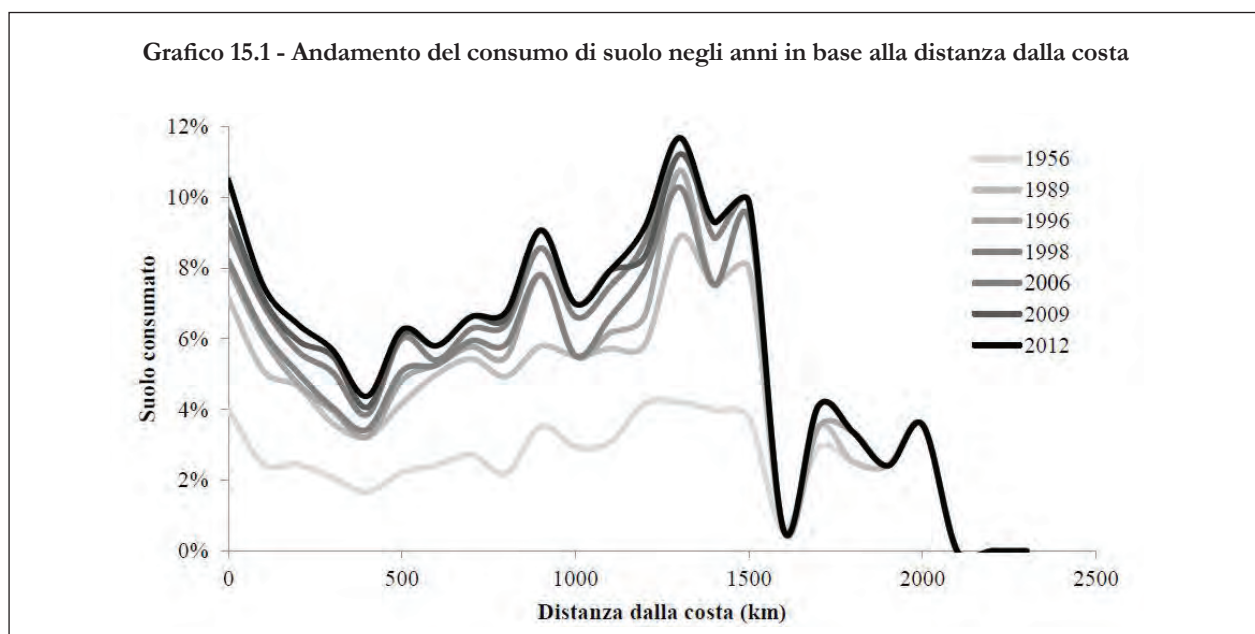


L'urbanizzazione costiera presenta caratteristiche estremamente peculiari: ai centri abitati, infatti, si aggiungono infrastrutture di comunicazione (stradali, ferroviarie, marine, aeree), i relativi nodi di connessione (stazioni e porti), centri funzionali (commerciali e turistici), aree ricettive per il turismo, nuclei produttivi, dai cantieri navali a veri e

propri insediamenti industriali, attratti verso questi spazi dalle opportunità di sfruttamento del mare per il raffreddamento degli impianti, oltreché da ragioni legate all'accessibilità e facilità nell'approvvigionamento delle materie prime e nella movimentazione dei prodotti finiti, come mostra la Figura 15.1.



Fonte: elaborazione Ispra 2014 su dati Copernicus 2009



Fonte: Ispra, 2013

Dall'analisi dei dati del *Corin Land Cover*, aggiornati al 2006, il territorio occupato da strutture urbane nella fascia di 10 km dalla riva è pari al 9,2% mentre nel resto del territorio nazionale è del 5,8%²⁹.

Secondo i dati del rapporto Ispra 2013³⁰, il consumo di suolo nella fascia compresa entro i 10 km dalla costa mostra un trend crescente dagli anni Cinquanta ad oggi, in linea con l'andamento nazionale del fenomeno, rispetto al quale si attesta su valori stabilmente superiori. Si passa infatti dal 4,0% degli anni Cinquanta al 10,5% nel 2012.

Come mostra il Grafico 15.1, le percentuali di suolo consumato tendono sempre a crescere negli anni, con valori alti concentrati soprattutto in prossimità della costa e con vari picchi distanziati da essa dovuti alla presenza di città importanti (come Milano, Torino e quelle della pianura padana) lontane dal mare.

Relativamente alla impermeabilizzazione di suolo sulla superficie comunale compresa nella fascia costiera di 10 km nel 2009, secondo i dati Ispra, le aree contraddistinte dalle peggiori performance sono alcuni tratti della Liguria, la costa settentrionale della Toscana, il litorale romano e pontino, buona parte di Campania e Sicilia, il tratto di Bari e Taranto, la costa adriatica da Ravenna a Pescara.

Se si considera inoltre la fascia costiera compresa nei 300 metri dalla battigia, il valore medio dell'urbanizzazione, calcolato come rapporto tra la quota di superfici urbanizzate e quelle totali di questa fascia, si attesta attorno al 54%, quasi doppio rispetto al tasso di urbanizzazione dell'intera area urbana, 26%, delle 60 città costiere considerate dal Focus su Acque e Ambiente urbano del IX Rapporto Ispra, Qualità dell'ambiente urbano³¹.

Le aree più vicine al mare sono quelle su cui si concentrano molte delle attività produttive o turistiche identificate, ma sono anche quelle a più alto valore paesaggistico e a maggiore rischio meteorologico e marino.

Le conseguenze del fenomeno della cementificazione nelle aree costiere possono essere identificate in tre principali criticità: l'erosione costiera, la perdita del bilancio dendritico e l'impatto sulla biodiversità degli ecosistemi.

La cementificazione e costruzione di edifici e infrastrutture lungo la spiaggia agiscono principalmente sulla dinamica litoranea e sui connessi fenomeni erosivi, privando l'arenile della capacità di assorbire quelle situazioni marine che richiedono arretramen-

ti anche solo temporanei della costa. Ad esempio, l'edificazione di muri lungo questi territori costituisce un fattore di pericolo per via della formazione dell'onda riflessa prodotta dall'abbattimento dell'onda marina contro la parete. La mancanza di duna o di una spianata che possano fungere da riserve naturali di sedimento in grado di accompagnare e ospitare il moto dell'onda soprattutto nella sua fase di arretramento, genera lo spostamento del sedimento dalla spiaggia ai fondali antistanti innalzandoli.

Questo determina la rottura dell'equilibrio delle spiagge che in alcuni casi contribuisce ad alterarne il profilo irrimediabilmente. Se invece la mareggiata cade su un lembo di spiaggia o essa riemerge al cessare della marea, le onde che si formano ripristinano naturalmente l'opportuno livello di sabbia tra scano e spiaggia, garantendo il mantenimento del giusto profilo della linea di costa. Le dune quindi oltre ad assumere un rilevante valore paesaggistico sono fondamentali per la difesa costiera aumentandone la resilienza, ossia la capacità di riadattamento alla forza motrice del mare. L'Italia rientra tra i paesi europei a maggiore rischio di erosione costiera. Considerando le variazioni degli ultimi 50 anni, secondo le stime pubblicate da Ispra, il 30% dei litorali italiani è soggetto ad un'intensa modificazione geomorfologica, con circa 1285 km di costa in arretramento, pari al 15,4% del totale. Considerando inoltre le coste basse tali percentuali salgono maggiormente, con il 46% delle coste modificate e il 24% in arretramento, come mostra la Tabella 15.7.

Tabella 15.7 - Coste e coste basse

	Coste		Coste basse	
	Km	%	Km	%
Totali	8353	100	4862	100
Stabili	5385	64,5	2387	49,1
Modificate	2448	29,3	2227	45,8
In arretramento	1285	15,4	1170	24,1
In avanzamento	1163	13,9	1058	21,7
Non definite	520	6,2	248	5,1

Fonte: Ispra, 2011

L'urbanizzazione costiera, inoltre, incide sulla conservazione e lo stato della copertura vegetale di questi territori che, invece, costituiscono un importante fattore di contenimento della dispersione della sabbia verso l'interno, con una perdita del bilancio dendritico costiero.

Alla conservazione delle dune, quindi, sono collegate anche la sopravvivenza di habitat interi responsabili degli ecosistemi marini.

²⁹ Ispra (2011), op. cit.

³⁰ d'Ascola F., (2013), op. cit.

³¹ <http://www.isprambiente.gov.it/publicazioni/stato-dellambiente/qualita-dellambiente-urbano-ix-rapporto.-edizione-2013>





Capitolo 16

Le aree montane

Lando Desiati, Paola Carrabba, Mariella Nocenzi, Laura Maria Padovani

Le aree montane italiane

L'Italia è una penisola geologicamente molto giovane e i fenomeni alla base della genesi del suo territorio sono ancora in atto; infatti, le spinte dinamiche che hanno dato il via alla formazione dell'arco alpino, la cosiddetta *orogenesi alpina*, sono iniziate circa 90 milioni di anni fa e sono attive ancora oggi. Può sembrare un tempo enorme, ma non è così e per rendersene conto basti pensare che la formazione delle catene montuose dell'Europa centrale è avvenuta circa 300 milioni di anni fa, mentre l'area siberiana sembrerebbe avere un'età pari addirittura a 2 miliardi e mezzo di anni. Dall'età geologica dell'Italia e dalle spinte dinamiche in atto discendono tutta una serie di conseguenze, come la suscettività sismica e vulcanica del nostro Paese, nonché la sua predisposizione a fenomeni quali, per esempio, il dissesto idrogeologico (vedi Capitoli 22 e 23). Questa predisposizione, è bene precisarlo, si manifesta sul lungo periodo, ma l'attività antropica può influire pesantemente su tale tendenza, determinando l'innescio e/o l'accelerazione nel breve e nel medio periodo di locali fenomeni di dissesto, per esempio a causa del sovraccarico di un pendio, di un disboscamento o della mancanza di manutenzione di un impianto di drenaggio.

Le aree montane, ossia quelle porzioni di superficie terrestre con una quota superiore ai 600 m s.l.m. e caratterizzate da un aspetto almeno parzialmente impervio, rappresentano circa il 35% del totale della superficie italiana e, sommate alla parte collinare (con una quota compresa tra i 200 e i 600 m s.l.m. circa), arrivano a sfiorare il 77% del territorio nazionale. Lungo tutto il confine settentrionale dell'Italia, con uno sviluppo lineare pari a circa 1.000 km, si snoda l'arco alpino, che contiene tra l'altro la cima più alta d'Europa, il monte Bianco (4.810 m). La sua origine come gruppo montuoso risale, come si è detto, a 90 milioni di anni fa circa, tra il Mesozoico e il Cenozoico. In senso longitudinale, da nord-ovest a sud-est, l'Italia è percorsa per circa 1.500 km dalla catena appenninica, ge-

ologicamente molto più recente delle Alpi, avendo iniziato a formarsi circa 20 milioni di anni fa. Le elevate quote raggiunte dall'arco alpino e dagli Appennini ne hanno profondamente influenzato il clima, selezionando nel tempo una flora e una fauna assolutamente peculiari quanto a tipologie e ad adattamenti specifici. Alcune specie di piante o di animali vivono esclusivamente in ambito montano e rappresentano una risorsa in termini ambientali e di biodiversità. In ambito montano, poi, è tanto più importante se si considera che in ambito montano è relativamente frequente il rinvenimento di talune specie diffuse esclusivamente a livello locale e non presenti in alcuna altra parte del mondo: sono le specie cosiddette *endemiche*. Le aree montane, quindi, rappresentano un vero e proprio scrigno di variabilità biologica e di ricchezza naturalistica. A questo riguardo, si sottolinea come la presenza delle alte catene montuose sia uno degli elementi che, insieme alla posizione geografica e all'estrema varietà di *habitat*, hanno fatto e fanno dell'Italia uno dei Paesi con un maggior livello di biodiversità in Europa.

Per poter meglio inquadrare il discorso sulle aree montane e sul paesaggio d'alta quota, tuttavia, occorre prendere in esame anche un ulteriore elemento, oltre a quello geologico e naturalistico: l'uomo, che nelle ultime migliaia di anni ha impresso all'ambiente alpino e appenninico un'impronta netta e definita, attraverso la costruzione di insediamenti altomontani, la realizzazione di piste da sci e di infrastrutture, l'esercizio del pascolo, dell'agricoltura e della selvicoltura, la diffusione del turismo estivo e invernale. Tutti questi elementi hanno determinato la nascita e lo sviluppo di un intero comparto economico, fortemente radicato sul territorio e fonte importantissima di reddito per una discreta parte della nostra popolazione. Basti pensare come attorno a certe aree alpine e appenniniche, nel corso di centinaia di anni, si sia sviluppato tutto un artigianato locale, che spazia dal tessile (i tessuti tirolesi) alla ceramica (quella prodotta a Castelli, in Abruzzo), dalla lavorazione del legno (l'in-

dustria liutaia della Val di Fiemme, in Trentino-Alto Adige) a quella della pietra (le cave di beola in Val d'Ossola, in Piemonte), contribuendo a rappresentare nel mondo le espressioni culturali e le tradizioni locali, ma anche a caratterizzare l'intero indotto produttivo e sociale delle popolazioni residenti. Le aree montane annoverano, inoltre, alcuni prodotti agroalimentari certificati e tutelati a livello europeo, come i prodotti a Denominazione di Origine Protetta (DOP), o quelli a Indicazione Geografica Protetta (IGP), basti pensare al formaggio *Castelmagno* DOP, tipico di alcuni Comuni della provincia di Cuneo, ottenuto da bovine che si alimentano esclusivamente su pascoli situati a un'altitudine compresa tra i 650 e i 1.000 m s.l.m., o alla *Castagna del Monte Amiata* IGP, raccolta in alcuni Comuni dell'Appennino toscano nella fascia compresa tra i 350 e i 1.000 m s.l.m., o ancora al formaggio *Canebrato di Moliterno* IGP, prodotto in certe aree delle Basilicata e stagionato esclusivamente nel comune di Moliterno, in ambienti situati a un'altitudine superiore ai 700 m s.l.m.

Lo sviluppo di tutte le peculiarità ambientali ed economiche sin qui descritte è stato favorito nel tempo dalle naturali condizioni di isolamento delle aree montane: la separazione con il resto della penisola, infatti, ha consentito sul piano naturalistico l'evoluzione, nell'arco di milioni di anni, di una fauna e di una flora peculiari, sul piano sociale la formazione e il consolidamento di culture locali ben distinte e separate da quelle delle aree poste a quote inferiori. Storicamente la colonizzazione delle aree montane è stata dettata anche dalla necessità di difendere i nuclei abitativi dall'attacco dei nemici e/o di evitarne l'impaludamento per motivi igienico-sanitari, dal momento che le alte quote costituivano delle vere e proprie roccaforti naturali, riparate e sicure. Negli ultimi cinquanta anni, però, la diffusione dell'industria e della tecnologia ha determinato un vero e proprio picco del fenomeno dell'inurbamento, che si è concretizzato da un lato con un sovraffollamento delle grandi città, dall'altro con un progressivo e inesorabile spopolamento dei centri rurali, con particolare riguardo a quelli situati nelle aree più impervie e mal collegate delle zone montuose della nostra penisola. L'isolamento, che per tanti secoli era stato un vantaggio contro l'assalto improvviso di barbari prima e di briganti e banditi poi, si è infine trasformato in un grave handicap, che ha portato all'abbandono di moltissime aree un tempo intensamente abitate e coltivate e oggi lasciate a se stesse, in balia di un'evoluzione incontrollata che rischia di avere forti ripercussioni non soltanto sull'economia del territorio, ma anche sulla sua conservazione, sulla sua stabilità e, più in generale, sulla sicurezza agro

ambientale dei cittadini. Negli ultimi decenni, inoltre, le montagne italiane si sono riempite di impianti sciistici e di turisti, con tutte le conseguenze economiche, ambientali e sociali del caso. I vecchi mestieri legati all'artigianato, all'agricoltura e all'allevamento hanno dovuto confrontarsi con nuove attività e figure imprenditoriali, legate principalmente al settore terziario: sciatori, guide escursionistiche, percorsi avventura, piste per cavalli, motocross e quant'altro è funzionale alla presenza del turista (vedi Capitolo 26). Ciò ha comportato un diverso modo di approcciarsi alla montagna, non più come luogo in cui vivere stabilmente e da cui trarre le risorse necessarie alla sussistenza nel rispetto dei suoi delicati equilibri, ma come luogo dei divertimenti *mordi e fuggi*, da sfruttare per trascorrere dei weekend lontano dall'abituale vita cittadina, alla ricerca di emozioni nuove e forti. Se da un lato tutto ciò ha portato ulteriore linfa vitale all'economia e alle società montane, dall'altro questo nuovo approccio necessita di una forma di regolamentazione *ad hoc*, per impedire che si trasformi in un vero saccheggio nei confronti delle risorse ambientali e territoriali.

Dalle considerazioni fin qui esposte emerge chiaramente come le aree montane siano una presenza che caratterizza fortemente la penisola italiana, sia in termini di superficie, sia per la particolarità degli ecosistemi, delle economie e dei valori culturali a esse legati. Le zone d'alta quota costituiscono oggi per l'Italia una realtà molto importante, meritevole di un'attenta pianificazione a livello politico, tecnico, economico, sociale e culturale: possono rappresentare, in effetti, un formidabile volano di crescita per il nostro Stato, una vera e propria risorsa, ma la mancanza di una loro gestione può comportare, all'opposto, gravi problematiche sul piano della conservazione paesaggistica e della stabilità geologica del territorio, un rischio a tutti gli effetti.

Le Alpi e le Prealpi

Le Alpi costituiscono un sistema montuoso ben individuato orograficamente e geologicamente che mostra una generale comunanza di aspetti fondamentali, sia per quanto concerne il paesaggio naturale, sia per quanto riguarda il mondo antropico che lo popola. Il primo aspetto risiede nel profilo dei rilievi alpini, basato su forti dislivelli e su pendii di accentuata ripidità, intervallati da ampi sistemi vallivi penetranti intimamente la montagna, anche nelle sezioni più elevate. Le valli alpine sono, forse, le principali protagoniste del paesaggio alpino, poiché in esse si concentrano gli insediamenti dell'uomo e

le relative attività sociali ed economiche. In secondo luogo, il sistema alpino è fortemente caratterizzato dalla netta distinzione in fasce altitudinali, ciascuna contraddistinta da un microclima particolare e considerabile come paesaggi distinti: quello delle colture e dei villaggi, quello del bosco, quello dei pascoli, quello della roccia e, infine, quello delle nevi. Comune a tutto l'arco alpino è poi anche il modellamento glaciale, avvenuto principalmente nell'era quaternaria (tra gli 800.000 e i 10.000 anni fa), e la presenza di una copertura nivo-glaciale pressoché perpetua al di sopra dei 3.000 m circa s.l.m., così come una generale ricchezza di acque correnti. Sul piano antropico e culturale, invece, molto diffusa è la pratica dell'alpeggio, connessa alla successione altimetrica sopra riportata. La presenza congiunta delle valli e dei boschi, dei pascoli d'alta quota e del rivestimento continuo di nevi e ghiacci hanno plasmato nei secoli e fino agli anni più recenti il paesaggio antropico alpino, condizionandone l'economia e lo sviluppo: le pratiche silvo pastorali, il turismo invernale, gli impianti sciistici e i recenti parchi avventura discendono tutti, infatti, dalla geografia alpina e dalle sue peculiarità climatiche. Di seguito, ci concentreremo soprattutto sui pascoli d'alta quota e sulle piste da sci, sottolineando i vantaggi ambientali, economici e sociali derivanti dalla promozione o dall'adozione di una loro idonea gestione.

I pascoli alpini. Le norme tecniche ed economiche per migliorare la produzione erbacea dei prati e dei pascoli alpini sono oggetto di una disciplina denominata *alpicoltura*, che ha come obiettivo quello di massimizzare le rese produttive zootecniche utili all'uomo, senza perdere di vista il consolidamento dei suoli e la stabilità delle pendici. Il termine *alpicoltura* deriva dalla parola *alpe* o *malga*, con la quale si designa un'area montana a utilizzazione foraggera, dove si porta il bestiame a pascolare nel periodo estivo. Dalla corretta conduzione di un'alpe discendono moltissimi benefici, sia in campo agrosilvopastorale, sia ambientale, sia turistico, in quanto un paesaggio ben gestito è in grado, oltre che di portare remunerazione economica, anche di conservare intatte nel tempo le caratteristiche ambientali del sito e di attrarre visitatori, per la sua bellezza e per tutto l'indotto connesso al cosiddetto turismo *enogastronomico*. L'alpe va considerata come uno degli elementi dell'azienda zootecnica, perché costituisce il complemento necessario dei terreni della pianura e del fondovalle, in quanto nel periodo estivo questi ultimi, per siccità, danno basse produzioni foraggere: da qui la necessità di trasferire il bestiame dalla pianura alla montagna, attraverso una pratica chiamata *alpeggio*. In montagna la produzione di foraggio è limitata al periodo

estivo, ma permette una serie di vantaggi sia a carico del bestiame, sia delle produzioni zootecniche, sia dell'intero sistema economico nazionale. Da un lato, infatti, l'alpeggio consente un più completo sfruttamento delle risorse foraggere, oltre che una diversificazione dei prodotti lattiero caseari dell'azienda, che potrà vendere i propri prodotti come *di malga*. Dall'altro lato bisogna sottolineare come dall'alpeggio derivino grandi benefici per il miglioramento zootecnico del bestiame, poiché con tale pratica si ottiene sia una maggiore robustezza dei capi, che si declina in una migliore resistenza alle malattie, una maggiore capacità polmonare, un rafforzamento delle unghie e un generale irrobustimento delle ossa, sia anche una produzione più costante. Tutti vantaggi che si traducono in un maggior valore del bestiame al ritorno dall'alpeggio. Inoltre, un capo grosso allevato in malga si mantiene con meno della metà delle spese occorrenti per il suo mantenimento in pianura.

Da un punto di vista pedologico, il suolo alpino presenta una costituzione mineralogica non sempre ottimale, con una certa tendenza all'acidità e una bassa percentuale di sali minerali utilizzabili dalle piante (composti di fosforo, potassio e calcio), sebbene nel settore centro-orientale delle Alpi si trovino anche terreni calcarei che non danno luogo ad acidità e che presentano buone prerogative di sofficietà e profondità. Le condizioni meteorologiche alpine, tuttavia, essendo caratterizzate da una buona o spesso ottima piovosità durante la stagione estiva, periodo in cui le mandrie vanno all'alpeggio, sono in grado di favorire enormemente la produzione di un cotico erboso ricchissimo, a sua volta capace di supportare un elevato carico di bestiame per unità di superficie. Il clima alpino, pertanto, consente una maggior diffusione dei prati e dei pascoli rispetto ai seminativi e una prevalenza dell'allevamento bovino, che raggiunge una percentuale dell'85% sul totale degli allevamenti presenti: la piovosità estiva, infatti, permette una maggiore quantità di foraggio, ma anche una sua migliore qualità (graminacee e leguminose), tale da garantire l'allevamento anche di bestiame esigente, come appunto i bovini. Sul piano economico, nelle Alpi vi è inoltre una buona sinergia tra l'azienda di fondovalle e quella dell'alpeggio, oltre che una forte integrazione tra l'attività agro-forestale e il turismo. Dal punto di vista della proprietà, le malghe appartengono per la maggior parte ai Comuni che decidono molto spesso di affittare gli alpeggi e i pascoli di loro pertinenza a dei malgari, ma occorre prestare particolare attenzione a tutte quelle pratiche e norme di buon governo che, se non eseguite, portano a un sovraccarico del pascolo, con conseguente impoverimento del terre-



no, rischio di perdita di suolo e contaminazione dello stesso a opera dei reflui zootecnici prodotti dagli allevamenti. Tra le principali regole di conduzione di una malga c'è la stima del carico e della produttività unitaria dei pascoli alpini: ogni azienda zootecnica, infatti, deve commisurare l'entità dei propri capi all'appezzamento di pascolo disponibile, onde evitare nel breve periodo un calo nel rendimento foraggero, a causa della perdita di prodotto per calpestio, e nel lungo periodo la distruzione dello stesso cotico erboso. Per *carico* di bestiame si intende il numero di *capi grossi normali* pascolanti, ovvero di capi aventi un peso pari a circa 500 kg. Tendenzialmente, un capo grosso normale è costituito da una vacca da latte o da una manza di 2 anni, mentre una manzetta di 10 mesi viene considerata pari a circa mezzo capo grosso e una vitella sotto i 10 mesi un quarto di capo grosso. Il carico riferito alla superficie prende il nome di *carico unitario*, mentre per *paga* o *vaccata* si intende la superficie necessaria ad alimentare annualmente un capo grosso. La paga varia con la produttività del pascolo e questa è in funzione della fertilità, della piovosità e dell'altitudine: in media, essa è pari a circa 3-4 ettari (30.000 - 40.000 m²). Sugli alpeggi la durata del pascolo è limitata durante l'anno a circa 85 giorni nelle zone prealpine e a 50-60 giorni nelle zone alpine; sulla base del consumo giornaliero di fieno da parte di un capo grosso (12 kg) e della produzione media annua per ettaro di fieno nella fascia prealpina (600 kg) e alpina (350 kg), si può facilmente calcolare quanta superficie debba essere messa a disposizione per ciascun capo grosso e per tutta la durata dell'alpeggio: poco più di 1,5 ettari nelle zone prealpine e circa 2 ettari in quelle alpine. Le malghe vengono considerate prealpine quando sono poste a quote pari a circa 1.500 - 2.000 m s.l.m., mentre sono denominate alpine nel caso in cui siano situate sopra i 2.000 m s.l.m.. Sulle Alpi, generalmente l'inizio dell'alpeggio avviene nella prima metà di giugno per le malghe prealpine e nei primi di luglio per quelle alpine. Il corretto dimensionamento del carico di bestiame rappresenta il primo miglioramento indiretto che un Comune può facilmente apportare a un'alpe e di cui deve costantemente verificare l'attuazione. Oltre a ciò, l'ottimizzazione indiretta del rendimento ambientale, agricolo ed economico di una malga passa necessariamente per alcune altre semplici accortezze, quale quella di prolungare la durata dell'affitto della stessa dai classici 1 - 3 anni fino ad almeno 6 - 7 anni, incentivando così l'apporto di eventuali migliorie alle infrastrutture e al pascolo da parte dell'affittuario, che vengono invece a mancare nel caso in cui le locazioni troppo brevi spingano i malgari a puntare su un sovrasfruttamento pascolivo, piuttosto che su un

utilizzo dello stesso più corretto e sostenibile. Anche la scelta di porre a riposo una parte dell'alpeggio per un certo periodo di tempo (1 - 2 anni) determina, a tutti gli effetti, un miglioramento indiretto del cotico erboso. Tra le azioni di miglioramento diretto dei pascoli, invece, si annoverano lavorazioni colturali, difensive e costruttive: alle prime appartengono, per esempio, la realizzazione di impianti di irrigazione, la fertilizzazione, la realizzazione di eventuali impianti di drenaggio o di smaltimento delle acque in eccesso; alle seconde appartengono il consolidamento del terreno, la costruzione di sistemi di difesa dalle valanghe o di strade; ai miglioramenti costruttivi, infine, afferiscono la costruzione di abbeveratoi, di concimaie e di stalle.

Le piste da sci. Il turismo invernale rappresenta oggi una delle più importanti risorse economiche per le aree montane, sia alpine sia appenniniche; sulle Alpi, tuttavia, il fenomeno risulta particolarmente sviluppato e presenta un legame con il territorio e con le tradizioni locali piuttosto spiccato. Alla base del turismo invernale, come è noto, vi è la presenza degli impianti sciistici che, sul piano ambientale, si traducono in tutta una serie di interventi e di relativi impatti sul territorio, sia a livello delle piste da sci vere e proprie, sia a livello delle infrastrutture a esse connesse, dagli impianti di risalita ai vari esercizi commerciali che li accompagnano.

Per quanto riguarda gli esercizi commerciali, che nella quasi totalità dei casi risultano attivi anche durante la stagione estiva, si dovranno privilegiare tutte quelle tecniche di ingegneria e di architettura che, fermo restando la sicurezza e la comodità degli impianti, siano in grado di garantire un basso impatto ambientale, sia energeticamente (l'adozione di pannelli solari, l'utilizzo di materiale coibente per le pareti o la realizzazione di vetrate termicamente isolanti), sia esteticamente (rivestire le costruzioni con pannelli di legno o, comunque, armonizzarne il profilo con il paesaggio circostante), sia per quanto concerne l'ottimizzazione delle risorse disponibili (utilizzare vasche per la raccolta dell'acqua piovana, incentivare la raccolta differenziata e, in particolare, l'uso di compostiere). Sul piano gestionale, sarebbe utile incrementare le collaborazioni tra esercizi commerciali e malghe, onde far conoscere sempre di più i prodotti del territorio ai turisti, veicolando al contempo tutti i valori ambientali e naturalistici a essi connessi come la conservazione del suolo e della biodiversità, la valorizzazione delle tradizioni locali, la tutela dell'agricoltura di qualità.

La realizzazione delle piste da sci dovrà richiedere una particolare attenzione, poiché la loro costruzione comporta, nella maggior parte dei casi,

una forte alterazione delle caratteristiche fisiche e chimiche del suolo, con conseguenze che vanno da un'intensa riduzione della capacità di ritenzione idrica, alla diminuzione del contenuto in sostanza organica e dei principali elementi nutritivi a essa collegati, fino alla vera e propria perdita del cotico erboso e del suolo sottostante. Gli interventi di inerbimento delle piste da sci si configurano, al contrario, come veri e propri interventi di ingegneria naturalistica, mirati alla reintroduzione della vegetazione sui versanti allo scopo di contenere l'erosione del suolo e di ottenere ulteriori importanti vantaggi anche sotto il profilo naturalistico ed economico, ad esempio con l'ottenimento, nel medio - lungo periodo, di comunità vegetali simili a quelle autoctone circostanti; il ripristino delle funzioni biologiche del suolo; la produzione di foraggio; la valorizzazione delle bellezze paesaggistiche, perché la maggior parte delle località sciistiche è interessata anche in estate da flussi turistici. Nelle piste di nuova realizzazione o in quelle già costruite, la copertura vegetale è sempre da preferire all'inghiaimento, sia sotto il profilo estetico che ambientale, curando però che il cotico erboso non scenda mai al di sotto del 70 - 80% di copertura, pena l'innescare di fenomeni erosivi. Gli interventi di inerbimento di una pista da sci richiedono, in ogni caso, un'attenta analisi dei fattori stagionali che condizionano l'evoluzione dell'inerbimento stesso e la dinamica della vegetazione, nonché una preventiva definizione degli obiettivi dell'intervento e delle modalità di manutenzione e gestione del cotico erboso. Tra i fattori stagionali, vanno considerati gli aspetti climatici, quelli legati al suolo e quelli connessi all'attività sciistica. Per quanto riguarda il clima, bisogna tenere presente che, all'aumentare della quota, diminuisce la temperatura in ragione di circa 0,6°C ogni 100 m, e che al di sopra del limite del bosco le gelate possono verificarsi durante l'intera stagione vegetativa e rappresentare un potenziale guasto per la vitalità dell'impianto. Per contenere i danni si possono adottare varie strategie, come l'adozione di tecniche di inerbimento che prevedano l'applicazione di un *mulch* (copertura protettiva) di paglia e fieno, in grado di creare un microclima che riduca l'ampiezza delle escursioni termiche e prevenga il disseccamento superficiale del suolo, oltre che proteggerlo dall'effetto battente ed erosivo della pioggia nel periodo intercorrente tra la semina e l'insediamento della vegetazione. Un altro accorgimento possibile è quello di curare l'epoca di intervento, facendo in modo di effettuare la semina entro l'inizio dell'estate (con l'obiettivo di fare in modo che la vegetazione raggiunga uno stadio di sviluppo tale da consentire il superamento

della stagione invernale) o in autunno, al termine della stagione vegetativa (con lo scopo di evitare la germinazione dei semi prima della stagione fredda e rimandarla allo scioglimento del manto nevoso nella primavera successiva). Per quanto riguarda gli aspetti legati al suolo, si sottolinea la necessità di uno studio approfondito delle caratteristiche del terreno e l'opportunità, in fase di realizzazione della pista da sci, di accantonare gli strati più superficiali di suolo per il loro successivo utilizzo come copertura su cui reimpiantare il cotico erboso, in quanto gli strati meno profondi sono quelli più ricchi di sostanza organica, nonché di semi e organi vegetativi (radici, rizomi) di specie autoctone, utili per la ricolonizzazione dell'area. In merito all'attività sciistica, infine, c'è da dire che la preparazione meccanica del manto nevoso e la presenza di impianti per l'innevamento artificiale possono ritardare, specialmente alle quote più basse, la ripresa dell'attività vegetativa, talora anche di alcune settimane, pur senza costituire un vero fattore limitante. La formazione di strati ghiacciati dovuta alla preparazione meccanica del manto nevoso effettuata verso il termine dell'attività sciistica, invece, può comportare un insufficiente isolamento della vegetazione e del suolo dalle escursioni termiche esterne e una parallela impermeabilizzazione agli scambi gassosi, con conseguenti problemi di shock termico e asfissia. Il mantenimento in esercizio della pista da sci in condizioni di scarso innevamento (spessore del manto nevoso minore di 30 cm circa), poi, può comportare danni al cotico erboso a causa delle lamine degli sci in corrispondenza dei luoghi di sosta forzata degli sciatori o dei punti dove questi ultimi siano obbligati a brusche variazioni di velocità, per esempio un cambio di pendenza.

Tra gli obiettivi di un intervento di inerbimento possiamo annoverare almeno tre differenti modalità di concezione della vegetazione. Può essere vista come una semplice copertura del suolo e avere, pertanto, finalità esclusivamente, o quasi, antierosive. Oppure la si può considerare uno strumento di rinaturalizzazione del sito e impiantarla a valle di un'attenta valutazione delle caratteristiche ambientali dello stesso. Oppure, infine, la vegetazione può essere sfruttata come elemento di ottimizzazione della *presa* del manto nevoso, poiché alcune specie vegetali sono in grado di trattenere la neve per un tempo maggiore e garantire un esercizio più prolungato della pista da sci. La scelta delle specie da impiegare, in questo caso, si baserà su considerazioni più spiccatamente meccaniche. La designazione delle specie che comporranno il cotico erboso dovrà tenere conto degli obiettivi generali dell'impianto, quindi, ma dovrà basarsi anche su considerazioni legate alla



rapidità di crescita e di sviluppo della vegetazione, delle esigenze termiche ed *edafiche*, ossia legate al suolo, come il pH, delle specie, della loro idoneità al sito, della relativa autoctonia poiché a fronte di costi inizialmente più elevati al momento della realizzazione dell'intervento e della difficoltà di approvvigionamento del materiale vegetale, l'impiego di specie locali può essere conveniente nel lungo periodo, garantendo maggiore naturalità e capacità di attecchimento¹. Anche la forma di crescita delle specie, il cosiddetto *habitus*, è importante: è buona regola includere nel miscuglio di sementi impiegate sia piante con apparato radicale fascicolato (graminacee), in grado di trattenere al meglio il terreno più fine e superficiale, sia piante con apparato radicale fittonante (leguminose), capaci di costituire un solido ancoraggio del suolo a profondità maggiori. L'impiego delle leguminose, poi, è particolarmente importante nel caso in cui si preveda di non effettuare interventi periodici di concimazione, in quanto queste piante sono in grado di arricchire naturalmente il terreno di azoto, grazie alla loro simbiosi con alcuni batteri azotofissatori. A ogni buon conto, esistono in letteratura delle tabelle che forniscono un elenco delle principali varietà commerciali di specie foraggiere impiegate per l'inerbimento delle piste da sci, specificandone le caratteristiche a livello di copertura del cotico, di tolleranza alla reazione del terreno e alla sua umidità, di resistenza al freddo e così via: non esiste, ovviamente, la specie perfetta, ma una miscela di specie che, nel complesso, può rivelarsi la più promettente per un certo sito. A titolo d'esempio, un miscuglio costituito da *Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Poa alpina*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium pratense*, *Achillea millefolium* e *Silene vulgaris* può rappresentare un buon compromesso tra durata del cotico (tutte le specie sono perenni), dell'*habitus*, della variabilità, poiché le prime tre sono graminacee, i due trifogli sono leguminose e le ultime due specie appartengono a ulteriori due famiglie di piante, le composite e le cariofillacee, della densità, della capacità competitiva in fase di insediamento, della risposta alle concimazioni, della resistenza al freddo, della umidità e della reazione del suolo. Per quanto riguarda la manutenzione e la gestione del cotico erboso, va anzitutto detto che queste devono necessariamente essere preventivate già in fase progettuale, anche attraverso uno stanziamento di fondi *ad hoc*; in secondo luogo, bisogna considerare che, a seconda della tipologia e dell'intensità dei singoli interventi manutentivi, si può favorire o meno la vegetazione autoctona, oppure promuovere la diffusione di alcune specie a scapito di altre. Per esempio, la concimazione sostenuta

tende a sfavorire il reingresso nella composizione del cotico erboso delle specie locali, che in genere rispondono debolmente all'incremento in elementi nutritivi. Anche l'esecuzione regolare degli sfalci² ha un peso notevole sull'inerbimento, poiché in assenza di utilizzazioni le specie più produttive tendono, nel tempo, a sopraffare le altre per concorrenza interspecifica; sfalci precoci, invece, favoriscono l'accestimento delle graminacee e la chiusura del cotico, ma, impedendo la disseminazione della vegetazione, precludono la diffusione e la sopravvivenza di talune specie meno competitive sul piano spaziale. Durante il periodo estivo, infine, il pascolo sulle piste da sci va attentamente valutato e, come si è detto a proposito dei pascoli alpini, se ne deve preventivamente stabilire il carico massimo ammissibile, onde evitare fenomeni degradativi del cotico erboso.

L'Appennino settentrionale e centrale

Nelle aree montane, e quindi anche sugli Appennini, l'orografia influenza il grado di piovosità (assai più elevato sul versante meridionale) e quindi le condizioni idrografiche dell'area, con ripercussioni significative sia in campo agricolo sia per l'utilizzo dell'acqua come forza motrice delle attività industriali. Anche il tipo di vegetazione presente è influenzato dalle condizioni climatiche, ma le sue condizioni dipendono, invece, in larga misura, dall'utilizzo fatto nei secoli del legname e delle selve, ai fini, ad esempio, dell'alimentazione umana e degli animali, della produzione di carbone per il consumo delle ferriere o per l'esportazione.

La storia sociale ed economica dell'area appenninica settentrionale e centrale italiana è stata segnata, nella seconda metà dell'ottocento, dal passaggio da un utilizzo largamente collettivo delle risorse e da un'oculata apertura verso le aree vallive, le pianure e le città, ad un regime liberistico-imprenditoriale. Fino ad allora, la gestione ambientale ed economica delle aree montane, soprattutto quelle più impervie e meno produttive, era affidata alla comunità che si dava delle regole comuni, dimostrandosi capace di sfruttare le risorse ambientali e di biodiversità in modo sostenibile. Questo è stato vero, nelle aree montane, fino a che le risorse naturali presenti sono servite per un'economia di sussistenza. Le aree appenniniche, più disagiate ma sicure, avevano sempre mantenuto nel tempo una profonda relazione con le aree di pianura limitrofe, più produttive ma meno sicure. Questo rapporto si fa più stretto tra fine settecento e novecento, proprio grazie alla necessità

¹ Peratoner G. (2006), *Piste da sci*, in *Manuale di ingegneria naturalistica*, Volume 3. *Sistemazione dei versanti*. Regione Lazio, Capitolo 21

² Per sfalcio si intende la falciatura delle colture da foraggio e la quantità di erba falciata

da parte delle zone di pianura di sfruttare le risorse montane. Quando risorse come il legno, il carbone, la lana, sono divenute appetibili dal punto di vista commerciale e ne è aumentata la richiesta, è nata in montagna una piccola imprenditoria che ha segnato la rottura del preesistente equilibrio economico-sociale. Questa nuova imprenditoria, di origine locale o proveniente da ambienti limitrofi di pianura, ha intrapreso la valorizzazione economica delle risorse energetiche ed ambientali dell'Appennino.

La valorizzazione delle risorse e un migliore utilizzo della terra procedono, infatti, di pari passo con la loro privatizzazione e concentrazione nelle mani di pochi, tanto che il primo significativo incontro delle popolazioni appenniniche con il mercato moderno è spesso quello con il mercato del lavoro, sul quale non si pongono più come imprenditori di se stessi (come avveniva con le precedenti migrazioni professionali e stagionali), ma come semplici lavoratori, ormai privi di quella rete di rapporti comunitari che li aveva protetti più a lungo degli abitanti della pianura³.

Le aree appenniniche sono state, nel nord e nel centro d'Italia, punto di riferimento importante per le produzioni agricole, di legname, per i prodotti lapidei, per la manodopera specializzata. A titolo d'esempio può valere il caso dell'Appennino tosco-emiliano, caratterizzato da forti flussi migratori stagionali di personale specializzato nei mestieri del bosco (tagliatori, segatori, carbonai) e nelle bonifiche, verso la Maremma, la Corsica e la Sardegna. Oltre coloro che avevano una professionalità specifica, all'epoca del raccolto si spostavano in gran numero anche i lavoratori agricoli generici. Anche il lavoro a domicilio delle donne mostra come le aree appenniniche fossero collegate, dal punto di vista sociale ed economico, alle aree di pianura circostanti; basti pensare alla lavorazione della seta e della canapa sul versante emiliano e romagnolo, della seta nella Garfagnana e nella Montagna Pistoiese, della seta, della paglia intrecciata e della lana nel Casentino. La poliattività si presentava come la norma. Una statistica degli ultimi decenni del Settecento sulla Montagna Pistoiese mostra come i mestieri dichiarati siano in media due per ciascun individuo e che non sono eccezionali i casi di coloro che affermano di svolgere, nel corso dell'anno, tre o addirittura cinque attività, testimoniando come nelle aree montane la cosiddetta multifunzionalità sia sempre stata alla base dell'economia di queste aree.

³ Sabbatini R. (1997), *Risorse produttive e imprenditorialità nell'Appennino Tosco-emiliano* (XVII-XIX Sec.) in: Andrea Leonardi A. & Bonoldi A. (1999), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico* - atti della sessione tenutasi a Trento il 5 dicembre 1997. Università degli studi di Trento, pp. 18-49

Nel tempo, in area appenninica, il processo di alienazione dei beni comuni, che erano serviti a sostenere il reddito della popolazione locale, diviene abbastanza generale e riguarda le terre arabili marginali, i pascoli, i boschi in precedenza adibiti ad usi civici. Queste modifiche all'uso civico, tuttavia, indeboliscono il già debole tessuto sociale montano, favorendo la formazione di grandi proprietà e inducendo i contadini a cercarsi un lavoro salariato in pianura come operaio generico.

Da mondo a sé anche se non chiuso, povero ma dotato di una sua logica interna e di una discreta vitalità, posto al margine dello sviluppo economico ma capace di ritagliarsi un proprio ruolo, la montagna diviene semplice area marginale della nascente economia di mercato, all'interno della quale, occasionalmente, può anche trovare settori e momenti di significativa affermazione (sia nei secoli presi in esame, sia più recentemente con il termalismo, gli sport invernali e il turismo in generale)⁴.

Lo sviluppo della imprenditorialità in area montana non sarebbe possibile se non fosse sostenuta da un incremento della viabilità:

Comune è il ruolo della viabilità come stimolo all'attività imprenditoriale, sia nel senso di favorire nuove iniziative produttive (come le cartiere di S. Marcello), sia per il potenziamento di iniziative già avviate (come le ghiacciaie dell'alta valle del Reno), sia per la redistribuzione sul territorio di imprese già affermate, come le ferriere della Montagna Pistoiese o i lanifici del Casentino (...). In Garfagnana, le prime cave di marmo vengono aperte ad Arni nel 1859, ma prendono notevole sviluppo solo dopo la costruzione della carrozzabile che la collega alla Versilia e dopo l'apertura della galleria del Cioppaio nel 1879⁵.

Una certa importanza hanno, in zona, le attività forestali - castanicoltura e produzione di legna per carbone e carta, l'allevamento ovino con flussi migratori stagionali dovuti alla transumanza e con nascita di lanifici, l'artigianato del legno, la lavorazione del ferro e, ovviamente, la sericoltura con conse-

⁴ Sabbatini R. (1997), *Risorse produttive e imprenditorialità nell'Appennino Tosco-emiliano* (XVII-XIX Sec.) in: Leonardi A. & Bonoldi A. (1999), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico* - atti della sessione tenutasi a Trento il 5 dicembre 1997. Università degli studi di Trento, pp. 18-49

⁵ Sabbatini R. (1997), op cit.



guente presenza di filande.

Dal 1979 le condizioni dell'Appennino settentrionale e centrale non sono molto cambiate, se non per la perdita di diverse attività industriali. L'attuale equilibrio fra i vari fattori della produzione, l'ambiente fisico sfavorevole, le pessime condizioni della viabilità, il sovraccarico del bestiame in alcune zone, la scarsità dei prati stabili ed artificiali, unitamente alla scarsità di capitali investiti per l'alpicoltura, rappresentano il più grave ostacolo al progresso tecnico in area appenninica. I pascoli appenninici, inoltre, sono spesso proprietà dei Comuni, e su questi gravano diritti di uso civico che ne impediscono una razionale utilizzazione.

Non si sono aggiornati gli studi sulle Comunanze, Consorzi, Università, Diritti d'uso delle famiglie residenti od originarie relegate al folklore ed alla rievocazione storica del turismo di massa. Andrebbero invece rivisitati i loro statuti per rimeditare sugli usi civici, sulle considerazioni in ordine al mantenimento produttivo dei prati e pascoli, del bosco e del sottobosco, di nuovo attuali per l'interpretazione ecologica del territorio e per riscoprire i prodotti che entravano nelle correnti di traffico minuto, importanti non dal punto di vista commerciale, ma perché costituiva una risorsa importante per la sopravvivenza⁶.

L'Appennino è interessato soprattutto da allevamenti ovini, e come sistema di allevamento si trova ancora diffusa nelle zone più alte la grande transumanza. La transumanza va oramai scomparendo, e dove ancora viene praticata il trasporto del bestiame viene effettuato su strade asfaltate, con camion suddivisi in due-tre piani di carico. Nella maggior parte dei casi in inverno il bestiame risiede in organizzate aziende di pianura. La transumanza va anche scomparendo perché le bonifiche (Maremma, Pontina, Tavoliere delle Puglie) hanno fatto scomparire il latifondo. Il pascolo di alta montagna viene ancora praticato non tanto per la convenienza economica, quanto per i noti vantaggi dell'alpeggio. Un rilancio delle realtà sociali ed economico-imprenditoriali appenniniche passa attraverso un recupero reale del senso della montagna e delle tradizioni che in passato spingevano le popolazioni locali alla multifunzionalità. Un sostegno a questo processo può venire da una più attenta valorizzazione delle peculiarità am-

bientali locali, al fine di sostenere un turismo estivo ed invernale che, nonostante l'attuale crisi, promette ancora di regalare interessanti profitti. La valorizzazione delle peculiarità ambientali locali permetterà anche di salvaguardare beni come il paesaggio e la biodiversità locale, che nei secoli si sono co-evoluti con le popolazioni appenniniche, rappresentandone insieme la risorsa di vita e il risultato ultimo delle interazioni uomo-natura.

La migliore prospettiva, per queste come per altre regioni montane sembra, quindi, l'incentivazione del turismo e dell'escursionismo, strettamente connessi al miglioramento del sistema di comunicazioni. Esigenza fondamentale è il rafforzamento dei collegamenti tra le aree metropolitane (Firenze, Ancona, Roma, Pescara, Napoli, Bari, Taranto) e le zone appenniniche: le prime in quanto centri di attivazione dei flussi turistici, le seconde in grado di migliorare la propria dotazione ricettiva e impiantistica come funivie, cabinovie, bidonvie, sciovie. A suffragare questo concetto basta citare i benefici effetti che l'apertura del tronco autostradale Roma - Avezzano - L'Aquila ha avuto sullo sviluppo delle località abruzzesi di soggiorno montano e di sport invernali.

L'Appennino meridionale e le isole

Va ricordato che buona parte del sistema appenninico ricade nell'area del Mezzogiorno, di cui condivide i problemi, con l'aggravante delle condizioni morfologiche e altimetriche. Le differenze sociali ed economiche tra l'Appennino centro-settentrionale e quello meridionale risiedono principalmente nella matrice storico economica che li ha caratterizzati: il primo proviene da una tradizione di conduzione prevalentemente mezzadrile, mentre quello meridionale, che proviene da una matrice feudale, è stato caratterizzato da piccole proprietà a conduzione diretta.

Contrariamente a quanto è successo al centro-nord, nel sud le aree montane sono state un vero e proprio rifugio per le popolazioni, in fuga dalla malaria e dagli attacchi dei pirati lungo la costa, tanto è vero che circa il 67% degli abitati storici si trova tra i 400 e gli 800 metri sul livello del mare, il 30% tra gli 800 e i 1100 metri circa, e solo l'11% al di sotto dei 400 metri⁷.

La stessa conformazione geologica di molte zone, unitamente a processi di diboscamento già

⁶ Pretelli S. (1997), *Microimprendere nell'Appennino umbro-marchigiano in età moderna e contemporanea* in Leonardi A. & Bonoldi A. (1999), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico - atti della sessione tenutasi a Trento il 5 dicembre 1997*. Università degli studi di Trento, pp. 50-69

⁷ Gangemi M. (1999), *L'Economia dell'Appennino calabro-lucano tra XVIII e XIX secolo negli studi dell'ultimo ventennio* in Andrea Leonardi A. & Bonoldi A. (1999), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico - atti della sessione tenutasi a Trento il 5 dicembre 1997*. Università degli studi di Trento, pp.70-81

sensibili in epoca romana e, attraverso diverse congiunture, particolarmente efficaci tra Sette e Ottocento, comportò, con profonde alterazioni del sistema idrogeologico e un sensibile peggioramento dell'ambiente, la secolare permanenza di questa dicotomia tra montagna e pianura, aggravata dall'isolamento che seguiva alla cronica deficienza di strade e dal diffondersi di un generale senso d'insicurezza dovuto alle violenze esercitate da singoli o da bande.

Nelle aree montane dell'Appennino meridionale, ricche di acqua e di boschi, e quindi di energia da impiegare nelle industrie, si sviluppano durante i secoli diverse attività industriali (ad esempio le ferriere in Aspromonte), le quali, però, non sopravvissero a lungo dopo l'Unità d'Italia, probabilmente a causa della mancanza di un committente forte come erano state, nel passato, le case regnanti nel Regno delle due Sicilie. Per quanto riguarda, invece, l'agricoltura e la pastorizia, queste sono state a lungo incentrate sulla monocultura latifondistica e sulla transumanza, anche se nel tempo la grande proprietà terriera, di origine feudale ed ecclesiastica, lascia il posto ad una proprietà borghese che prospererà in seguito anche a scapito delle piccole proprietà contadine, ma che avrà il merito di introdurre nuove colture come il mais, la robbia, il lino, la patata, i legumi, l'ulivo, gli agrumi, la vite, il gelso. Comunque le aree montane meridionali subirono uno spopolamento tra il XIX e il XX secolo, a causa sia di emigrazioni che di spostamenti verso altre aree con condizioni di vita più favorevoli. Anche qui, come negli Appennini settentrionale e centrale, esiste una cospicua migrazione stagionale, fatta di pastori, venditori ambulanti e

contadini che alternano attività agricole tra monte – colle e pianura (...) o che partecipano stagionalmente ad attività manifatturiere ed artigianali. Molti, e rilevante era il ruolo delle donne, affiancavano al lavoro dei campi l'attività tessile domestica con la lavorazione del lino, canapa, cotone, lana. E poi il settore della seta, legato al mondo agricolo anche dalla coltivazione del gelso, di una certa rilevanza economica, specie in Calabria, dove aveva dato vita anche ad alcune forme d'industria accentrata⁸.

⁸ Bevilacqua, Placanica (1985) *La Calabria*, Storia d'Italia. Le Regioni dall'Unità ad oggi, Torino, pp.252-264 e Capalbo C. (1988), *Mercato esterno e tradizione di mestiere. La produzione della seta a Cosenza tra Sette e Ottocento*, in Meridiana, pp. 73-96, in Leonardi A. e Bonoldi A. [a cura di] (1997), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico*, seminario permanente sulla storia dell'economia e dell'imprenditorialità nelle Alpi, Atti della sessione tenutasi a Trento il 5 dicembre

Anche in questo caso, la multifunzionalità è stata la chiave per risolvere il problema di un reddito contadino altrimenti troppo scarso per permettere la sopravvivenza nelle aree montane.

I consistenti flussi migratori degli anni '70 e '80 dell'Ottocento, acuiti dagli effetti nefasti delle crisi agrarie, sono comunque indici delle mutate condizioni demografiche. Anche se Basilicata e Calabria non partecipano con la stessa velocità alla crescita della popolazione che il Regno conosce tra XVIII e XIX secolo, pure questi relativi incrementi bastano ad esercitare una forte e pericolosa pressione sulle zone montane perché si accompagnano al dilatarsi delle colture a spese dei boschi e delle terre in pendio con il risultato di aumentare soprattutto la produzione di cereali inferiori; condannare la pastorizia, "rovinata" dalla mancanza di pascoli; incrinare ancora più profondamente il già precario equilibrio ecologico del territorio, del rapporto montagna-pianura⁹.

Il processo di disboscamento che ne deriva, infatti, unito ad una gestione del bosco non corretta, ha comportato tra il Sette e l'Ottocento un intensificarsi dei processi di erosione del suolo, frane e smottamenti, come si vede dalla Figura 16.1. Anche i fiumi, mal regimentati, assumono sempre più carattere torrentizio, contribuendo a quel dissesto del territorio che oggi è una delle caratteristiche più evidenti di larghe porzioni del paesaggio montano dell'Appennino meridionale.

Figura 16.1 - Appennino meridionale



Fonte: http://www.martegani.it/basilicata_file/basilicata/index.html

⁹ Leonardi A. e Bonoldi A. [a cura di] (1997), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico*, seminario permanente sulla storia dell'economia e dell'imprenditorialità nelle Alpi, Atti della sessione tenutasi a Trento il 5 dicembre



A partire dalla seconda metà del XVIII secolo si moltiplicano le voci di coloro i quali, tra gli illuministi fino ai tecnici più accorti dell'ultimo periodo borbonico, affermano l'impossibilità di poter pervenire a un efficace controllo delle acque e quindi al recupero di valli e pianure all'agricoltura, senza prima attendere alle necessarie opere di rimboschimento delle pendici montane private dalla loro copertura arborea, ritenendo ormai la distruzione del bosco come una causa primaria nel permanere di un diffuso disordine idrogeologico¹⁰.

Attualmente, le attività tradizionali non sembrano in grado di garantire una buona qualità ambientale e sostenere efficacemente le economie locali, anche se la transumanza - in forma meccanizzata, con il trasporto delle greggi su autocarri - conserva una certa importanza in alcune zone appenniniche del versante adriatico. L'autostrada Napoli-Bari ha determinato una prima saldatura tra i fasci longitudinali di comunicazioni tirrenico e adriatico. Alle grandi opere viarie si dovrebbe affiancare la ristrutturazione della rete ferroviaria - essendo quella esistente in massima parte ormai superata per la tortuosità dei percorsi, i notevoli dislivelli e la complessiva inadeguatezza alle moderne esigenze del traffico - al fine di agevolare sia la penetrazione dall'esterno che gli spostamenti interni al sistema montuoso: è questa la pre-condizione per un possibile decollo, anche in senso globale, dell'economia appenninica.

A dicembre del 2012 il Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione Economica ha organizzato a Roma un seminario dal titolo: *Le aree interne: nuove strategie per la programmazione 2014-2020 della politica di coesione territoriale*. Le aree interne sono state definite come

quella vasta e maggioritaria parte del territorio nazionale non pianeggiante, fortemente policentrica, con diffuso declino della superficie coltivata e spesso affetta da particolare calo o invecchiamento demografico¹¹.

Questa definizione, nella quale ricade buona parte del territorio montano, una parte importante del territorio collinare, più le isole minori, deriva dalla programmazione dei fondi comunitari 2014-2020, dove non vi sarà una politica diretta espres-

samente alle aree montane, ma alle aree interne. Negli ultimi vent'anni, l'Ue ha modificato l'originaria visione in negativo dei territori svantaggiati e ha cominciato a parlare di territori *diversi*, che possono essere strategici in una prospettiva di sviluppo sostenibile, grazie alla loro valenza economica, ambientale, energetica e culturale, visione che è stata recepita anche a livello nazionale.

Già il Piano Strategico Nazionale (PSN) per la programmazione dei fondi comunitari 2007-2013, infatti, prevedeva interventi prioritari di sostegno allo sviluppo per tutte le regioni agrarie Istat che ricadono nelle zone altimetriche di montagna e collina, mostrando una continuità con la recente definizione delle aree interne. Con questi sviluppi, le politiche per le aree svantaggiate si sono trasformate da politiche di semplice compensazione a politiche di sviluppo attraverso la valorizzazione delle potenzialità locali. La politica delle aree interne prevista nella programmazione 2014-2020, inoltre, prevede di raggiungere tre obiettivi generali interconnessi:

- 1) tutela del territorio e della sicurezza incentrata sul ruolo dei loro abitanti;
- 2) promozione della diversità naturale, culturale, del paesaggio e del policentrismo aprendo all'esterno;
- 3) rilancio dello sviluppo e del lavoro attraverso l'uso di risorse potenzialmente male utilizzate.

In questo stesso discorso relativo alle aree interne possono essere comprese anche le isole, per cui preferiamo, per completezza di informazione parlarne brevemente in questo Capitolo. Il territorio insulare italiano è circa un sesto del territorio nazionale totale, di cui quasi la totalità compete a Sicilia e Sardegna.

Oltre a queste due, l'Italia può contare su una sessantina di isole minori che si sommano alle centinaia di isole sparse per tutto il Mediterraneo, le quali, al pari di pochi altri casi nel mondo, come le isole caraibiche e le isole pacifiche, sono ritenute *uno dei più importanti insiemi insulari del pianeta e giocano un importante ruolo ecologico, economico, sociale, politico e culturale che le loro ridotte dimensioni non lasciano presagire*.

Le economie delle isole minori italiane si basano oggi sulle attività legate al turismo, che negli ultimi decenni si sono affiancate e sostituite alle attività tradizionali dell'agricoltura e della pesca. La correlazione tra turismo e ambiente insulare è evidente: da una parte, le attività turistiche hanno un forte impatto, oltre che sulle società locali, soprattutto sull'ambiente; dall'altra,

¹⁰ Leonardi A. e Bonoldi A. [a cura di] (1997), op. cit.

¹¹ <http://www.coesioneterritoriale.gov.it/wp-content/uploads/2012/11/Un-progetto-per-le-aree-interne-15-dicembre-roma.pdf>

l'ambiente e il paesaggio sono gli elementi ricercati dai turisti nelle isole. La tutela dell'ambiente e del paesaggio delle piccole isole italiane, pertanto, dovrebbe garantire il benessere dei loro abitanti e la prosperità delle attività economiche¹².

Per sopperire alle due questioni, degrado ambientale e flessione del turismo, si sono cercate diverse soluzioni. Tra queste, una delle maggiormente utilizzate è la destagionalizzazione turistica o, meglio, il prolungamento della stagione turistica, includendo anche i mesi primaverili e autunnali. Per favorire ciò, tuttavia, è necessario ripensare alle dinamiche tradizionali del turismo, usualmente basate sulle attività legate al mare e limitate alla sola stagione più calda. Molte delle isole dispongono di emergenze archeologiche, architettoniche, e culturali in genere, nonché di bellezze naturali di notevole importanza.

Il loro riconoscimento come beni culturali da parte della popolazione e delle istituzioni locali permetterebbe la loro valorizzazione e la trasformazione in bene economico o, meglio, in bene culturale quale elemento di sviluppo economico. La fruizione dei beni culturali e ambientali insulari, infatti, permetterebbe la promozione di un'offerta turistica, diversa da quella basata sulle attività marine, possibile in tutti i periodi dell'anno e permetterebbe la creazione di nuovi posti di lavoro, a beneficio della popolazione locale, volti a coprire le esigenze di questi nuovi servizi¹³.

In questo modo, si riscontrano diversi effetti positivi. In primo luogo, si andrebbe a mitigare gli effetti sul territorio dovuti all'impatto del turismo, che non sarebbe concentrato in un periodo ristretto, ma esteso su un numero, almeno, doppio di mesi. Nel complesso, il numero totale dei turisti sarebbe più ampio, e quindi economicamente più vantaggioso, ma con una loro distribuzione su un periodo più ampio. Il recupero e la valorizzazione dei beni culturali e naturali permetterebbe, inoltre, la tutela e la salvaguardia dell'ambiente naturale dell'isola, garantendo il benessere dei suoi abitanti e la prosperità delle attività turistiche.

Questi tre obiettivi dovranno accompagnarsi con la definizione di un modello di vita competi-

vo con quelli offerti dalle aree urbane.

Si tratta dunque di una politica che, pur assumendo come punto di partenza condizioni di svantaggio oggettivo, non si pone in una logica assistenziale, ma mira a uno sviluppo che implicitamente (...) fa leva sulle potenzialità intrinseche dei territori e vede il loro sviluppo aperto al concorso di popolazioni e forze esterne¹⁴.

Nella definizione di un nuovo modello di vita e di sviluppo, possibile per queste aree, uno degli obiettivi è l'individuazione dei valori, naturali, economici e culturali, da valorizzare, come le risorse energetiche rinnovabili, la biodiversità, i prodotti tipici agro-pastorali, i boschi, i patrimoni naturalistici, paesaggistici e culturali diversificati, riscoprendo quell'attitudine alla multifunzionalità che è da sempre stata una peculiarità delle popolazioni montane.

Analisi territoriale, economica e socio-culturale delle aree montane

Il 43,7% dei Comuni italiani, che sono complessivamente 8.092, sono Comuni montani, con picchi di presenza particolarmente elevati in Regioni montuose come la Valle d'Aosta e il Trentino-Alto Adige (100%), prevalenti in Regioni come la Basilicata (81%) e l'Umbria (75%), molto limitati in Regioni quali la Puglia (10%).

Si tratta di entità amministrative demograficamente meno popolate dei Comuni non montani come mostra la Tabella 16.1, nella quale le fasce demografiche prevalenti sono quelle a più basso tasso di popolazione, tipicamente in aree non molto ospitali dal punto di vista antropico. Questo spiega il perché della presenza in valori assoluti di circa 9 milioni di abitanti in Comuni montani rispetto ai quasi 52 milioni degli altri Comuni.

¹² Casari M. (2008), *Turismo e geografia. Elementi per un approccio sistemico sostenibile*, Milano, Hoepli

¹³ La valorizzazione dei beni culturali e ambientali per lo sviluppo delle isole minori italiane (Arturo Gallia)

¹⁴ <http://www.dislivelli.eu/blog/dalla-montagna-alle-aree-interne.html>



Tabella 16.1 - Comuni italiani montani e non montani,
per classe demografica, 2011 in valori assoluti e percentuali

Classe di ampiezza demografica	Montani		Non montani	
	v.a.	%	v.a.	%
0 - 1.999	2.272	64,5%	1.249	35,5%
2.000 - 4.999	886	41,0%	1.276	59,0%
5.000 - 9.999	253	21,2%	939	78,8%
10.000 - 19.999	91	13,0%	610	87,0%
20.000 - 59.999	32	7,8%	380	92,2%
60.000 - 249.999	4	4,3%	88	95,7%
>=250.000	0	0,0%	12	100,0%
Totale	3.538	43,7%	4.554	56,3%

Fonte: elaborazione IFEL - Dipartimento Economia Territoriale su dati Istat, 2011

Le caratteristiche ambientali di queste aree non incidono, però, sull'ampiezza dei nuclei familiari, il cui numero medio di componenti è di circa 2,4 sia per le famiglie dei Comuni montani, sia di quelli non montani. Un dato demografico, quest'ultimo, che attesta un tendenziale livellamento della qualità della vita e dell'accesso ai servizi almeno primari per i nuclei familiari di tutta Italia. In effetti, le maggiori differenze si denotano per indicatori quali il tasso di natalità, più basso nei Comuni montani (8,6) rispetto a quello dei Comuni non montani (9,4), o la maggior presenza di giovani (0-4 e 15-34 anni) nei Comuni non montani. A risiedere nelle aree montane, pertanto, sono soprattutto i più anziani, mentre risultano meno presenti le famiglie più giovani sebbene allo stato attuale non si assiste a un vero e proprio spopolamento delle aree montane. Esse possono ancora fornire risorse di tipo economico e sociale accessibile pressoché a tutte le fasce di età della popolazione, a giudicare anche da indici come quello dell'invecchiamento, di poco più alto nei Comuni montani rispetto a quelli non montani (21,7% contro il 20%). In ogni caso la migrazione verso le aree non montane delle fasce più giovani della popolazione suggerisce di orientare le politiche sociali dei Comuni delle zone montane verso servizi di *welfare* orientati al raggiungimento di condizioni di benessere e di qualità della vita indirizzati in prevalenza alla popolazione anziana.

A livello economico anche l'indice di dipendenza demografica, calcolato come il rapporto tra la popolazione residente in età non attiva (da 0 a 14 anni e da 65 anni e oltre) e la popolazione in

età lavorativa (da 15 a 64 anni) moltiplicato per cento, non è eccessivamente differente fra Comuni montani (53,8%) e Comuni non montani (52%): il tendenziale aumento dello squilibrio generazionale, dovuto soprattutto all'allungamento della vita, sembra essere più contenuto nei Comuni montani, dove sono molto presenti anche le fasce della popolazione intermedie a livello anagrafico. Che i Comuni montani possano costituire anche una destinazione residenziale preferita – probabilmente per il livello della qualità della vita assicurato, oltre che per la diffusione nel territorio nazionale – lo attestano sia l'indice migratorio che è pari a 3,5 per mille abitanti in più iscritti rispetto a quelli che si cancellano dall'anagrafe, che l'aumento della popolazione straniera residente. Fra il 2001 e il 2011 l'aumento della presenza di stranieri è stata del 26% nei Comuni montani rispetto al 20% di quelli non montani, rivelando per i primi territori un'attrattiva economica e occupazionale non inferiore a quella delle aree più pianeggianti del Paese. L'insediamento della popolazione straniera in queste aree, che hanno tessuti sociali più stabili e di lunga durata, è progressivo e l'attuale sensibile differenza con i Comuni non montani per incidenza della popolazione straniera (6,1% contro il 7,8%) rivela un *gap* progressivamente sempre inferiore. In effetti, gli indicatori della qualità della vita delle attività economiche nelle aree montane sono solo lievemente peggiori di quelli delle aree non montane, come si nota nella Tabella 16.2, presentando anche peculiari vocazioni favorite dalle caratteristiche ambientali e paesaggistiche.

Tabella 16.2 - Il tasso di natalità e mortalità delle imprese nei Comuni italiani montani e non montani, 2010

Comuni	Tasso di natalità	Tasso di mortalità
Montani	6,6%	6,6%
Non montani	8,0%	7,5%
Italia	7,8%	7,4%

Fonte: elaborazione IFEL - Dipartimento Economia Territoriale su dati Infocamere, 2011

Tabella 16.3 - La specializzazione economica dei Comuni italiani montani e non montani, 2010

Comuni	% di comuni per settore economico		
	Primario	Secondario	Terziario
Montani	64,7%	27,2%	8,1%
Non montani	54,6%	33,8%	11,6%
Italia	59,1%	30,9%	10,1%

Fonte: elaborazione IFEL - Dipartimento Economia Territoriale su dati Infocamere, 2011

Se la specializzazione economica per settori produttivi di queste aree è prevalentemente quella agricola nel confronto con le aree non montane (Tabella 16.3), in quel settore terziario residuale si sta consolidando un'importante voce economica per le aree montane e per l'intero Paese che è quella relativa al turismo. Accanto alle città d'arte e ai litorali isolani e peninsulari, infatti, le aree montane sono impegnate sul fronte economico a promuovere e tutelare il turismo montano. Quest'ultimo può contare sul 77% di posti letto ogni mille abitanti, contro il 33% dei Comuni non montani – il 10% inseriti nelle specifiche attività agrituristiche. Grazie a questi dati, il 49% dei Comuni non montani si presentano come enti territoriali a vocazione turistica. Per i Comuni montani questa percentuale scende al 24% sul loro totale.

Per promuovere le attività produttive delle aree montane, queste ultime possono contare ormai principalmente sui fondi comunitari. Il finanziamento di progetti comunitari a favore di Comuni montani non è prevalente rispetto agli altri tipi di Comuni italiani (43% contro il 57%), sebbene la situazione sia eterogenea fra le regioni italiane. Le Comunità montane più virtuose, però, hanno utilizzato i fondi dell'ultima pianificazione dei PO regionali FESR 2007-2013 per infrastrutture e servizi mirati sul territorio: dall'efficientamento energetico alle rinnovabili, dai progetti per la salvaguardia del

territorio alla promozione del turismo, dai piani per l'integrazione e l'inclusione sociale, ai collegamenti e alla mobilità, seppure in misura minore. Le difficoltà finanziarie acute dalla crisi potrebbero essere superate dalle Comunità montane con una pianificazione virtuosa, specie se incontrasse parametri favorevoli nella programmazione *Horizon 2020*.

Vulnerabilità delle aree montane

È opportuno notare come su scala nazionale l'abbandono dei terreni agrari e la conseguente espansione delle aree boscate rappresentino, da un punto di vista quantitativo, il cambiamento di uso del suolo più rilevante che abbia avuto luogo in Italia negli ultimi sessanta anni.

L'abbandono dei terreni agrari e, più in generale, dei territori montani, provoca impatti ambientali, economici e sociali che non riguardano soltanto le comunità di montagna, ma l'intera Nazione (Tabella 16.4). Infatti le montagne contribuiscono tuttora a fornire una serie di risorse e servizi essenziali, quali per esempio l'approvvigionamento di risorse idriche, la protezione del suolo, la conservazione della biodiversità, l'approvvigionamento del legname, la disponibilità di ampi spazi ricreativi, l'assorbimento dell'anidride carbonica, la prevenzione dei rischi naturali e il mantenimento di un bi-



lanciato apporto di sedimenti lungo le coste¹⁵. Nonostante dunque le montagne costituiscano l'ambiente di vita per circa un decimo dell'umanità, in realtà forniscono beni e servizi a più di metà della popolazione mondiale. Gli ecosistemi di montagna possiedono quindi un'importanza sia locale che globale, soprattutto perché rivestono un ruolo fondamentale per le comunità a valle, che dipendono fortemente da determinati, essenziali servizi provvisti dai territori a monte, come la garanzia di quantità sufficienti e sicure di risorse idriche di elevata qualità e la prevenzione dei rischi naturali. Il significato principale delle montagne, in Europa in particolare, è oggi probabilmente proprio quello di *serbatoi d'acqua*, poiché le risorse idriche fornite dalle montagne soddisfano una delle funzioni più essenziali sia per quanto riguarda le popolazioni di montagna che quelle di pianura.

Secondo una credenza piuttosto diffusa e ben radicata, il forte aumento della superficie coperta da associazioni arbustive e arboree nelle aree di montagna costituisce un processo positivo, che contribuisce a contrastare la deforestazione che viene perpetrata in altre parti del globo e in particolare nei paesi in via di sviluppo e che porta alla distruzione di ampie estensioni di foresta tropicale. Al contrario, lo sviluppo incontrollato di nuove aree boscate costituisce un problema, essendo causata di numerosi impatti tra cui perdita di paesaggi culturali e di varietà di habitat, la diminuzione di bio ed eco-diversità, la chiusura dei quadri paesaggistici, lo spreco di risorse, la perdita di terreni produttivi, la diminuzione di servizi ambientali e l'aumento del rischio di dissesti e altri disastri naturali quali inondazioni, frane, smottamenti ed incendi (Tabella 16.4).

Tabella 16.4 - Gli impatti ambientali, sociali ed economici

IMPATTI AMBIENTALI	IMPATTI SOCIALI	IMPATTI ECONOMICI
Perdita di habitat aperti seminaturali causata dal declino dei sistemi agricoli ad elevato valore naturalistico (<i>High Nature Value: HNV</i>)	Scomparsa di importanti caratteristiche del paesaggio bioculturale, quali <ul style="list-style-type: none"> • pascoli, prati e prato-pascoli • piccoli appezzamenti coltivati 	Danni economici causati dai disastri naturali
<ul style="list-style-type: none"> • Perdita di biodiversità. • In particolare sono danneggiate: • specie adattatesi a vivere in ambienti semi-naturali • specie tipiche di ambienti di transizione • specie che necessitano di ambienti aperti 	Perdita di patrimonio naturale e culturale: perdita di conoscenze ed abilità empiriche	Perdita di valore paesaggistico con conseguente danno all'industria turistica
Instabilità dei versanti e aumento del rischio di dissesti idrogeologici e altri disastri naturali, quali: <ul style="list-style-type: none"> • valanghe e slavine • smottamenti e frane • alluvioni • incendi 	Omogeneizzazione, banalizzazione e chiusura dei quadri paesaggistici	Diminuzione di specie di interesse venatorio con particolare riguardo all'avifauna
Cambiamenti microclimatici dovuti alla maggior estensione delle aree boscate	Diversa percezione del paesaggio e del territorio: <ul style="list-style-type: none"> • da parte dei residenti (influenza sulle cure territoriali fornite dalle comunità locali) • da parte dei visitatori (valore estetico del paesaggio) 	Crescente inaccessibilità e minore fruibilità del territorio
		Contrazione del patrimonio pascolivo considerato in quanto insostituibile risorsa produttiva

Fonte: Fagarazzi¹⁶

L'avanzamento del bosco, inoltre, rappresenta spesso soltanto l'effetto più evidente di un processo altrimenti meno apparente e in qualche modo silenzioso di marginalizzazione, declino demografico e invecchiamento della popolazione, che interessa la maggior parte delle regioni di montagna ed alta collina nel nostro Paese.

¹⁵ Come stabilito durante la Conferenza delle Nazioni Unite UNCED (United Nations Conference on Environment and Development di Rio de Janeiro), 3-14 giugno 1992, nota con il nome informale di *The Earth Summit*

¹⁶ Fagarazzi C., Casini L. (2005), *La pianificazione di aree rurali: una proposta metodologica per la valutazione delle funzioni paesaggistiche assolute dalle attività agricole*, in Convegno di studi sui Metodi d'Indagine e di Analisi per le Politiche Agricole, Università degli Studi di Pisa, Pisa, 21-22 ottobre 2004

Turismo e aree montane: valutazione degli impatti e strumenti per un turismo sostenibile

Secondo l'Organizzazione Mondiale del Turismo (Omt) può definirsi *sostenibile* il turismo capace di soddisfare le esigenze dei turisti di oggi e delle regioni ospitanti prevedendo e accrescendo le opportunità per il futuro. Tutte le risorse dovrebbero essere gestite in modo tale che le esigenze economiche, sociali ed estetiche possano essere soddisfatte mantenendo l'integrità culturale, i processi ecologici essenziali, la diversità biologica, i sistemi di vita dell'area in questione¹⁷,

pertanto, l'ambiente, la comunità e le culture locali sono le risorse che il turismo dovrebbe tutelare nella condizione registrata all'inizio della sua pratica e, per quanto possibile, favorire nello sviluppo successivo.

Focalizzando l'attenzione sulle risorse delle comunità locali – montane, la loro tutela e promozione attiene sia agli aspetti ambientali con la conservazione degli ecosistemi, sia a quelli economici che ne prevedono la valorizzazione produttiva, sia, infine, a quelli culturali che richiamano, per esempio, la solidarietà intergenerazionale nella trasmissione dei valori locali. Si tratta di tre dimensioni che coincidono con quelle che anche il legislatore europeo ha declinato in ogni ambito regolamentato e che per il turismo rivestono, se possibile, un significato ancora più funzionale al contenimento, se non eliminazione, degli impatti negativi causati da pratiche turistiche progressivamente invasive. Le risorse principalmente *impattate* dai flussi turistici sono:

1. *ambiente naturale*, ossia acqua, suolo, sottosuolo, flora e fauna, ad esempio attraverso opere di cementificazione a favore di strutture recettive, limitazione della biodiversità limitata a quella necessaria allo svolgimento di attività di intrattenimento (piste da sci, produzione enogastronomica, delimitazione di aree naturali per visitatori);
2. *patrimonio culturale*, costituito da tradizioni e usi, mestieri e costumi, processi produttivi e spazi della vita comunitaria che le pratiche turistiche possono alterare: ciò può avvenire sia con un radicale esaurimento/rallentamento di queste prassi, sia con un processo di adeguamento delle stesse agli obiettivi turistici. In entrambi i casi il patrimonio culturale delle comunità è modificato da fattori esogeni,

portati da imprenditori turistici e visitatori, che non si integrano con quelli preesistenti;

3. *patrimonio sociale*, riferibile a valori e norme condivise che presiedono alla regolamentazione di ruoli e comportamenti sociali. Una loro troppo radicale trasformazione a causa di processi e attori portati dal turismo altera il tessuto sociale locale e non favorisce l'integrazione nello stesso della pratica turistica;
4. *patrimonio economico*, cui contribuiscono non soltanto beni e servizi prodotti localmente, beni immobili e pubblici di cui la comunità dispone, ma anche le risorse umane che la compongono e che con diverso ruolo partecipano a determinare il patrimonio economico.

Le dimensioni considerate per illustrare gli impatti negativi del turismo sottolineano come ogni analisi teorica e intervento operativo debbano considerare l'intero processo e investire tutti gli attori che ne prendono parte, dai turisti alle Amministrazioni locali, dai soggetti privati che investono in attività turistiche alle associazioni locali e agli esperti chiamati a orientare con le loro competenze decisioni politiche e piani di progettazione turistica.

Perché il turismo si affermi a breve, e anche a medio-lungo termine, come un'attività di valorizzazione e promozione – ambientale, culturale, economica – e non di uso irreversibile delle risorse delle comunità montane, tutti gli attori coinvolti nel processo sono chiamati ad agire in modo integrato per coordinare ruoli e interessi. In ciò, alcuni strumenti normativi come la certificazione ambientale EMAS o ISO14001, l'Ecolabel e l'Agenda 21 Locale (vedi il Capitolo 3) supportano gli attori nelle scelte da operare rispetto alle peculiarità di ogni specifico contesto ambientale, sociale, economico, culturale.

Gran parte di queste indicazioni normative non ha carattere vincolante, a partire dall'Agenda 21 che, però, adotta principi come il coinvolgimento e la partecipazione di tutti gli attori locali, i quali, possono integrarsi per un più soddisfacente raggiungimento dei propri obiettivi (sui metodi di partecipazione vedi il Capitolo 27). In primo luogo, il mantenimento dell'integrità dell'ecosistema può essere considerato come condizione essenziale all'offerta turistica e, quindi, un obiettivo condiviso per tutti gli attori: per questo essi sono chiamati a promuoverlo con i propri comportamenti e favorendo quelli altrui attraverso azioni di sensibilizzazione, educazione e (in)formazione offerti agli altri attori, oltre che ai turisti.

Le certificazioni EMAS e ISO, al contrario, prevedono regolamenti vincolanti cui sono certificate anche molte comunità montane, sebbene specifi-

¹⁷ www.unwto.org



catamente per beni e servizi turistici l'ordinamento italiano ha disposto uno specifico criterio di certificazione di qualità, ossia l'Ecolabel¹⁸. Si tratta di un marchio europeo di certificazione ambientale per i prodotti e i servizi nato nel 1992 in applicazione del Regolamento europeo n. 880/92, aggiornato con il nuovo Regolamento n. 1980 del 17 luglio 2000. Il marchio è concesso a quei prodotti e servizi turistici che rispettano precisi criteri ecologici definiti a livello europeo: i prodotti e i servizi che espongono questo marchio, pertanto, hanno un ridotto impatto ambientale e sono sottoposti, così come i criteri certificanti, a continui aggiornamenti per verificarne l'efficacia. Anche per ottenere questa certificazione che si sta offrendo/servendo di un turismo sostenibile è quanto mai necessaria l'azione integrata di più attori. Ad esempio, solo le amministrazioni pubbliche locali possono definire l'assetto territoriale della comunità montana (viabilità, trasporti, infrastrutture viarie, parcheggi, uso del territorio, monitoraggio delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e morfologiche, raccolta e smaltimento rifiuti, sistema idrico). Questo ruolo può essere assunto in modo più efficace per assicurare la competitività delle attività del territorio se condiviso con gli altri attori, ad esempio gli imprenditori turistici che, richiedendo l'Ecolabel, devono garantire servizi ecocompatibili (dall'approvvigionamento energetico alla raccolta differenziata dei rifiuti) e possono contribuire utilmente alla pianificazione e alla gestione delle risorse per servizi più efficienti ed efficaci. In particolare, le strutture turistiche certificate sono state spesso chiamate ad attestare servizi ecocompatibili di prevalente amministrazione pubblica, fra i quali i principali sono:

- *la raccolta dei rifiuti*, per la quale sono prescritte procedure di differenziazione dalla raccolta allo smaltimento;
- *servizi energetici*, la cui offerta deve essere efficiente rispetto agli usi turistici e soprattutto garantire la sostenibilità nell'uso delle fonti, preferendo quelle rinnovabili e con emissioni inquinanti a zero;
- *servizi idrici*, siano essi per il consumo che per la gestione degli scarti delle attività umane, devono prevedere il mantenimento dell'equilibrio ambientale anche a medio-lungo termine e preventivi trattamenti per non disperdere nell'ambiente acque reflue inquinanti;
- *i trasporti e la mobilità*, che devono essere efficienti e possibilmente pubblici per l'uso dei turisti, oltre a rispettare criteri di basso impatto sull'ecosistema.

Certamente un organismo come la comunità montana molto può fare già solo adottando i vincoli di azione che le impongono il legislatore comunitario e quello nazionale in questi ambiti e che la portano ad avere come destinatari i turisti e i propri cittadini, i gestori delle attività alberghiere e gli esperti dei settori connessi. Si tratta di prassi ormai consolidate che hanno sviluppato un'ampia e varia casistica di riferimento in condizioni analoghe, come si cercherà di dimostrare di seguito.

Molti sono i fattori e gli interessi di parte da considerare nell'integrazione degli attori coinvolti come dimostra il turismo invernale nelle località montane nella gestione del caso specifico dell'assenza di innevamento. Nella Tabella 16.5 sono presentate le principali quattro strategie di intervento adottate dalle strutture recettive con la specificazione dell'obiettivo da raggiungere e degli interventi adottati per il conseguimento. In tutti e quattro i casi il risultato ultimo è quello del mantenimento di un buon livello di offerta turistica sciistica che si ottiene sia adottando meccanismi artificiali, che spostando i siti delle piste o diversificando la stessa offerta. Se per gli operatori turistici la strategia più efficace è quella che garantisce il miglior risultato a un costo di eventuale nuovo investimento ridotto, l'amministrazione della comunità mira ugualmente a poche spese di fondi pubblici e a ridurre l'impatto ambientale, sociale, economico che ne deriverebbe alla comunità.

Tabella 16.5 - Le possibili strategie in assenza o riduzione del manto nevoso

<i>Strategia Gestionale</i>	Riduzione del manto nevoso necessario a permettere la pratica dello sci	Progettazione di particolari tipi di tracciato con sistemi di protezione del manto nevoso (parapetti, cattura neve, alberi per proteggere le piste dal vento, drenaggio di terreni umidi)
<i>Strategia Tecnologica</i>	Aumento della copertura nevosa	Innevamento artificiale
<i>Strategia adattativa</i>	Spostamento delle piste da sci	ampliamento dei comprensori sciistici con spostamento e concentrazione delle piste nelle zone più elevate e progetti di collegamento tra diversi comprensori con sviluppo di impianti sui ghiacciai
<i>Strategia Multifunzionale</i>	Differenziazione offerta	Ampliamento della gamma dei servizi offerti nel periodo invernale (turismo escursionistico -naturalistico, congressuale, terme). Potenziamento dell'offerta turistica al di fuori della stagione invernale.

¹⁸ <http://www.isprambiente.gov.it/temi/mercato-verde/ecolabel>

La Strategia adattativa provoca danni su ecosistemi sommitali particolarmente fragili e tutelati da *Natura 2000* mentre la strategia multifunzionale è quella più sostenibile sia dal punto di vista ambientale che economico.

La popolazione locale potrebbe, dal canto suo, richiedere il minor impatto sull'uso degli spazi più *locali* della comunità e la conservazione delle attività economicamente più produttive, le quali spesso costituiscono anche l'unica fonte di profitto. Senza contare gli obiettivi che si prefigge il legislatore rispetto ai criteri di sostenibilità turistica che certifica o a quelli del turista, sempre più *educato* a una fruizione di qualità e non solo di quantità dei servizi recettivi. Fra le quattro strategie, quindi, si individua quella *multifunzionale* come la migliore rispetto agli obiettivi economici ed ecosistemici e, come dimostra anche il prefisso del suo aggettivo, quella che forse può rispondere più funzionalmente alle aspettative di *molti* se non tutti gli attori partecipanti al processo turistico.

Le Comunità montane. Il quadro normativo e la sua evoluzione

La Comunità montana è, fin dalla sua prima definizione normativa, un ente con peculiari specificità sia in termini di funzioni che di articolazione territoriale. Così la pensarono i Costituenti che fecero appositamente aggiungere all'art. 44 della Costituzione un ultimo comma che recita *la legge dispone provvedimenti a favore delle zone montane*. Dopo alcune prime disposizioni generali nel 1952, è stata la Legge del 3 dicembre 1971, n. 1102 a regolamentare la costituzione di questo Ente locale, demandandone l'istituzione a un apposito provvedimento del Presidente di una Giunta regionale e prevedendo allo scopo l'associazione di comuni montani e pedemontani anche di province differenti: l'aggregazione di più entità locali è finalizzata alla promozione dello sviluppo e della gestione di aree territoriali particolarmente complesse, quali quelle montane. Con la riforma degli enti locali disposta nel Testo Unico n. 267 del 18 agosto 2000 il legislatore ha inteso regolamentare più dettagliatamente le Comunità montane, non soltanto recependo i principi guida del diritto comunitario, quanto anche i nuovi orientamenti in tema di politiche sociali e di semplificazione amministrativa. Con questo decreto legislativo, pertanto, la Comunità montana è stata adeguata alle nuove funzioni affidate agli enti locali, nell'ambito dei quali essa costituisce un'entità aggregata delle articolazioni comunali rappresentate.

Le fasi strategiche di definizione di una Comunità montana prevedono non soltanto la determinazione dell'ambito territoriale costitutivo, la stesura e l'approvazione dello statuto regolativo, ma anche le modalità di utilizzo delle risorse regionali e comunitarie di cui la Comunità montana è destinataria, nell'ottica di conseguire un miglioramento nella gestione del sistema orografico, economico, sociale e politico dell'area montana stessa. L'attenzione per i tratti orografici, ma anche ecologici, di produttività economica e socio-antropici costituisce una delle visioni più interessanti del nuovo Testo Unico sugli Enti locali, probabilmente non del tutto esplorata e applicata dopo più di dieci anni dal suo varo, forse proprio per la complessità che richiede un approccio integrato di questo genere.

La costituzione di una Comunità montana efficiente risiede nell'individuazione di aree omogenee dal punto di vista ambientale e amministrativo, nonché la definizione di un apposito Piano territoriale di coordinamento, due tratti essenziali per la migliore gestione di funzioni e risorse nello specifico ambito della montagna; tra gli strumenti necessari al corretto funzionamento di una Comunità montana. Inoltre va espressamente prevista l'adozione di piani pluriennali di opere e interventi finalizzati alla realizzazione degli obiettivi di sviluppo integrato, economico, ambientale e sociale. La definizione di tali piani pluriennali di sviluppo integrato spetta all'organo esecutivo della Comunità montana, ma è favorito da una partecipazione plurale e condivisa di tutti gli *stakeholder*.

La delega alle Regioni di normare la costituzione delle Comunità montane, determinandone criteri e funzioni, non ha favorito un omogeneo sviluppo delle stesse Comunità, pur mantenendo i principi fondamentali stabiliti dalla legge. Si è determinata, pertanto, una decisa eterogeneità nella struttura, nella composizione e nelle prerogative delle varie Comunità montane, che solo in alcune Regioni rappresentano esempi virtuosi di Amministrazioni locali. In taluni casi, addirittura, le normative regionali hanno disegnato Comunità montane in zone altimetriche decisamente inusuali, associando Comuni che si sono visti dotare di risorse per quantità e qualità per loro impensabili, raramente però tradotti in piani e interventi efficaci.

L'insostenibilità amministrativa e finanziaria delle Comunità montane

La natura geografica, economica e sociale delle Comunità montane non è tale da rendere realizzabili le finalità degli interventi speciali per la monta-



gna, ma il fallimento della legiferazione regionale sta anche nell'aver utilizzato solo l'aspetto della transazione finanziaria. Tale aspetto, visto dai Comuni partecipanti alle Comunità montane con particolare favore in una fase di contenimento dei trasferimenti dello Stato agli Enti locali, ben presto ha prodotto un taglio ai fondi statali anche per le Comunità, con conseguente crisi nelle organizzazioni degli enti montani e dello sviluppo di queste particolari aree del Paese.

Non a caso presso i media e l'opinione pubblica sono state proprio le Comunità montane a essere individuate come enti inutili e simbolo dello spreco di risorse pubbliche: nonostante ci siano Regioni che le hanno soppresse, altre che ci hanno ripensato reintroducendole e in altre, che da tempo sono alle prese con le procedure di abolizione, molte Comunità sono ancora attive fra moltissime difficoltà normative, finanziarie e politiche. Si va dal caso della Sardegna che con la Legge regionale del 20 marzo 2007 ha cancellato tutte e venticinque le sue Comunità, ma non le ha ancora liquidate, alla Puglia, che le avrebbe soppresse con la Legge regionale dell'8 gennaio 2009 – salvo diverso parere della Corte Costituzionale che con un cavillo di forma ha dato ragione e ridato speranza ai numerosi impiegati in questi enti. La dismissione delle Comunità, dopo almeno tre decenni di vita istituzionale, richiede non soltanto capacità concertativa con tutti gli *stakeholder* implicati nella vita di questi enti, ma anche complesse procedure di alienazione di

patrimoni con perizie e aste.

Sono stati questi, assieme alla preoccupazione per la sorte dei numerosi lavoratori operanti nella gestione delle risorse delle Comunità, i motivi che hanno indotto la Corte Costituzionale a respingere la Legge finanziaria 2008 nel punto che introduceva in pratica la soppressione di tutte le Comunità, con delega di esecuzione alle Regioni, a partire dal taglio al fondo ordinario dello Stato alle Comunità di 33,4 milioni di euro. Per ottenere questo obiettivo con la Legge finanziaria del 2008 alle Comunità montane era richiesto un piano di contenimento del numero delle stesse e, all'interno di quelle eventualmente *salvate*, dei loro componenti e dei rispettivi gettoni, pena la soppressione delle stesse Comunità. Una forma mediata l'ha ottenuta il D.Lgs. n. 95 del 6 luglio 2012 sulla cosiddetta *spending review* varato dal Governo Monti che non ha soppeso, ma *ricoverito* le Comunità montane in *Unioni di Comuni*, con maggiori poteri e meno risorse rispetto agli enti amministrativi precedenti.

Questa ultima trasformazione normativa ha registrato nuovamente una assoluta difformità delle Regioni nella sua applicazione, che proprio in questi mesi si sta profilando fra l'inattività di alcune, i rinvii di quelle che hanno appena rinnovato giunte e consigli e quelle, infine, che sperano in nuovi trasferimenti dello Stato alle Unioni dei Comuni per proseguire le politiche di sviluppo delle aree montane.

Un modello di gestione regionale delle Comunità montane: l'Emilia-Romagna

Fra i casi regionali più rappresentativi delle dinamiche fin qui descritte si situa quello della Regione Emilia-Romagna, che già nel 1999 con la Legge 265 qualificava le Comunità montane come *unioni montane*, sottolineandone la struttura coordinata e la gestione condivisa delle risorse da parte degli enti locali costituenti la Comunità medesima. L'ampia potestà data al legislatore regionale dal Testo Unico per gli Enti locali del 2000 – in relazione alla disciplina delle comunità montane, con particolare riferimento alle modalità di approvazione dello statuto, alle procedure di concertazione, alla disciplina dei piani zionali e dei programmi annuali, ai criteri di ripartizione tra le comunità montane dei finanziamenti regionali e di quelli dell'Unione Europea e ai rapporti con gli altri enti operanti nel territorio – ha consolidato le scelte operate con anticipo da questa Regione che, a differenza di altri casi, ha provveduto con costanti e successivi aggiornamenti normativi ad applicare principi e interventi di volta in volta definiti.

Nell'ottica di una progressiva e mirata applicazione locale delle disposizioni comunitarie e regionali, l'Emilia-Romagna ha varato già nel 2001 con la Legge n. 11 la *Disciplina delle forme associative ed altre disposizioni in materia di enti locali* che, grazie ad una complessa e paziente concertazione, tende a rafforzare il sostegno ai processi di aggregazione e associazione tra enti locali sia nell'ottica della sussidiarietà che, soprattutto, ottimizzando strutture e servizi dei Comuni uniti a favore dello sviluppo delle aree montane e delle stesse organizzazioni municipali.

Insomma, un piano a medio-lungo termine, perché in grado di *contemperare il massimo rispetto dell'autonomia, anche organizzativa, degli enti locali, con l'esigenza di evitare la realizzazione di duplicazioni nei livelli di governo, ovvero dispersioni di risorse umane e materiali. A tal fine venivano predisposti da un canto strumenti di tipo organizzativo (modelli di riorganizzazione degli apparati), e dall'altro di ordine finanziario (criteri di graduazione degli incentivi)*. (Morbioli P., Tommasi R., *Il riordino territoriale e istituzionale*

delle comunità montane, in Le istituzioni del federalismo, sito Regione Emilia-Romagna, www.regione.emilia-romagna.it/affari_ist/.)

Fra gli altri elementi della legge regionale citata si segnala un interessante strumento per incentivare, con una mirata pianificazione, lo sviluppo di tutte le risorse, ambientali e amministrative – in questo inusuale e difficile connubio. Si tratta dell'individuazione di *zone per l'esercizio associato delle funzioni e dei servizi comunali delegati* (art. 13) che, piuttosto che costituire articolazioni amministrative dell'Unione dei Comuni montani, si estendono su aree omogenee dal punto di vista ambientale indipendentemente dai confini comunali e realizzano progetti di sviluppo molto specifici, senza la necessità di istituire *sotto unioni* amministrative della Comunità montana.

La semplificazione burocratica non ha potuto che favorire la definizione e realizzazione conseguente di progetti complessivi e interventi mirati in aree ancora più ristrette dell'intera Comunità – non a caso definite *aree ottimali di esercizio* – salvaguardando, però, l'identità politica e amministrativa dell'Ente. I vantaggi sono stati evidenti sia in termini di gestione delle risorse che di risultati conseguiti, due obiettivi che, raramente raggiunti in analoghe realtà territoriali, dove hanno portato alla crisi del modello di gestione delle aree montane, in Emilia-Romagna hanno al contrario promosso l'autonomia statutaria della Comunità.

Dopo aver consolidato una procedura deliberativa autonoma e specifica per le aree ottimali della Comunità, la Regione Emilia-Romagna ha dotato le Unioni di Comuni di un nuovo strumento normativo, quello della Legge n. 10 del 2008, che ha tradotto la prassi gestionale maturata fra i Comuni in disposizioni di legge, rendendo possibile pianificare azioni programmatiche di miglioramento della qualità delle prestazioni e di contestuale riordino di procedure, sia a livello organizzativo che operativo, il tutto nel difficile ambito intercomunale.

Il primo obiettivo del legislatore regionale è stato certamente quello di utilizzare il caso virtuoso di un'organizzazione amministrativa che superasse la semplice associazione di Comuni per le funzioni di regolazione e pianificazione. Il suo valore aggiunto, comunque, sta nell'efficace applicazione di questo modello a una realtà territoriale che per le sue caratteristiche fisiche, economiche e sociali necessita di una gestione ottimale per tutela e valorizzazione, a partire dalla migliore interazione fra i Comuni partecipanti.

Questa riformulazione normativa, a partire dalla più recente gestione delle Comunità montane, ha inteso incontrare anche le restrizioni finanziarie imposte dai primi segnali di crisi, già presenti nelle disposizioni della Legge finanziaria 2008. Grazie a una più ottimale organizzazione delle risorse si sarebbe potuto meglio affrontare un periodo di restrizione economica, ma anche programmare un intervento amministrativo più funzionale in un territorio potenzialmente reso più vulnerabile dalla crisi.

Nell'esperienza legislativa della Regione Emilia-Romagna, pertanto, è possibile individuare il chiaro profilo di un ente amministrativo che si propone come strumento operativo per tutti i Comuni che vi sono associati. Si tratta di un modello, però, che non presenta solo caratteri amministrativi degni di interesse, ma anche di buon governo, specie in una realtà, quella montana, che è stata appositamente pensata per favorire lo sviluppo territoriale e sociale in modo congiunto. L'assunzione a modello è quanto mai richiesta in una fase di gestione amministrativa e finanziaria degli Enti locali in cui è necessario coniugare efficacia degli interventi e contenimento delle spese. Tutti gli statuti delle Nuove Comunità Montane della Regione presa qui in esame, per esempio, hanno stabilito di ridurre, se non eliminare, gli indennizzi a favore di sindaci e assessori rappresentanti dei loro Comuni negli organi rappresentativi, ma anche esecutivi, delle Comunità, nonostante non si siano cambiati gli obiettivi da raggiungere.

Il fenomeno valanghivo: previsione, prevenzione e mitigazione

Le valanghe possono essere definite come uno spostamento di una massa di neve per una distanza lineare di almeno cinquanta metri. Rappresentano un problema crescente, a causa della continua estensione delle aree interessate dagli insediamenti umani promossa dallo sviluppo turistico. La genesi delle valanghe è predisposta da una bassa coesione tra gli strati nevosi, che a sua volta può essere causata da vari fattori: caduta di neve fresca, accumuli di neve provocati dall'azione del vento, fenomeni

di gelo e disgelo, brina di superficie, pioggia, riscaldamento primaverile. La formazione di uno strato di neve non coeso con quelli sottostanti a prescindere dalla propria compattezza, crea in ogni caso un piano di debolezza in corrispondenza del quale le sollecitazioni di taglio possono superare le corrispettive resistenze, inficiando la stabilità della massa nevosa stessa e determinandone la frattura e lo spostamento. Nell'ambito di tutta la superficie di debolezza, il punto di distacco corrisponde di norma a zone dove gli sforzi di trazione tendono a concentrarsi, sia spontaneamente, come avviene in corrispondenza di uno strato di neve debole, di



una curvatura del pendio, di un accumulo di neve localizzato o di un ancoraggio al limite superiore del manto nevoso, sia per cause accidentali, quale l'applicazione di un sovraccarico dinamico improvviso dovuta al passaggio di uno o più sciatori.

Esistono differenti tipologie di valanghe, classificate in base a diversi criteri: il tipo di distacco (valanghe di neve incoerente e valanghe a lastre), la posizione della superficie di scivolamento (di fondo e di superficie), l'umidità della neve, le caratteristiche del profilo del terreno (non delimitata e incanalata), il tipo di movimento (nubiforme e radente). Per quanto attiene quest'ultimo criterio, si precisa che le valanghe nubiformi possono avere altezze di decine di metri, con una densità variabile da 10 a 50 kg/m³ e velocità fino a 300 km/h. Sono le valanghe a maggiore potere distruttivo e sono contrassegnate da un forte spostamento d'aria, che può provocare danni anche a sensibile distanza rispetto alla zona di scorrimento della valanga stessa. Le valanghe radenti hanno, invece, altezze di pochi metri dal suolo e velocità limitate (fino a 140 km/h circa), ma densità molto elevate (da 300 a 400 kg/m³), per cui presentano elevate pressioni d'impatto.

La prevenzione e la previsione delle valanghe si fondano su accurate indagini volte a valutare la stabilità del manto nevoso, in considerazione di sei diverse variabili:

- a) distribuzione della neve;
- b) serie storica dei fenomeni valanghivi;
- c) struttura del manto nevoso, con particolare riguardo a: osservazioni di resistenza del manto eseguite attraverso sondaggi penetrometrici, osservazioni morfologico-stratigrafiche, che specificano il tipo di granulazione di ogni strato nevoso in base a una classificazione internazionale, e osservazioni di temperatura, che consentono di ottenere il gradiente termico verticale;
- d) misurazioni meteorologiche locali e nazionali;
- e) informazioni del Servizio meteorologico nazionale;
- f) test con gli sci (comportamento della neve sotto e attorno agli sci) e con l'esplosivo.

Per la definizione del pericolo di valanghe nei bollettini di previsione, in Italia viene utilizzata la scala europea del pericolo valanghe, basata su cinque gradi di pericolosità crescente: *debole, moderato,*

*marcato, forte e molto forte*¹⁹.

La mitigazione del rischio valanghivo può essere attuata sia con misure temporanee, cioè non strutturali, sia con misure permanenti, ossia tramite interventi strutturali. Ciascuna delle due tipologie di mitigazione può essere attiva, quando è tesa a ridurre le condizioni per lo sviluppo di valanghe, agendo sulla stabilizzazione del manto nevoso nella zona di distacco, oppure passiva, quando è volta alla protezione di una qualche porzione limitata di territorio attuata mediante una deviazione del percorso della valanga e/o la protezione delle infrastrutture poste lungo il suo cammino.

Le misure temporanee tendono ad avere natura per lo più emergenziale e vengono solitamente applicate quando si determina un pericolo elevato a seguito di eventi eccezionali, quali forti nevicate o forte vento. Un esempio consiste nel *distacco artificiale* delle valanghe provocato a mezzo di una o più esplosioni preventive controllate, volte a provocare un fenomeno valanghivo non distruttivo: è il principale intervento di difesa attiva adottato negli impianti sciistici. Un'altra misura temporanea consiste nell'evacuazione di edifici e nella chiusura di strade e piste da sci tramite provvedimenti straordinari delle autorità competenti: è, pertanto, una forma di difesa passiva.

La difesa permanente attiva si attua con tre tipi di intervento strutturale:

1. realizzazione di un impianto di rimboschimento che, aumentando la rugosità del suolo, frena lo slittamento della neve; si tratta di un intervento attuabile solo in zone poste al di sotto del limite altitudinale del bosco;

¹⁹ Quotidianamente, alle ore 14:00, sul sito www.meteomont.org è aggiornato il Bollettino Meteomont, con validità di 24 ore. Tale bollettino fornisce la previsione meteonivologica dell'arco alpino e della dorsale appenninica, nonché una previsione del pericolo di valanghe nei 13 settori montani (7 alpini e 6 appenninici) dell'Italia. Inoltre, vengono fornite indicazioni circa la temperatura, i venti, la temperatura percepita e lo zero termico. Nella sezione nivologica vengono descritte le condizioni del manto nevoso, i gradi di pericolo per sottosectore montano, la tendenza del pericolo valanghe, le avvertenze e i consigli utili per escursionisti e sciatori. I Bollettini Meteomont sono consultabili anche su televideo, su smartphone, alla radio e al numero 1515 di emergenza ambientale del Corpo forestale dello Stato; inoltre, sono affissi (o dovrebbero esserlo) nelle bacheche dei comprensori sciistici, presso gli impianti di risalita, nelle bacheche dei Comuni, delle comunità montane, degli alberghi e delle agenzie turistiche. Il servizio è garantito dal Corpo forestale dello Stato, dal Comando Truppe Alpine, dal Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare e dal Corpo forestale regionale della Sicilia, che registrano, analizzano ed elaborano i dati e le informazioni di dettaglio (condizioni del tempo, vento, visibilità, altezza neve, nevicate, temperatura, temperatura percepita, ecc.) di ognuna delle 180 stazioni di rilevamento meteonivometrico manuale e delle 88 stazioni meteonivologiche automatiche. Tutti i dati acquisiti, oltre a costituire una banca dati indispensabile per tutti i fruitori delle zone montane, rappresentano anche un importante e prezioso patrimonio di notizie per lo studio dei bilanci idrologici, per l'attuazione di piani per la difesa del suolo e per l'indagine e l'erosione delle acque

2. messa in opera di strutture di sostegno quali *ponti da neve, rastrelliere e reti*, in grado di trattenere il manto nevoso; si tratta della difesa più utilizzata al di sopra del limite altitudinale delle foreste, dove si forma peraltro la maggior parte delle valanghe. I ponti da neve e le rastrelliere sono strutture lignee rigide, adatte anche a zone dove la neve arriva a forti spessori e le spinte sono notevoli. A causa della loro maggiore economicità, i ponti da neve risultano maggiormente impiegati rispetto alle rastrelliere, sebbene queste ultime siano più resistenti, grazie alla possibilità di interramento di tutti i loro montanti. Inoltre, esse forniscono una migliore capacità di trattenuta del manto nevoso, dovuta al maggior numero di elementi disposti in senso perpendicolare rispetto alla stratificazione della coltre di neve. Le reti, invece, sono opere di stabilizzazione flessibili, realizzate con cavi d'acciaio, sostegni e tiranti, che hanno il pregio di assorbire meglio eventuali piccole spinte di carattere dinamico, data la loro deformabilità. Tutte le strutture artificiali di difesa permanente attiva possono essere sistemate nel pendio in modo continuo, discontinuo o a scacchiera, ma è fondamentale progettare accuratamente l'intero sistema difensivo nel suo complesso per garantirne l'efficacia, tenendo anche conto degli aspetti economici e ambientali²⁰;
3. posizionamento di *barriere frangivento e deflettori* che, modificando il flusso del vento, limitano la formazione di cornici di neve in punti particolarmente critici.

La difesa permanente passiva si attua invece con opere di deviazione, di rallentamento o di arresto posizionate in zona di scorrimento delle valanghe. Le prime, costituite dai cunei spartivalanghe o dai muri di deviazione, hanno la funzione di far cambiare la direzione di scorrimento delle valanghe radenti allo scopo di proteggere strutture ben definite. L'efficacia di tali strutture è strettamente legata alla loro manutenzione: l'accumulo di neve di valanghe precedenti a ridosso dei muri di deviazione, infatti, ne riduce o ne annulla l'altezza, così come l'utilità. Le opere di rallentamento, rappresentate dai coni, cumuli, denti e cavalletti frenanti, favoriscono la decelerazione della neve in movimento, provocandone l'espansione laterale per effetto di successive deviazioni; le opere di arresto, infine, vengono utilizzate per bloccare del tutto una valanga in movimento oppure per rallentarne la velocità e ridurne la distanza di arresto (dighe di contenimento o intercettazione).

²⁰ Gisotti G. (2012), *Il dissesto idrogeologico*, Dario Flaccovio Editore

Le aree protette montane: tra conservazione e sviluppo

In Italia nel 2011 le aree protette considerate nella *Rete Natura 2000* coprono il ventuno per cento della superficie nazionale²¹. La distribuzione delle aree è molto disomogenea tra le Regioni e anche tra le principali macro-aree del Paese: le aree montane, soprattutto appenniniche, e le Regioni del centro-sud (ma anche il Trentino-Alto Adige), hanno le maggiori percentuali di territorio protetto mentre le aree costiere e collinari sono le meno protette: la percentuale varia dal 28% dell'Abruzzo a meno del 5% in Emilia Romagna, Molise e Sardegna²².

La conservazione della natura in Italia nelle aree montane nasce dalle considerazioni espresse dall'UICN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura), che ha definito l'arco alpino come l'ecosistema più fragile e minacciato del pianeta. Già durante la Conferenza mondiale sull'ambiente di Rio de Janeiro, nella definizione dei contenuti dell'Agenda 21, il Capitolo 13 era stato dedicato allo sviluppo degli ecosistemi montani, in cui si stima che viva quasi il 10% della popolazione del pianeta. Gli ambienti montani sono importanti in quanto ricchi di una diversità biologica peculiare e caratterizzati da una ampia diversità culturale, figlia di migliaia di anni di adattamento umano alle condizioni di alta quota e di co-evoluzione con specie ed ecosistemi tipici. Questi ecosistemi sono, allo stesso tempo, particolarmente fragili, suscettibili agli impatti derivanti da una cattiva gestione ed esposti ai cambiamenti climatici. Diviene quindi particolarmente cruciale riuscire ad unire gli aspetti di conservazione alle legittime richieste di sviluppo espresse dalle popolazioni locali, facendo uso di un approccio il più possibile sostenibile e partecipativo all'utilizzazione e alla conservazione delle risorse delle montagne, mediante un approccio interdisciplinare.

Obiettivi prioritari sono da un lato l'attuazione di strategie per lo sviluppo capaci di conferire alle comunità montane il potere di esercitare un più largo controllo sulla gestione e sulla conservazione delle risorse locali, generando reddito in modi sostenibili ed equi, dall'altro il sostegno al recupero e alla promozione delle espressioni culturali

²¹ Istat (2012), *Noi Italia*. Cento statistiche per capire il Paese in cui viviamo, Istat, Roma. http://culturaincifre.istat.it/sito/in_evidenza/Noi_Italia_2012.pdf

²² AA. VV. (2013), *Aree protette e Rete Natura 200 strumenti per coniugare la conservazione e lo sviluppo economico*. http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/natura_italia/gruppi%20lavoro/Documento%20di%20riflessione%20GLParchi-Conservazione-Sviluppo%20201113.pdf



delle popolazioni montane, perché la diversità culturale delle comunità insediate in quei territori rappresenta una forte e valida base per l'utilizzazione e per la conservazione sostenibile delle risorse²³.

Per ovviare al degrado ambientale è necessario porre particolare attenzione alle condizioni del manto vegetale, il quale, garantendo l'equilibrio idrogeologico, contribuisce anche attivamente alla salvaguardia delle infrastrutture e degli insediamenti montani. La conservazione della natura in aree montane richiesta dalla Commissione Europea muove da queste considerazioni, oltre che dalla necessità di conservare la biodiversità naturale e culturale locale. Questo processo, nella visione europea, oltre a sostenere la capacità gestionale locale, promuove anche la partecipazione allargata dei portatori di interesse locali, come organizzazioni non governative, operatori economici, semplici cittadini.

E' inevitabile che ciò comporti parallelamente un rafforzamento e un ampliamento delle basi di conoscenza relative agli ecosistemi montani con ricerche, creazione di data-base, progetti pilota e scambi di informazioni, oltre che la formazione in loco di esperti tecnici e scientifici e manager delle risorse naturali. Le iniziative per attuare l'Agenda della montagna devono incorporare strategie di sviluppo capaci di affrontare gli impatti sulle comunità e sugli ecosistemi montani, tra l'altro, di sistemi produttivi, utilizzazione del territorio, turismo, politiche dei trasporti, produzione e consumo di energia. E' inoltre necessario riesaminare il flusso complessivo delle risorse e dei servizi da e per le aree montane, includendone tutti i costi²⁴.

La conservazione della natura nelle aree montane, quindi, assume più che altrove la doppia valenza di conservazione e sviluppo socio-economico di aree particolarmente fragili, discorso che vale sia per l'ambito alpino che per quello appenninico.

Il mutamento in atto nella concezione dei rapporti tra economia e

ambiente naturale ha fatto sì che alla pressoché totale indifferenza nei confronti dell'uso indiscriminato degli spazi e delle risorse naturali e del conseguente degrado ambientale, si sia sostituita la considerazione del valore strutturale che le azioni di salvaguardia e ripristino ambientale assumono nei confronti del sistema economico. Manca ancora un'applicazione sistematica dei bilanci ambientali - che non compaiono ancora tra gli indici della produzione, della ricchezza collettiva e dei misuratori del benessere - tuttavia si è ormai consolidata l'idea che la tutela dell'ambiente in generale e la creazione di sistemi di aree protette e parchi, rappresentino opportunità di sviluppo. Questo vale in maniera particolare per la montagna. La sfida-obiettivo è quella di far convivere la conservazione con l'innovazione, le attività ad alto tasso di imprenditorialità innovativa con la valorizzazione del sapere tradizionale, in un mix che consenta di ottenere incrementi di reddito e miglioramenti nelle opportunità occupazionali, mantenendo la compatibilità ambientale delle attività economiche e con essa gli equilibri naturali degli ecosistemi che si sottopongono a tutela con l'istituzione ad aree protette. D'altro canto parchi e aree protette sono per definizione deputate a svolgere un ruolo di ambito privilegiato proprio per la sperimentazione - attraverso attività di ricerca e indagine scientifica - di soluzioni eco-compatibili, esportabili poi su tutto il territorio²⁵.

La Convenzione delle Alpi, siglata a Salisburgo nel 1991, si muove in questa direzione. La Convenzione si prefigge due obiettivi prioritari: proteggere l'ambiente naturale salvaguardando gli interessi delle popolazioni alpine e stabilire un nuovo quadro di azione in cui sia possibile realizzare uno sviluppo sostenibile per l'ambiente montano. Questi due obiettivi, abbastanza complessi, vengono perseguiti attraverso una serie di protocolli su argomenti specifici, siglati tra i Paesi aderenti. I protocolli e gli accordi fin qui identificati riguardano popolazione e cultura, pianificazione territoriale e sviluppo sostenibile, cambiamenti climatici,

²³ <http://www.parks.it/federparchi/documenti/atti.prima.conferenza/152.html>

²⁴ Atti della Prima conferenza nazionale aree naturali protette: Parchi, ricchezza italiana; Roma - Vittoriano - Museo del Risorgimento - 25-28 settembre 1997; 45. Giuiano W., *I parchi e la montagna: la convenzione delle Alpi* della Seconda sessione plenaria: *I parchi, la tutela della biodiversità, la gestione integrata del territorio, la cultura e la partecipazione*. Scaricabili dal sito http://www.parks.it/federparchi/alla_sezione_documenti/atti_prima_conferenza

²⁵ Atti della Prima conferenza nazionale aree naturali protette: Parchi, ricchezza italiana: <http://www.parks.it/federparchi/>, op. cit.

difesa del suolo, protezione della natura e tutela del paesaggio, agricoltura di montagna, foreste montane, turismo, trasporti, energia, andando così a toccare tutti gli ambiti specifici dello sviluppo sostenibile.

La Convenzione delle Alpi apre la strada per una visione diversa delle aree montane, da considerare come risorsa da valorizzare, ricono-

scendone le specificità, la complessità, la globalità, il diritto alla differenza e alla diversificazione degli interventi socio-economici. Questo vale non solo per l'area alpina ma per tutte le aree montane, al fine di affrancare la montagna da una collocazione tra le aree depresse e definire politiche che vadano oltre le misure agricole, forestali e ambientali, per avviare uno sviluppo su base integrata.





Capitolo 17

Le aree industriali

Vincenza Di Malta, Virna Venerucci

Quando nasce il problema delle aree industriali

Negli ultimi anni la vicenda Ilva ha portato nuovamente alla ribalta l'impatto devastante che insediamenti industriali non opportunamente gestiti sviluppano sul territorio e sui cittadini. La riformulazione in chiave *green* del rapporto tra sistema produttivo e ambiente non costituisce un tema recente: in Italia il problema si è posto in modo irrompente con l'incidente del 10 luglio del 1976 all'Icmesa di Meda¹, episodio le cui conseguenze sono state talmente scioccanti da determinare l'intervento normativo Europeo con la Direttiva Seveso.

Il caso Icmesa imponeva a tutti una riflessione seria, e del resto in giro si stava diffondendo una sensibilità nuova: nei cittadini, nei lavoratori, negli amministratori. Si cominciava a pensare che una fabbrica può essere anche una cosa molto negativa. E non è un pensiero bello, né facile da gestire, per chi sta nel sindacato. (...) Per esempio, come lo misuri l'impatto ambientale? Lo misuri sulla base delle tue personali condizioni: se hai le mani rovinare dagli acidi o dalle polveri, se ti colpiscono ai polmoni o in altre parti del corpo, o registri danni alla vista e all'udito? Ma questo non significa che la tua fabbrica dove magari queste sintomatologie non si manifestano, non sia invece potenzialmente dannosa per l'ambien-

te, dentro e fuori, non possa magari esplodere all'improvviso, avere fuoriuscite inaspettate di veleni come a Seveso. Ma poiché sei lavoratore dentro la fabbrica e sei cittadino anche fuori dalla fabbrica, devi porti con angoscia il problema².

L'industrializzazione italiana del dopoguerra ha prodotto una mercificazione dell'ambiente e di tutte le sue tipologie di risorse, considerate semplici fattori ordinari di produzione, illimitati e gratuiti. Questo sviluppo industriale, identificato da tutti come dispensatore di benessere e prosperità, aveva arricchito il nostro Paese ma a partire dagli anni '70 cominciava a mostrare il suo volto più lugubre e pericoloso. Secondo i dati pubblicati negli atti del Ministero della Salute sul biennio 1972-1974³, l'incremento della mortalità tumorale, soprattutto polmonare, laringea, intestinale, aveva raggiunto punte di enorme rilevanza che venivano attribuite dalla relazione ministeriale a semplici fattori collaterali, come il fumo di sigaretta e uno stile alimentare poco sano. In quegli anni, invece, si comincia a radicare la consapevolezza che il degrado ambientale fosse uno dei responsabili del peggioramento della qualità della vita e che non potesse più essere ignorato o subordinato a ragioni connesse allo sviluppo e alla crescita della competitività dell'Italia sul mercato internazionale. Le autorità sotto la pressione dell'opinione pubblica vengono chiamate ad intervenire ponendo mano ad una legislazione più restrittiva e limitante la libera impresa industriale, finalizzata a minimizzarne i danni e a promuovere il risanamento ambientale. A questa prima fase regolatoria incentrata sull'esigenza del risanamento, ne segue una dedicata alla prevenzione a partire dagli anni '80 con il consolidamento della necessità di porre mano ad una politica ambientale: la legge 8 luglio

¹ Si tratta dell'incidente avvenuto nello stabilimento chimico della società Icmesa di Meda posta al confine con il Comune di Seveso, dove avveniva la sinterizzazione del triclorofenolo, un componente utilizzato nella produzione di diserbanti. Il 10 luglio del 1976 il sistema di controllo di un reattore chimico andò in avaria determinando un brusco aumento della sua temperatura. Per evitare l'esplosione del reattore vennero aperte le valvole di sicurezza ma l'alta temperatura raggiunta comportò una modificazione del composto chimico prodotto in una sostanza contenente diossina che fuoriuscì nell'area. L'azione del vento determinò la formazione di una Nube che colpì tra i comuni della zona (Meda, Cesano Maderno e Desio) soprattutto quello di Seveso

² Dichiarazione di Carlo Ghezzi, sindacalista CGIL, in Nunzia Penelope (2006), *Seveso 1976-2006*, Nuova iniziativa editoriale, Roma, pp. 36-37

³ Ministero della Salute (1977), *Stato sanitario del paese e l'attività dell'amministrazione sanitaria negli anni 1972-1974. Relazione al Consiglio superiore di Sanità*, Tipografia regionale, Roma, pp. 167-74

1986 n. 349 istituisce il Ministero dell'Ambiente cui viene demandato il compito di presentare al Parlamento con cadenza biennale una Relazione sullo stato dell'ambiente; le imprese percepiscono la necessità di includere la variabile ambientale nelle proprie strategie industriali. Solo negli anni '90, tuttavia, la questione della salvaguardia ambientale entra a pieno titolo tra i valori e gli obiettivi aziendali: le imprese riconoscono all'ambiente un ruolo di primo piano nelle proprie dinamiche di crescita e sviluppo, consapevoli del fatto che il deterioramento ambientale compromette irrimediabilmente la propria capacità di operare, competere e stare sul mercato. Secondo Porter e Van der Linde⁴ per un'impresa ogni emissione di sostanze dannose, di energia e anche di materiale potenzialmente riciclabile deve essere considerata indicatore di utilizzo incompleto, inefficiente e inefficace di risorse. L'inquinamento generato in questo modo produce esternalità che si ripercuotono sotto forma di costi sia per l'impresa sia per il consumatore: promuovere azioni volte al miglioramento ambientale significa ridurre i costi indiretti, innalzare la produttività delle risorse e rendere più competitiva l'impresa utilizzatrice che, quindi, riesce ad accumulare vantaggi e benefici economici derivanti dal miglioramento delle prestazioni ambientali. L'ambiente entra nella funzione di produzione aziendale in quanto computo degli input produttivi di origine *naturale* e la sua tutela inerte una dimensione più complessa dello sviluppo: la ricerca e il conseguimento del consenso sociale, al pari del profitto e dell'ottimizzazione dell'efficienza economica, diventano obiettivi imprescindibili per l'impresa che voglia perseguire una crescita competitiva. Questa consapevolezza giunge come conseguenza dell'affermazione di nuove esigenze e aspettative nei contesti sociali ed economici in cui opera l'azienda e del riconoscimento dell'ambiente come *bene collettivo* prioritario per molti attori sociali e operanti sul mercato. Le frequenti contestazioni rivolte ad impianti industriali considerati inquinanti o dannosi, la crescente partecipazione pubblica alle iniziative dell'associazionismo ambientalista, l'espansione del *consumo ecologico* hanno contribuito a potenziare ed estendere la sensibilità dell'opinione pubblica, dei consumatori e clienti verso le tematiche ambientali, spingendo le imprese a riformulare i principi e le modalità di produzione su cui era imposta la propria strategia competitiva.

⁴http://kentlundgren.se/artiklar/vetenskapliga/Porter_Linde_1995.pdf

La sfida della sostenibilità

L'attuazione di strategie industriali ambientalmente sostenibili è stata progressivamente identificata come una delle maggiori sfide dall'Unione europea, impegnata ad indirizzare i paesi membri sulla giusta strada diretta ad un futuro sostenibile attraverso la promozione di un'economia a basse emissioni di CO₂ e improntata all'efficienza energetica. Gli obiettivi identificati sono quelli definiti nei meeting di Lisbona del 2000 e Göteborg, 2001, e successivamente ribaditi attraverso il programma *Lisbon Action Plan* nel 2005: ingenti investimenti in protezione dell'ambiente, diffusione di tecnologie pulite, organizzazione di processi produttivi meno impattanti consentono di promuovere adeguatamente un modello di sviluppo sostenibile, annullando l'antica relazione tra produzione, consumo di risorse ed emissione di sostanze inquinanti. L'Europa ha affinato nel tempo la propria strategia per lo sviluppo sostenibile del settore industriale attraverso una serie di atti e documenti di cui successivamente vengono riportati i più significativi al fine di ripercorrere l'evoluzione che questa tematica ha assunto negli sforzi normativi e regolatori comunitari.

Al 2002 risale la COM(2002)714, la Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni *La politica industriale in un'Europa allargata*. Nel documento si parla di concreta realizzazione degli impegni assunti su modelli di produzione e di consumo sostenibili nell'ambito del vertice di Johannesburg, l'Ue punta a sviluppare e consolidare una politica di produzione sostenibile, evidenziando alle Piccole e Medie Imprese (PMI) il potenziale economico e il valore derivante dall'innovazione e progettazione di prodotti green e l'espansione dei relativi mercati, grazie alla domanda crescente da parte di consumatori e autorità pubbliche. Gli elementi rilevanti di questa strategia sono:

- incoraggiare la diffusione di buone pratiche a favore dell'efficienza ecologica nell'impiego delle risorse e dell'uso delle fonti rinnovabili;
- promuovere l'industria del riciclaggio;
- attuare un'impostazione produttiva incentrata sul *ciclo di vita* dei prodotti, tramite accordi volontari, standard e dichiarazioni di tipo ambientale sui prodotti;
- incoraggiare lo sviluppo e la diffusione di tecnologie pulite e l'interazione pubblico-privato nella R&S;
- estendere l'uso di programmi di gestione ambientale, considerando le peculiarità delle

PMI, e promuovere la responsabilità delle imprese.

Nel 2004 viene pubblicata la COM(2004)274, la Comunicazione della Commissione *Accompagnare le trasformazioni strutturali: una politica industriale per l'Europa allargata* nella quale vengono formulati e definiti i principi di base per la promozione di uno sviluppo sostenibile della produzione. L'idea cardine è *produrre di più con meno*; l'obiettivo è porre le condizioni affinché le imprese individuino un ritorno economico nel migliorare le proprie prestazioni ambientali, rafforzando la cooperazione tra soggetti appartenenti sia al settore privato sia a quello pubblico allo scopo di coinvolgere le imprese nella definizione delle misure ambientali relative al comparto produttivo e favorire il loro impegno nell'applicazione e realizzazione delle stesse. In questa direzione si inserisce anche la COM (2004)38, la Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo *Incentivare le tecnologie per lo sviluppo sostenibile: piano d'azione per le tecnologie ambientali nell'Unione Europea*: favorire in ogni decisione inerente ai nuovi investimenti e acquisti l'adozione di tecnologie ambientali, ovvero tecnologie il cui utilizzo sviluppa impatti ambientali meno dannosi, contribuisce a creare sinergie tra tutela dell'ambiente e crescita economica. Il Piano d'Azione per le Tecnologie Ambientali (*Environmental Technologies Action Plan* o ETAP), recentemente convertito in *Piano di azione per eco-innovazione (Eco.AP)*, intende sfruttare l'enorme potenziale di queste tecnologie per migliorare la qualità della vita degli europei e per incentivare la crescita economica. Punta, cioè, a valorizzare l'eco-innovazione come strumento utile alle aziende per ridurre il rischio di inquinamento ambientale.

In ultimo, nel dicembre del 2008 l'Ue adotta la Strategia Europa 2020, una strategia integrata in materia di cambiamenti climatici e di energia che fissa obiettivi ambiziosi per il 2020:

- ridurre i gas ad effetto serra del 20% o del 30%, previo accordo internazionale;
- ridurre i consumi energetici del 20% attraverso un aumento dell'efficienza energetica;
- soddisfare il 20% del fabbisogno energetico mediante l'utilizzo delle energie rinnovabili.

L'Ue sta lavorando ad una revisione della normativa comunitaria ambientale tesa a promuovere l'eco-innovazione nei principali settori produttivi, attraverso l'elaborazione di un programma per il controllo delle nuove tecnologie ambientali (*Environmental Technologies Verification - ETV*), l'adozione di misure finalizzate ad agevolare la mobilitazione di risorse di rischio verso PMI. Sempre in questa prospettiva, Horizon 2020 ha

lanciato due programmi specifici: *Affrontare le sfide sociali* e *Creare una leadership industriale e rafforzare la competitività*.

L'eco-innovazione del territorio: APEA/ASI, distretti green, simbiosi industriale

In questi ultimi anni si è passati dal perseguire il miglioramento degli standard e della regolamentazione settoriale nel campo dei rifiuti, delle acque, del suolo e delle emissioni atmosferiche, alla definizione di soluzioni più orientate all'integrazione delle politiche ambientali ad un livello unitario e strategico. Le imprese di fronte alla variabile ambientale hanno assunto comportamenti diversi: dal semplice rispetto della normativa vigente, sono passate ad un impegno *intensivo*, in cui la variabile ambientale viene pienamente inserita nella strategia d'impresa, fino ad adottare un atteggiamento *estensivo*, caratteristico di un'impresa proiettata ben oltre la propria strategia e per la quale l'ambiente è un marchio di identificazione aziendale e territoriale che connota l'intero insediamento.

Il tema della qualificazione ambientale degli insediamenti produttivi rappresenta oggi la nuova frontiera, sebbene fin dagli anni Novanta in America, Asia ed Europa abbia prodotto le prime sperimentazioni volontarie con la realizzazione di parchi produttivi attenti alla minimizzazione degli impatti sull'ambiente: gli *Eco-Industrial Parks* (Eip)⁵ rappresentavano delle comunità di imprese legate da una gestione comune e collaborativa sulle questioni ambientali e l'impiego di risorse finalizzate ad ottimizzare performance ambientali, economiche e sociali. L'approccio integrato consentiva il conseguimento di benefici collettivi superiori alla semplice somma dei benefici individuali che ciascuna impresa otteneva singolarmente dall'ottimizzazione delle proprie performance. Il *cluster approach* connesso ai parchi eco-industriali costituisce il primo esempio di gestione sostenibile delle aree industriali: si è abbandonato l'approccio *end-of-pipe* (abbattimento dell'inquinamento a fine ciclo), tipico dei sistemi produttivi tradizionali di tipo lineare, in favore di nuovi modelli suggeriti dall'Ecologia Industriale.

Il concetto di ecologia industriale viene introdotto da Robert Frosch⁶ nei primi anni '90: partendo da un'analogia tra ecosistemi naturali e

⁵ Lowe, Ernest A., Stephen R. Moran, and Douglas B. Holmes (1996), *Fieldbook for the Development of Eco-Industrial Parks: Final Report*, Research Triangle Park, NC: Research Triangle Institute

⁶ Frosch, Robert A., (1989), *Strategies for Manufacturing. Waste from one industrial process can serve as the raw materials for another, thereby reducing the impact of industry on the environment*, Scientific American, Inc



industriali, il sistema eco-industriale punta ad ottimizzare l'uso delle risorse naturali, a massimizzare il rendimento e minimizzare gli scarti del ciclo produttivo e dei prodotti a fine vita, trasformati poi in input per altri processi produttivi; per raggiungere questo risultato serve una forte integrazione ed interazione degli attori coinvolti, impegnati a risolvere le potenziali difficoltà e criticità del sistema: secondo Hawken, l'ecologia industriale progetta infrastrutture industriali *come se fossero una serie di ecosistemi industriali interconnessi e interfacciati con l'ecosistema globale*⁷. L'Ecologia Industriale assieme alla disciplina dell'Ecologia del Paesaggio forniscono validi strumenti alla realizzazione dei principi di sostenibilità in ambito industriale: la prima considerando il sistema industriale inserito in un ciclo chiuso ne studia le interazioni esistenti tra le sue componenti e quelle del sistema naturale, in termini di flussi di materia ed energia; l'Ecologia del Paesaggio, invece, analizza la dimensione spaziale dei flussi, dei processi e dei cambiamenti ecologici della scala umana del paesaggio prodotti dagli insediamenti industriali ed umani, tentando di ridurre l'impatto negativo degli elementi fisici con l'individuazione di miglioramenti progettuali e gestionali ecologicamente compatibili. L'Ecologia del Paesaggio insiste su un approccio ecosistemico in termini spaziali, mentre l'Ecologia industriale ne promuove uno in termini operativi e gestionali: entrambe comunque contribuiscono all'affermazione della visione dell'area industriale come un luogo ambientale oltre che di sviluppo economico ed urbanistico.

L'aspetto innovativo della gestione ambientale di questi luoghi, inoltre, attiene all'affermazione di un nuovo modello di governance territoriale ed industriale che, partendo dalla condivisione di risorse, esperienze, conoscenze ed obiettivi tra tutti i soggetti coinvolti, identifica strategie di riqualificazione e sviluppo a favore di una politica ambientale e sostenibile degli insediamenti produttivi. Le aree produttive diventano spazi *bi-dimensionalmente* ambientali: luoghi fisici ambientali e luoghi del dialogo ambientale dove, cioè, trovano attivazione e collaudo azioni in forma partenariale indirizzate al rispetto delle normative vigenti e tese a soddisfare bisogni e aspettative ambientali delle imprese insediate e delle comunità locali. Secondo questa dimensione concertativa si configurano come strumento attuativo ideale di una politica indirizzata all'accrescimento della competitività territoriale sul piano economico, sociale ed ambientale.

La disciplina dell'Ecologia Industriale contri-

buisce ad arricchire l'analisi sulle aree industriali di competenze e settori operativi diversificati ed integrati che, pur muovendo da approcci molteplici, si avvalgono di analoghi strumenti di quantificazione e chiusura dei cicli, quali l'analisi dei flussi di materia ed energia (*Material Flow Analysis, MFA*) o la valutazione del ciclo di vita di prodotti e servizi (*Life Cycle Assessment, LCA*). Attraverso l'approccio sistemico problematiche e implicazioni ambientali vengono valutate e quantificate sia relativamente al prodotto o servizio offerto, grazie agli strumenti del LCA (*Life Cycle Assessment*), del LCD (*Life Cycle Design*) e del DFE (*Design for the Environment*), sia relativamente al sito produttivo, visto sotto l'aspetto delle tecnologie utilizzate, le tecnologie pulite o BAT (*Best Available Technologies*) e dei processi produttivi, attraverso la valutazione del metabolismo industriale e della simbiosi industriale.

Il concetto di *metabolismo industriale* vuole identificare l'insieme concatenato dei processi responsabili della trasformazione di materie prime ed energia in prodotti e rifiuti a livello di singola società o industria; la *simbiosi industriale*, invece, estende la propria analisi da un livello di singola impresa ad una scala locale: ricostruisce, infatti, la catena dei diversi processi in un contesto integrato tra gli operatori con l'obiettivo di promuovere vantaggi competitivi dagli svantaggi altrui attraverso lo scambio di materia, energia, acqua e/o sottoprodotti. Gli aspetti fondamentali della simbiosi industriale sono la prossimità geografica, la complementarità produttiva, l'opportunità di sinergie e la collaborazione attiva tra soggetti differenti (vedi Capitolo 25).

Obiettivo di uno sviluppo industriale sostenibile è promuovere l'eco-innovazione, ovvero l'introduzione di miglioramenti nel prodotto, nel processo, nell'organizzazione e nelle soluzioni di marketing capaci di minimizzare l'uso delle risorse naturali e il rilascio di sostanze dannose, valutando il ciclo di vita dei prodotti e dei servizi. Esistono molteplici applicazioni dell'eco-innovazione e la Tabella 17.1, estrapolata da una pubblicazione di Ambiente Italia del 2013, tenta di riassumere le principali caratteristiche di ognuna di queste.

⁷Hawken P. (1993), *The Ecology of Commerce*, New York: Harper Business

Tabella 17.1 - Tipi di eco-innovazione per le aree produttive

ECO-SERVIZI	Sono nuovi servizi capaci di migliorare le prestazioni ambientali delle aree e delle imprese insediate; comprendono il waste e mobility management, gli interventi di green project (ri-progettazione per ridurre impatti ambientali e utilizzare le risorse in modo efficiente).
ECO-PROCESSI	Concernono le infrastrutture collettive dell'area produttiva e le tecnologie ambientali utilizzate dalle imprese (ad esempio, l'efficienza energetica, l'uso di fonti rinnovabili di energia, la riduzione degli impatti negativi delle emissioni, il risparmio ed il riuso della risorsa idrica, i progetti per la riduzione delle emissioni di CO ₂).
ECO-GESTIONE	L'innovazione gestionale è quella del Soggetto Gestore unico dell'area produttiva, sviluppata secondo gli schemi di eco-gestione e auditing (OSO 14001 ed EMAS), finalizzando le azioni al miglioramento continuo delle prestazioni ambientali dell'area.
MARKETING	Le azioni di marketing che contengono innovazione sono collegate a prodotti e servizi di aziende insediate. Le etichette ambientali realizzate sulla base degli studi LCA sono strumenti che garantiscono una migliore comunicazione con i clienti. L'eco-area produttiva costituisce infatti un fondamentale driver per le politiche di prodotto, per le azioni rivolte ai clienti delle imprese, per conquistare nuovi spazi di mercato sensibili al tema dell'eco-innovazione.
SOCIALE	L'attenzione alla formazione e qualificazione del personale, alla gestione dei tempi e alla qualità del lavoro, stili di vita sostenibili, nuove opportunità di occupazione (green jobs) costituiscono la dimensione sociale dell'eco-innovazione.
SISTEMA	Questa tipologia è connessa alle evoluzioni più recenti del concetto di eco-innovazione. Comprendono, ad esempio, la realizzazione di reti di imprese (e di eco-aree); la progettazione integrata e funzionale alla sostenibilità (ad esempio, i progetti di nuovi edifici industriali sostenibili); le soluzioni di simbiosi industriale, i nuovi sviluppi dei cosiddetti eco-parks e industrial green parks.

Fonte: Elaborazioni da Ambiente Italia (2013), Ecodistretti 2012. Politiche ambientali dei distretti e cluster nazionali verso il Made Green in Italy

L'applicazione dell'eco-innovazione in contesti territoriali determinati identifica le eco-aree produttive, ovvero situazioni in cui soggetti produttivi differenti si organizzano e si insediano all'interno di uno specifico contesto territoriale con l'obiettivo di conseguire migliori prestazioni ambientali: in questa casistica rientrano le applicazioni contemporanee figlie della disciplina dell'Ecologia Industriale.

Le eco-aree produttive costituiscono delle Aree Industriali Sostenibili (AIS) caratterizzate da soluzio-

ni tecniche ed organizzative tese a ridurre e gestire in modo integrato i fattori di pressione sull'ambiente: in base alle caratteristiche del contesto in cui si insediano si avranno AIS differenti che applicano differenti strategie di contenimento dei vari impatti ambientali. Le AIS rappresentano un modello di organizzazione industriale molto interessante dal punto di vista ambientale sia economico che sociale, oggetto di numerose sperimentazioni e declinazioni a livello internazionale, come:

- Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA);
- Aree Produttive Ecologicamente e Socialmente Attrezzate (APSEA);
- Aree Ecologicamente Attrezzate (AEA);
- Aree Industriali Sostenibili (AIS);
- Eco-Industrial Park (EIP).

Sulla base di queste prime applicazioni, anche nel nostro Paese si è consolidata una maggiore attenzione verso l'aspetto della gestione delle aree industriali; la legge di recepimento è stata il Dlgs. 112/98, noto come Decreto Bassanini, che identifica le Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA) quale strumento capace di armonizzare sviluppo economico, tutela ambientale e crescita sociale del contesto territoriale. Le varie iniziative regionali e provinciali di applicazione del Decreto Bassanini, riconoscendo la possibilità di esproprio per l'insediamento delle APEA, hanno confermato la natura di opera pubblica di queste aree e la loro pubblica utilità.

Per potenziare la domanda di APEA si rende necessario promuovere nuove possibilità di mercato con vantaggi specifici per le società più innovative: un passaggio rilevante in tal senso è stato scandito dal varo del Progetto Industria 2015 da parte del Governo italiano. Si tratta di un progetto che delinea le principali linee strategiche per lo sviluppo e la competitività del sistema produttivo italiano del futuro, partendo dalla identificazione dei *driver* fondamentali del cambiamento in un'ottica di innovazione. Il primo Progetto di Innovazione Industriale punta a rilanciare la competitività del sistema industriale, tramite il miglioramento dell'efficienza energetica.

Le APEA: Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate

I quadri normativi nazionali e regionali

Nell'ottica dello sviluppo sostenibile del sistema produttivo l'attenzione si sposta dalla singola impresa all'intera area produttiva e gli obiettivi prin-



cipali diventano la costruzione di un approccio cooperativo finalizzato all'adozione di infrastrutture e processi decisionali condivisi all'interno dell'area produttiva (industriale, artigianale, commerciale, turistica), quindi la sua gestione unitaria realizzata attraverso l'identificazione di un soggetto responsabile, spesso costituito dal Consorzio formato dalle stesse imprese. Tali elementi costituiscono a grandi linee le caratteristiche delle APEA, Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate, introdotte nell'ordinamento italiano dal D.Lgs. 112/98 che al comma 1 dell'art. 26⁸ delega le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano a disciplinare con proprie leggi le aree industriali e le aree ecologicamente attrezzate, dotate delle infrastrutture e dei sistemi necessari a garantire la tutela della salute, della sicurezza e dell'ambiente, partendo dalla valorizzazione degli insediamenti esistenti. Nelle competenze regionali e delle province autonome rientra, inoltre, il compito di disciplinare le forme di gestione unitaria delle infrastrutture e dei servizi delle aree ecologicamente attrezzate da parte di soggetti pubblici o privati (...) le modalità di acquisizione dei terreni compresi nelle aree industriali ove necessario anche mediante espropriazione.

A 16 anni dalla sua approvazione, le indicazioni del Decreto non sono state sistematicamente recepite e tradotte in leggi da tutte le Regioni: solo 9, infatti, sono gli enti che hanno specificatamente disciplinato la materia, con leggi e delibere dedicate (Figura 17.1); a queste si devono aggiungere il Friuli Venezia Giulia, che nella cartina viene appositamente indicato in giallo, che ha elaborato una normativa dedicata ai Consorzi di Sviluppo Industriale, le cui applicazioni si avvicinano notevolmente alle APEA, e la Sardegna, con una Legge regionale sui Consorzi Industriali Provinciali e successive delibere di giunta volte a promuovere il modello APEA sul territorio. Le altre Regioni hanno inserito riferimenti al concetto spesso in atti relativi

la pianificazione territoriale, senza dotarsi di specifiche Linee Guida o *standard* normativi in merito. La Tabella 17.2 è stata rielaborata dal documento *Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate* presentato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nel 2012 e inserito nel progetto PON GAS (Programma Operativo Nazionale Governance e Azioni di Sistema 2007-2013). La tabella fornisce un quadro dello stato degli atti disciplinanti specificatamente o in via più generale le APEA, identificando per ogni regione:

- le leggi regionali che riportano indicazioni specifiche in materia di APEA;
- altri atti che riportano indicazioni specifiche in materia di APEA;
- le linee guida;
- le altre leggi, atti e documenti di programmazione regionale attinenti alla tematica, anche se non riportanti indicazioni specifiche (Tabella 17.2).

Figura 17.1 - Aree produttive Ecologicamente Attrezzate



Fonte: Atti della presentazione di G. Brunelli, *Le Aree produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA) quali opportunità di sviluppo sostenibile*, MATTM del Convegno *Aree Industriali e Politiche di Piano*, 30 gennaio 2014 – Roma, presso l'Università Roma Tre – Dipartimento di Architettura

⁸ Art. 26. Aree industriali e aree ecologicamente attrezzate:

1. Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano disciplinano, con proprie leggi, le aree industriali e le aree ecologicamente attrezzate, dotate delle infrastrutture e dei sistemi necessari a garantire la tutela della salute, della sicurezza e dell'ambiente. Le medesime leggi disciplinano altresì le forme di gestione unitaria delle infrastrutture e dei servizi delle aree ecologicamente attrezzate da parte di soggetti pubblici o privati, anche costituiti ai sensi di quanto previsto dall'articolo 12 della legge 23 dicembre 1992, n. 498, e dall'articolo 22 della legge 8 giugno 1990, n. 142, nonché le modalità di acquisizione dei terreni compresi nelle aree industriali, ove necessario anche mediante espropriazione. Gli impianti produttivi localizzati nelle aree ecologicamente attrezzate sono esonerati dall'acquisizione delle autorizzazioni concernenti la utilizzazione dei servizi ivi presenti.

2. Le regioni e le province autonome individuano le aree di cui al comma 1 scegliendole prioritariamente tra le aree, zone o nuclei già esistenti, anche se totalmente o parzialmente dismessi. Al procedimento di individuazione partecipano gli enti locali interessati

Tabella 17.2 - Quadro dello stato degli atti disciplinanti specificatamente o in via più generale le APEA

	LEGGI REGIONALI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	ALTRI ATTI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	LINEE GUIDA	ALTRE LEGGI, ATTI E DOCUMENTI DI PROGRAMMAZIONE REGIONALE ATTINENTI ALLA TEMATICA
ABRUZZO	<p>LEGGI SPECIFICHE L.R. 3 marzo 1999 n. 11 (artt. 16; 22; 26 e 28), “Attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112: individuazione delle funzioni amministrative che richiedono l’unitario esercizio a livello regionale e conferimento di funzioni e compiti amministrativi agli enti locali ed alle autonomie funzionali”</p> <p>L.R. 29 luglio 2011, n. 23, “Riordino delle funzioni in materia di aree produttive. (Approvata dal Consiglio regionale con verbale n. 85/6 del 12 luglio 2011)”</p>	<p>ATTI SPECIFICI D.G.R. 10 ottobre 2003, n. 1122, “Definizione della disciplina delle Aree ecologicamente attrezzate”</p> <p>D.G.R. 30 novembre 2004 n. 1252, “Definizione dei criteri e delle tipologie generali per la individuazione delle aree da destinare agli insediamenti per le attività produttive”</p> <p>D.G.R. febbraio 2012, n. 62/P, “L.R. 29 luglio 2011, n. 23, “Riordino delle funzioni in materia di aree produttive” - Approvazione del disciplinare e successivi adempimenti”</p>		
CALABRIA	<p>LEGGI SPECIFICHE L.R. 24 dicembre 2001, n. 38 (art. 21), “Nuovo regime giuridico dei Consorzi per le Aree, i Nuclei e le zone di Sviluppo industriale”</p> <p>L.R. 12 agosto 2002, n. 34 (artt. 33 e 35), “Riordino delle funzioni amministrative regionali e locali”</p> <p>L.R. 23 dicembre 2011, n. 47, “Provvedimento generale recante norme di tipo ordinamentale e procedurale (Collegato alla manovra di finanza regionale per l’anno 2012). Articolo 3, comma 4, della legge regionale n. 8/2002”</p>			
EMILIA ROMAGNA	<p>LEGGI SPECIFICHE L.R. 21 aprile 1999, n. 3 (artt. 49 e 64), “Riforma del sistema regionale locale”</p> <p>L.R. 18 maggio 1999, n. 9 (art. 4), “Disciplina della procedura di valutazione dell’impatto ambientale”</p> <p>L.R. 25 novembre 2002, n. 31 (art. 30), “Disciplina generale dell’edilizia”</p> <p>L.R. 23 dicembre 2004, n. 26 (art.17), “Disciplina della programmazione energetica territoriale ed altre disposizioni in materia di energia”</p>	<p>ATTI SPECIFICI D.G.R. 28 maggio 2003, n. 484, “Approvazione dell’atto di indirizzo e coordinamento tecnico per l’attuazione della L.R. 24 marzo 2000, n. 20, art. A-27, recante “Strumenti cartografici digitali e modalità di coordinamento ed integrazione delle informazioni a supporto della pianificazione”</p> <p>Deliberazione dell’assemblea legislativa della Regione Emilia-Romagna 13 giugno 2007, n. 118, “Approvazione atto di indirizzo e di coordinamento tecnico in merito alla realizzazione in Emilia-Romagna di aree ecologicamente attrezzate (L.R. 20/00, artt. 16 e A-14). (Proposta della giunta regionale in data 7 maggio 2007, n. 631)</p> <p>D.G.R. 1 febbraio 2010, n. 142, “Aree ecologicamente attrezzate: individuazione delle aree finanziabili e definizione del contributo massimo concedibile”</p>	Linee Guida della Provincia di Bologna e della Provincia di Modena	<p>L.R. 24 marzo 2000, n. 20 (artt. A-13 e A-14) “Disciplina generale sulla tutela e l’uso del territorio”</p> <p>D.G.R. 31 luglio 2001, n. 1620, “Approvazione dei criteri ed indirizzi regionali per la pianificazione e la gestione dei rifiuti”</p> <p>D.G.R. 13 gennaio 2003, n. 18 (all.1), “Attuazione dell’accordo tra governo, Regioni, Province, Comuni e Comunità montane per l’esercizio dei compiti e delle funzioni di rispettiva competenza in materia di produzione di energia elettrica”</p>



	LEGGI REGIONALI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	ALTRI ATTI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	LINEE GUIDA	ALTRE LEGGI, ATTI E DOCUMENTI DI PROGRAMMAZIONE REGIONALE ATTINENTI ALLA TEMATICA
LIGURIA	<p>LEGGI SPECIFICHE L.R. 27 marzo 1998, n. 14 (art. 3)</p> <p>“Interventi per la riqualificazione di siti produttivi e per la rivitalizzazione dei centri storici e delle periferie urbane”</p> <p>L.R. 24 marzo 1999, n. 9 (artt. 9 e 10), “Attribuzione agli enti locali e disciplina generale dei compiti e delle funzioni amministrative, conferiti alla Regione dal decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, nel settore sviluppo economico e attività produttive e nelle materie istruzione scolastica e formazione professionale”</p>	<p>ATTI SPECIFICI D.G.R. 28 dicembre 2000, n. 1486, “Criteri, parametri e modalità per la realizzazione delle aree industriali e delle aree ecologicamente attrezzate di cui all’articolo 10 della legge regionale 24 marzo 1999, n. 9” D.G.R. 11 febbraio 2002, n. 92, “Legge regionale 24 marzo 1999, n. 9. Riapertura dei termini per l’indicazione da parte dei comuni dei siti idonei alla realizzazione di aree industriali ed ecologicamente attrezzate” D.G.R. 13 giugno 2003 n. 648, “Approvazione Piano delle Aree industriali ed Ecologicamente Attrezzate ex art. 10, legge regionale 24 marzo 1999, n. 9” D.G.R. 11 luglio 2003, n. 814: “Aree industriali ed aree ecologicamente attrezzate”. Approvazione modalità attuative e schema di convenzione con Fi.I.S.E. S.p.A D.G.R. 29 luglio 2004, n. 835: “DOCUP OB. 2 (2000-2006) misura 3.1 “Aree industriali ed Aree Ecologicamente Attrezzate” - Approvazione Programma di intervento”</p>		<p>D.G.R. 1 marzo 2000, n. 272, “Modalità e criteri per la promozione ed il coordinamento delle strutture degli sportelli unici per le imprese ai sensi dell’articolo 15 della legge regionale 24 marzo 1999, n. 9”</p> <p>D.C.R. 2 dicembre 2003, n. 43, “Piano Energetico Ambientale della Regione Liguria” (aggiornato con D.C.R. del 3 febbraio 2009)</p>
MARCHE	<p>LEGGI SPECIFICHE L.R. 17 maggio 1999, n. 10 (artt. 17-19), “Riordino delle funzioni amministrative della Regione e degli Enti locali nei settori dello sviluppo economico ed attività produttive, del territorio, ambiente e infrastrutture, dei servizi alla persona e alla comunità, nonché dell’ordinamento ed organizzazione amministrativa”</p> <p>L.R. 28 ottobre 2003, n. 20 (artt. 2; 10 e 19), “Testo unico delle norme in materia industriale, artigiana e dei servizi alla produzione”</p> <p>L.R. 23 febbraio 2005, n. 16 (art. 14), “Disciplina degli interventi di riqualificazione urbana e indirizzi per le Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate”</p>	<p>ATTI SPECIFICI D.C.R. 26 febbraio 2003, n. 86 (art. 7), “Piano regionale per le attività produttive industriali 2003/2005 legge regionale 17 maggio 1999, n. 10”</p> <p>D.G.R. 21 ottobre 2003, n. 1433-AS/FPR, “Determinazione dei criteri e delle modalità generali per la concessione di contributi per il finanziamento di un corso di specializzazione per “Esperto in progettazione e gestione delle aree ecologicamente attrezzate”</p> <p>D.G.R. 7 febbraio 2005, n. 157, “Approvazione delle linee guida per le Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate della Regione Marche (Art. 26 d.lgs 112/98; artt. 16 e 19 L.R. 10/99; L.R. 20/03)”</p>	Linee Guida della Regione Marche 2005	<p>L.R. 14 aprile 2004, n. 7 (art. 3) “Disciplina della procedura di valutazione di impatto ambientale” D.G.R. 1 ottobre 2004, n. 1115, “Piano annuale delle politiche attive del lavoro: definizione indirizzi e strategie di intervento anno 2004. Art. 3 - I.R. n. 38/1998” D.G.R. 28- novembre 2005 n. 1469, “Approvazione piano di azione regionale”</p>
PIEMONTE	<p>LEGGI SPECIFICHE L.R. 26 aprile 2000, n. 44 (artt. 17 e 18), “Disposizioni normative per l’attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 «Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59» L.R. 22 novembre 2004, n. 34 (all. A) “Interventi per lo sviluppo delle attività produttive”</p>	<p>ATTI SPECIFICI D.G.R. 28 Luglio 2009, n. 30-11858, “Adozione delle linee guida per le Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA).”</p>	Linee Guida della Regione Piemonte	D.G.R. 15 ottobre 2001, n. 29-4134, “Sportello unico per le attività produttive. Adozione delle indicazioni applicative dei d.P.R. n. 447/1998 e d.P.R. n. 440/2000”

	LEGGI REGIONALI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	ALTRI ATTI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	LINEE GUIDA	ALTRE LEGGI, ATTI E DOCUMENTI DI PROGRAMMAZIONE REGIONALE ATTINENTI ALLA TEMATICA
PUGLIA	<p>LEGGI SPECIFICHE</p> <p>L.R. 11 dicembre 2000, n. 24 (art. 6), “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi in materia di artigianato, industria, fiere, mercati e commercio, turismo, sport, promozione culturale, beni culturali, istruzione scolastica, diritto allo studio e formazione professionale”</p> <p>L.R. 25 luglio 2001, n. 19 (art. 1) “Disposizioni urgenti e straordinarie in attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 - articolo 26”</p> <p>L.R. 31 gennaio 2003, n. 2 (artt 1-12), “Disciplina degli interventi di sviluppo economico, attività produttive, aree industriali e aree ecologicamente attrezzate”</p> <p>L.R. 8 marzo 2007, n. 2 (art. 5) “Ordinamento dei Consorzi per lo sviluppo industriale.”</p>			
TOSCANA	<p>LEGGI SPECIFICHE</p> <p>L.R. 1 dicembre 1998, n. 87 (art. 18) “Attribuzione agli enti locali e disciplina generale delle funzioni e dei compiti amministrativi in materia di artigianato, industria, fiere e mercati, commercio, turismo, sport, internazionalizzazione delle imprese e camere di commercio, industria, artigianato e agricoltura, conferiti alla Regione dal decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112”</p> <p>L.R. 22/12/2003, n. 61, “Aree produttive ecologicamente attrezzate”.</p>	<p>ATTI SPECIFICI</p> <p>D.P.G.R. 2 dicembre 2009, n. 74/R, “Regolamento in materia di Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA) in attuazione dell’ articolo 18 della legge regionale 10 dicembre 1998, n. 87”</p> <p>D.G.R. 1245/2009, “Prestazioni che devono essere assicurate dalle APEA (allegato 3)”</p>	<p>La Regione Toscana ha pubblicato due volumi sull’applicazione della disciplina toscana sulle Aree Produttive Ecologicamente attrezzate: metodologia e casi studio. Volume 1: Gli elementi fondamentali del nuovo modello insediativo. Volume 2: Guida alle soluzioni che soddisfano i criteri prestazionali APEA</p>	<p>D.C.R. 25 gennaio 2000, n. 12 (art. 11), “Approvazione del Piano di indirizzo territoriale - Articolo 7 L.R. 16 gennaio 1995, n. 5”</p> <p>D.C.R. 28 dicembre 2000, n. 283, “L.R. n. 35/2000 Piano regionale dello Sviluppo Economico 2001/2005”</p> <p>D.C.R. 30 gennaio 2002, n. 24 (Allegato 1), “Programma di tutela ambientale 2002-2003”</p> <p>D.C.R. 21 settembre 2004 n. 109 (Punto 2), “Piano d’indirizzo per le montagne toscane 2004-2006”</p> <p>D.G.R. 15 novembre 2004, n. 1130 (Allegato 1), “L.R. n. 35/2000, art. 3, lettera e) – “Disciplina degli interventi regionali in materia di attività produttive” – Definizione dei criteri di selezione e valutazione per la concessione dei contributi per “Interventi a favore della realizzazione di aree artigianali ed industriali”</p>
BASILICATA				<p>L.R. 3 novembre 1998, n. 41 (art. 4), “Disciplina dei consorzi per lo sviluppo industriale”</p> <p>L.R. 8 marzo 1999, n. 7 (art. 20), “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi al sistema delle autonomie locali e funzionali in attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112”</p>



	LEGGI REGIONALI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	ALTRI ATTI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	LINEE GUIDA	ALTRE LEGGI, ATTI E DOCUMENTI DI PROGRAMMAZIONE REGIONALE ATTINENTI ALLA TEMATICA
CAMPANIA		<p>ATTI GENERALI</p> <p>D.G.R. 30 settembre 2002, n. 4459 (allegato 1), “Il Piano Territoriale Regionale – Forma e metodo – Le Linee Guida “; (punto E): “Linee guida per la Pianificazione territoriale regionale (P.T.R.) – Approvazione”</p> <p>D.G.R. del 19 marzo 2010, n. 329, “Programmi per il rilancio dei Consorzi ASI della Regione Campania previsti dalla D.G.R. 2154 del 31.12.08 – Presa d’atto e ulteriori determinazioni.”</p> <p>D.G.R. del 30 dicembre 2010, n. 959, “Adempimenti DGRC 533/2010: revoca DGRC n. 329 del 19 marzo 2010 “Programmi per il rilancio dei Consorzi ASI della Regione Campania previsti dalla DGR 2154 del 31.12.08 – presa d’atto e ulteriori determinazioni”</p>		<p>L.R. 13 agosto 1998, n. 16 “Aspetto dei Consorzi per le Aree di Sviluppo industriale”</p> <p>L. R. 21 agosto 2007, n. 10 “Norme in materia di piani ASI”</p> <p>D.G.R. del 31 dicembre 2008, n. 2154, “Programma per il rilancio dei Consorzi ASI della Regione Campania”</p> <p>D.G.R. del 27 marzo 2009, n. 583, “Misure per la ripresa dello sviluppo economico”</p>
FRIULI VENEZIA GIULIA				<p>L.R. 18 gennaio 1999, n. 3 “Disciplina dei consorzi di sviluppo industriale”</p> <p>D.G.R. 16 giugno 2005, n. 0184/Pres., “Regolamento per l’assegnazione dei contributi per lo svolgimento delle attività industriali dei Consorzi di sviluppo industriale o dell’EZIT”</p>
MOLISE				<p>L.R. 29 settembre 1999, n. 34 (art. 37 e 39) “Norme sulla ripartizione delle funzioni e dei compiti amministrativi tra la Regione e gli Enti locali, in attuazione dell’articolo 3 della legge 8 giugno 1990, n. 142, della legge 15 marzo 1997, n. 59 e del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112”</p> <p>D.G.R. 6 dicembre 1999, n. 1844, “Linee guida per la realizzazione degli sportelli unici per le attività produttive”</p> <p>L.R. 14 aprile 2000, n. 27 (art. 3) “Riordino della disciplina in materia d’industria”</p> <p>L.R. 8 aprile 2004, n. 8 (art.13-21) “Disciplina dei Consorzi di sviluppo industriale e prime indicazioni per l’individuazione dei distretti industriali e dei sistemi produttivi locali”</p>

	LEGGI REGIONALI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	ALTRI ATTI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	LINEE GUIDA	ALTRE LEGGI, ATTI E DOCUMENTI DI PROGRAMMAZIONE REGIONALE ATTINENTI ALLA TEMATICA
LAZIO				L.R. 6 agosto 1999, n. 14 (artt. 45 - 47) “Organizzazione delle funzioni a livello regionale e locale per la realizzazione del decentramento amministrativo” Proposta di legge regionale n. 58 del 28 luglio 2010, “Indirizzi e competenze per la individuazione progettazione e gestione dei distretti eco-industriali e delle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate”
LOMBARDIA	LEGGI GENERALI L.R. 5 gennaio 2000, n. 1 (art. 2, cc. 12; 30; 32 e 34) “Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia. Attuazione del d.lgs. 31 marzo 1998, n. 112 (Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dallo Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59)”		D.G.P. n. 391 del 11 maggio 2009, “Presenza d’atto delle Linee Guida per la progettazione, realizzazione e gestione di Aree produttive Ecologicamente Attrezzate in Provincia di Milano”. Si riportano di seguito, a titolo esemplificativo, alcune delle modalità con cui stanno operando le succitate regioni.	D.G.R. 5 febbraio 1999, n. 6/41318, “Sportello unico per le imprese - Prime indicazioni per la costituzione e l’avvio delle strutture comunali di cui all’art. 24 del d.lgs. 31 marzo 1998, n. 112 e al d.P.R. 20 ottobre 1998, n. 447” D.G.R. 7 aprile 2000, n. 6/49509, “Approvazione delle linee generali di assetto del territorio lombardo ai sensi dell’art. 3, comma 39, della legge regionale 5 gennaio 2000, n. 1” D.G.R. 21 dicembre 2001, n. 7/7569, “Modifiche ed integrazioni alla deliberazione G.R. 5 febbraio 1999, n. 6/41318 - Sportello unico per le imprese - Prime indicazioni per la costituzione e l’avvio delle strutture comunali di cui all’art. 24 del d.lgs. 31 marzo 1998, n. 112 ed al d.P.R. 20 ottobre 1998, n. 447”
UMBRIA	LEGGI GENERALI L.R. 2 marzo 1999, n. 3 (artt. 11) “Riordino delle funzioni e dei compiti amministrativi del sistema regionale e locale delle Autonomie dell’Umbria in attuazione della l. 15 marzo 1997, n. 59 e del d.lgs. 31 marzo 1998, n. 112” L.R. 24 marzo 2000, n. 27 (art.28) “Piano urbanistico territoriale”			D.G.R. 4 agosto 1999, n. 1124, “L.R. 22 aprile 1997, n. 1. Ridefinizione delle strutture organizzative: individuazione e costituzione dei servizi, degli uffici temporanei e delle posizioni dirigenziali individuali, nell’ambito delle direzioni regionali”.
VENETO	LEGGI GENERALI L.R. 13 aprile 2001, n. 11 (art.41) “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi alle autonomie locali in attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112”			



	LEGGI REGIONALI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	ALTRI ATTI CHE RIPORTANO INDICAZIONI IN MATERIA DI APEA	LINEE GUIDA	ALTRE LEGGI, ATTI E DOCUMENTI DI PROGRAMMAZIONE REGIONALE ATTINENTI ALLA TEMATICA
SICILIA				L.R. 04 gennaio 1984, n. 1 “Disciplina dei consorzi per le aree di sviluppo industriale e per i nuclei di industrializzazione della Sicilia.” L.R. 23 dicembre 2000, n. 32 “Regione Sicilia disposizioni per l’attuazione del POR 2000-2006 e di riordino dei regimi di aiuto alle imprese.” L.R. 22 dicembre 2005, n. 20 “Misure per la competitività del sistema produttivo. modifiche ed integrazioni alla legge regionale 23 dicembre 2000, n. 32” L.R. 12 gennaio 2012, n.8 “Costituzione dell’istituto regionale per lo sviluppo delle attività produttive”
SARDEGNA	LEGGI GENERALI L.R. 25 luglio 2008, n.10 “Riordino delle funzioni in materia di aree industriali”	ATTI SPECIFICI D.G.R. 56/52 del 29 dicembre 2009, “Piano di azione Ambientale Regionale (PAAR) 2009-2013”. Azione n. 2 della Macro azione D D.G.R. n° 43/36 del 27/10/2011 contenente gli indirizzi programmatici per la stesura delle direttive regionali in materia di APEA D.G.R. n° 48/12 del 11/12/2012 ha approvato la “Carta per lo sviluppo delle aree produttive ecologicamente attrezzate (APEA) in Italia” D.G.R. n° 4/2 del 25/01/2013 ha approvato le direttive regionali in materia di aree produttive ecologicamente attrezzate (APEA).		
VALLE D’AOSTA				
TRENTINO ALTO ADIGE PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO E TRENTO				

Fonte: Rielaborazione da MATT, Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (2012)

Complessivamente il tema dell’APEA è stato affrontato nelle varie Regioni da impostazioni e metodologie differenti: alcune vi hanno dedicato appositi disposti normativi dettagliando e valorizzando gli aspetti ambientali connessi, mentre altre lo hanno inserito in cornici normative più ampie, connesse a temi della programmazione e pianificazione territoriale. Chi ha promosso fattivamente

lo strumento delle APEA sul proprio territorio ha scelto una visione integrata delle molteplici discipline collegate. L’analisi delle normative prodotte ha permesso, inoltre, di evidenziare le principali modalità operative che si sono consolidate nell’elaborazione della partitura normativa che si articola solitamente in:

- definizione dei requisiti prestazionali delle

- APEA, attinenti principalmente alle dotazioni territoriali e di servizi che in alcuni casi vengono identificati come obiettivi minimi da perseguire, in altri come standard da adottare;
- definizione delle modalità di gestione in chiave ambientale, con l'identificazione di indicatori di base i quali possono trascendere la logica del qui ed ora per rispondere ad una visione orientata al miglioramento continuo su tutto l'arco di vita delle APEA;
 - descrizione dei requisiti di tipo tecnico (urbanistici, territoriali, edilizi ed ambientali) delle APEA con indicazioni che in alcuni casi si ampliano in dispositivi in grado di definire le modalità per la loro localizzazione e le procedure per la definizione degli accordi e delle intese necessari promuovere l'integrazione territoriale dei nuovi insediamenti produttivi;
 - individuazione delle semplificazioni proposte per le imprese che operano al loro interno.

Le normative regionali sono differenti tra di loro, ma complessivamente si presentano tutte molto strutturate e questo agevola e supporta adeguatamente la pianificazione e progettazione delle Aree nei vari territori, ma costituisce anche un forte limite alla loro implementazione nelle realtà caratterizzate da aziende ed operatori di piccole dimensioni, tipologia aziendale fortemente diffusa nel nostro territorio. Tutte le normative prediligono una procedura applicativa fondata sul *cluster* approach nella riduzione e prevenzione dei fattori di pressione ambientale e sociale: il marketing territoriale, quindi, diventa uno strumento centrale per la riuscita delle APEA, tanto più apprezzato nel momento attuale di forte crisi economica per la sua capacità di attrarre capitali ed investimenti, da un lato, e di arginare e prevenire la conflittualità territoriale, dall'altro.

Una minuziosa descrizione delle caratteristiche che devono possedere le APEA permette di garantire chiarezza e trasparenza ai cittadini, alle aree di insediamento industriale, a tutti gli operatori economici direttamente o indirettamente coinvolti, e consente di sfruttare la destinazione *industriale* del territorio come suo fattore di rilancio e sviluppo, attraverso l'individuazione e l'applicazione di politiche sostenibili.

La Governance delle APEA: soggetti promotori, realizzatori, gestori, Piano di Azione

Le innovazioni introdotte dal Decreto Bassani nelle normative regionali sono state molteplici e possono essere riassunte nei seguenti elementi:

- un approccio orientato alle prestazioni ambientali degli insediamenti industriali;
- la definizione di modelli coordinati tra gli operatori volti all'efficienza gestionale;
- l'individuazione di spazi, impianti, infrastrutture collettivi;
- un principio di sostenibilità ambientale ed economica cui conformare l'azione unitaria del sistema produttivo;
- la capacità di rispondere simultaneamente alle esigenze delle imprese e del territorio in cui sono insediate;
- la formulazione di strumenti e tecniche capaci di rendere l'area appetibile e di attrarre verso di questa operatori ed investimenti;
- un'attenzione particolare al monitoraggio continuo e progressivo.

Il processo di pianificazione, progettazione ed implementazione delle APEA richiede un coinvolgimento attivo e fattivo di tutti gli enti locali presenti sul territorio: la Regione nel suo ruolo di regolamentazione e controllo del settore, la Provincia attraverso un'azione strategica di costruzione della connessione tra disciplina regionale ed operatori locali, soprattutto dove l'APEA coinvolge più municipalità. Infine il Comune è chiamato ad agire in tre distinti momenti del processo:

- la fase di pianificazione territoriale e progettazione dell'APEA;
- il momento di formalizzazione del soggetto gestore, soprattutto nel caso di evoluzione in APEA di un Piano di Insediamento Produttivo (P.I.P.) comunale;
- lo scenario generale, connesso al ruolo politico dell'ente, ovvero alla sua capacità di costruire e mantenere il consenso verso precisi piani di sviluppo e trasformazione del territorio.

Il Comune, per la sua massima vicinanza al cittadino, rappresenta l'Ente che più di tutti è in grado di condizionare favorevolmente la creazione di un'APEA, garantendo una puntuale tempestiva e corretta informazione ambientale alla cittadinanza agevolando l'implementazione delle APEA con regolamentazioni comunali orientate in tal senso. Strumenti importanti possono essere ad esempio il Regolamento Edilizia, in grado cioè di incidere sulla qualità bio-ecologica degli immobili industriali, regolamentazioni ad hoc volte ad imporre dotazioni ambientalmente compatibili come requisiti minimi di insediamento industriale su temi quali la gestione dei rifiuti, la gestione di fognature, la raccolta e riutilizzo di acque meteoriche, l'illuminazione.

L'istituzione di un APEA implica la costruzione di un approccio cooperativo, rappresentato dal-



la figura unitaria del Gestore Unico, un soggetto appositamente istituito quale unico responsabile dell'adozione e gestione dei seguenti servizi e infrastrutture collettivi nell'APEA:

SERVIZI

- gestione comune delle emergenze;
- gestione centralizzata delle aree verdi e degli spazi comuni;
- gruppi di acquisto per la fornitura di energia;
- borsa di recupero dei rifiuti;
- logistica;
- interventi anche formativi su ambiente, sicurezza e salute nei luoghi di lavoro;
- sistema di gestione ambientale d'area;
- ottimizzazione dell'organizzazione delle attività produttive a maggiore impatto ambientale;
- riqualificazione degli ambiti degradati;
- analisi ambientale dell'area;
- aumento di standard qualitativi degli ambiti produttivi per favorire l'insediamento di attività ad alto livello innovativo;
- servizi di secondo livello per gli operatori (banche, poste, asili nido, guardia medica);
- promuovere l'adesione volontaria a sistemi di eco-gestione (EMAS);

INFRASTRUTTURE

- area di stoccaggio rifiuti collettiva;
- impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili;
- depuratore consortile delle acque reflue;
- sistema di recupero delle dotazioni per la mitigazione degli impatti;
- interventi di miglioramento della qualità architettonica, paesaggistica.

Il Gestore unico complessivamente si occupa di monitorare le prestazioni ambientali dell'area e coordinare l'attuazione del Programma ambientale; può svolgere diversi ruoli nell'APEA: energy management, mobility management, waste management, safety management, marketing territoriale, gestore degli spazi, degli impianti d'area, delle forniture di beni e servizi, collegamento imprese – autorità di controllo, supporto tecnico – amministrativo alle imprese.

E' in capo al soggetto gestore lo svolgimento delle pratiche relative alle autorizzazioni connesse alle infrastrutture e ai servizi dell'APEA, da cui vengono esonerate le imprese ospitate, chiamate a provvedere unicamente alle richieste di autorizzazioni escluse dalla competenza del Gestore. Le aziende, quindi, conseguono benefici economici sia per il mancato investimento in infrastrutture sia per gli sgravi autorizzativi. Di contro, invece, gli enti deputati al controllo ottengono una semplificazione

delle procedure di verifica, attraverso una riduzione dei soggetti responsabili e coinvolti.

L'individuazione del Gestore Unico avviene secondo la normativa vigente, in base ai principi di trasparenza, imparzialità e concorrenza e segue, inoltre, le specifiche competenze effettivamente richieste per la gestione ambientale ed economica dell'APEA. In caso di mancanza di tutti i requisiti necessari in capo ad un unico soggetto, questo può incaricare altri soggetti dell'erogazione di alcuni servizi, come la gestione dei rifiuti speciali, lo smaltimento delle acque reflue, la produzione di energia, l'approvvigionamento idrico, l'illuminazione pubblica, il trasporto dei lavoratori. Le forme giuridiche previste per tale figura sono diverse da regione a regione; complessivamente si possono identificare le seguenti casistiche:

- i Consorzi industriali;
- le imprese specializzate nella gestione delle infrastrutture e dei servizi comuni anche attraverso la stipula di apposite convenzioni tra gli enti di pertinenza;
- le imprese associate sotto forma di consorzi;
- l'affidamento ad una delle imprese presenti nell'APEA di una o più infrastrutture;
- la gestione da parte dei Comuni coinvolti o tramite costituzione di Consorzio tra enti locali, tra enti locali e imprese oppure, nel caso di singola amministrazione interessata, secondo le forme previste ai sensi del D.lgs. 267/2001 articolo 113, lettera e (società per azioni o a responsabilità limitata a prevalente capitale pubblico locale, costituite o partecipate dall'ente titolare del pubblico servizio), lettera f (società per azioni senza il vincolo della proprietà pubblica maggioritaria), lettera b (concessioni a terzi).

Per la costituzione di un'APEA, oltre all'individuazione di servizi ed infrastrutture, è necessaria una gestione ambientale dell'area ispirata ai principi di sostenibilità ambientale, sociale ed economica: serve cioè un sistema di gestione ambientale – SGA – che stabilisca azioni di miglioramento progressivo, considerando tutti gli aspetti e gli attori connessi all'area produttiva. Pertanto, il percorso metodologico di progettazione di un'APEA può essere così riassunto:

- individuazione formale del soggetto gestore;
- diagnosi ambientale, ovvero analisi iniziale sullo status dell'area a livello di criticità e prestazioni ambientali attuali e potenziali, fase gestionale infrastrutturale e dei servizi;
- individuazione di obiettivi ambientali, sociali ed economici da perseguire per il contenimento e il miglioramento dei fattori di

- pressione ambientale;
- definizione di un Programma ambientale che contenga obiettivi prestazionali da perseguire, in risposta alle esigenze sia delle imprese insediate, dell'area, delle popolazioni limitrofe, le azioni da realizzate a livello di pianificazione territoriale e di progettazione architettonica e paesaggistica;
 - progettazione di un sistema di verifica e monitoraggio sulla gestione ambientale e sul raggiungimento degli obiettivi individuati, attraverso la definizione di *Key Performance Indicators*, ovvero indicatori legati alle performance dell'APEA, rispetto agli obiettivi del programma e del contesto di insediamento.

La diagnosi ambientale consiste in uno studio meticoloso ed analitico degli aspetti ambientali, dei fattori di pressione e delle prestazioni connesse all'area produttiva di insediamento; tale analisi serve a costruire un quadro conoscitivo sinottico degli elementi ambientali, urbanistici, territoriali, economici e sociali necessari per descrivere il contesto; è finalizzata ad individuare le criticità, sulle quali si concentrerà l'intervento mitigatore, di alleggerimento e di miglioramento e gli elementi di vantaggio competitivo offerti dall'area. L'analisi identifica un momento zero, dal quale partire e rispetto al quale misurare, conteggiare e valutare i miglioramenti tesi al raggiungimento degli obiettivi ambientali⁹.

La Regione Sardegna suggerisce di prendere in considerazione almeno i seguenti elementi per la costruzione dell'analisi:

- a) caratteristiche urbanistiche dell'area produttiva: contenuti della pianificazione esistente, piani territoriali ed urbanistici e regolamenti;
- b) caratteristiche infrastrutturali dell'area produttiva: dovrebbero essere esaminate le dotazioni infrastrutturali, di progetto o esistenti, al fine di verificarne l'adeguatezza in termini prestazionali (es. efficienza di esercizio, capacità di carico);
- c) condizioni ambientali del contesto: si dovrebbe analizzare lo stato delle diverse componenti ambientali, al fine di individuare eventuali vulnerabilità o criticità specifiche del contesto territoriale di riferimento;
- d) modalità gestionali: si dovrebbero esaminare le gestioni delle reti e dei servizi (previsti o in essere), al fine di fornire un quadro

della frammentazione gestionale esistente e delle prassi in vigore.

Per quanto attiene, in particolare, alla definizione delle condizioni ambientali di cui alla precedente lettera c) gli aspetti da considerare, in linea anche con quanto previsto dal Regolamento EMAS, possono essere i seguenti:

- emissioni in atmosfera;
- scarichi idrici;
- questioni relative alla gestione dei rifiuti (limitazione, riciclaggio, riutilizzo, trasporto e smaltimento);
- uso e contaminazione del terreno;
- uso di risorse naturali e materie prime (compresa l'energia);
- questioni locali (rumore, vibrazioni, odore, polvere, impatto visivo);
- questioni relative ai trasporti (trasporto merci, trasporti relativi ai dipendenti);
- rischio di incidenti ambientali e di impatti sull'ambiente conseguenti, o potenzialmente conseguenti, agli incidenti e situazioni di potenziale emergenza;
- effetti sulla biodiversità.

In base ai risultati dell'analisi vengono definite le priorità e gli obiettivi di intervento per il miglioramento ambientale, la cui attuazione viene demandata all'applicazione delle azioni previste nel Programma Ambientale che, in linea con le indicazioni del Regolamento EMAS, per ciascun obiettivo dovrebbe fornire:

- una descrizione delle scelte tecniche da adottare per il suo raggiungimento;
- l'identificazione della responsabilità dell'attuazione delle azioni previste;
- i mezzi e gli investimenti necessari;
- i *target* ambientali da raggiungere;
- le scadenze individuate per l'attuazione delle misure;
- le modalità di verifica e monitoraggio dello stato di avanzamento del programma.

Rispetto alle zone industriali classiche le APEA costituiscono una evoluzione gestionale oltre che ambientale, ma scontano un sistema normativo a macchia di leopardo e ancora molto giovane che, rispetto ai distretti industriali, le rende meno radicate sul territorio, soprattutto per quanto attiene il sistema dei *network* sociali.

⁹ Un utile guida per la redazione di una corretta indagine ambientale è costituita dall'Allegato 1 Analisi Ambientale del Regolamento CE n. 1221/2009 del 25/11/2009 (EMAS III)



Un esempio di buona pratica: la progettazione dell'APEA di Carpinello

Un'importante esperienza di sperimentazione ha riguardato l'ambito dell'APEA di Carpinello con un'estensione di circa 300 ettari facente parte del sistema della pianura forlivese a valle della via Emilia e a nord del polo industriale di Villa Selva. Il progetto si è sviluppato inizialmente con una ricerca sulle *best practices* europee e nazionali realizzate in questi anni tra gli insediamenti produttivi, intesa come attività di *benchmarking* preliminare, per poi passare a studi specifici sul luogo di progetto che consentissero di giungere alla definizione di uno Scenario Locale di riferimento. Attraverso un'accurata fase di analisi, propedeutica alla progettazione urbanistica, sono stati ricercati gli elementi ambientali, territoriali e culturali, prioritari da assumere come matrici per lo sviluppo dell'area. Tali elementi, si configurano come la conseguenza del processo evolutivo storico di questo territorio e sono conseguenza di parametri ambientali, climatici ma anche identitari ed antropici. Le scelte di impianto del nuovo insediamento produttivo non potevano che partire dall'analisi di questo processo, alla ricerca di una trasformazione compatibile con la cultura locale, le caratteristiche e la capacità di carico dei sistemi ambientali. Il macro-obiettivo di un intervento di trasformazione così rilevante, non poteva che essere quello di ricercare un modello di pianificazione sostenibile che dialogasse il più possibile con il processo di evoluzione funzionale del territorio. Lo sviluppo dell'APEA deve essere considerato il frutto di uno sviluppo graduale di un sistema complesso e ciascuna fase di lavoro deve essere economicamente vantaggiosa per le aziende che vi si impiantano. La competitività economica diventa un fattore determinante se unita all'eco-efficienza del sistema ed alla valorizzazione e gestione sostenibile anche del territorio circostante. Per il raggiungimento della sostenibilità è necessario definire e perseguire specifici obiettivi, sia di tipo prestazionale, sia di tipo gestionale. Tali obiettivi devono essere concreti e misurabili attraverso indicatori ed abbracciare le tre dimensioni della sostenibilità (ambientale, economica, sociale). La particolare morfologia territoriale e paesaggistica della pianura forlivese deriva dalla strutturazione di una antica centuriazione romana le cui tracce sono ancora visibili, e che era fortemente coerente con l'orientamento solare e con le condizioni anemologiche del luogo. La strutturazione dei campi è condizionata da un complesso sistema multiacquifero che regola il sistema dell'irrigazione e del drenaggio delle acque nei terreni agricoli. La falda freatica superficiale, ove presente, risulta posta a circa 2-3 m dal piano campagna ed è in diretta connessione con il flusso di sub-alveo del fiume Ronco. L'analisi delle principali matrici quali l'orografia, il clima, l'acqua, il verde, il sole, il vento, è stato l'elemento fondamentale per definire le caratteristiche esigenti e prestazionali dell'APEA. È proprio attraverso un'attenta lettura dei paradigmi morfologici e climatici che si è sviluppata la struttura urbanistica alla base del *masterplan*. Tale lettura ha consentito di ottimizzare le caratteristiche salienti, la sua organizzazione funzionale, i suoi spazi aperti e chiusi, il ruolo dell'orientamento rispetto ai più importanti fattori climatici, come sole, vento e orografia, per ottenere la migliore efficienza termica, ventilazione e illuminazione naturale delle sue strutture edilizie. Tutto ciò conservando l'idea di una maglia strutturale mutevole e flessibile, che potesse nel tempo assestarsi e crescere in base alle esigenze produttive, alle interrelazioni tra le aziende ed alle fasi di realizzazione dei lotti.

Pianificazione urbanistica ed edilizia

Il modello d'impianto per l'APEA di Carpinello è stato ricercato nel disegno di una tipologia di tessuto urbanistico ed edilizio che individuasse la regola per una pianificazione ambientalmente responsabile, connessa al contesto socio-economico locale. Ciò è avvenuto sviluppando una serie di paradigmi considerati prioritari:

- la connessione con il tessuto socio-culturale locale;
- il clima e il microclima (Comfort Urbano ed edilizio);
- Il recupero e la costruzione di neo-ecosistemi naturali;
- l'edilizia sostenibile (ecobuildings);
- il ciclo dell'energia (rinnovabili ed efficienza con l'obiettivo zero emissioni);
- il ciclo delle acque (permeabilità, recupero, riciclo);
- l'accessibilità e la mobilità dolce.

Connessione con il tessuto socioculturale locale

Lo sviluppo dell'APEA, oltre che gli aspetti ambientali ed economici deve garantire anche quelli sociali attraverso il coinvolgimento della Comunità che non deve essere esclusa dalla trasformazione dell'area ai fini dell'integrazione e dell'accettazione. Ciò significa considerare la percezione delle comunità locali della trasformazione. Gli aspetti basilari per i fruitori esterni all'area produttiva, oltre alla già citata accessibilità, riguardano la fruizione del sistema infrastrutturale (in particolare l'accesso al sistema della mobilità dolce), la fruizione di assi attrezzati a servizi (predisposizione di idonei servizi d'area), la fruizione di aree verdi.

Forlì è una città a clima temperato che permette di svolgere molte attività di comunicazione ed interrelazione sociale in spazi esterni, ricavati spesso nella struttura compatta della città stessa. Gli spazi esterni delle piazze, delle strade, dei vicoli, dei cortili dei palazzi pubblici, dei portici, dei cortili delle chiese, dei mercati, insieme con le *corti* delle case private sono state da secoli un *continuum pubblico privato* a disposizione del cittadino. Oggi il traffico ed il predominio delle automobili hanno ristretto questa intelaiatura a semplici ambiti di transito e gli edifici sono progettati come oggetti a sé stanti piuttosto che elementi in grado di definire e dare forma a questi spazi così importanti per la comunità. All'interno dell'APEA di Carpinello è stata ricavata una *leggibilità e funzionalità urbana* riproponendo una intelaiatura di spazi collettivi pubblici, semi-pubblici e privati ricavati nei vuoti del tessuto edilizio e nel disegno dettato dal microclima locale. I percorsi pedonali sono stati articolati in una alternanza di itinerari variati dalle architetture degli spazi, dalla sequenza dei giardini, dei canali, degli edifici. La presenza all'interno dell'APEA di servizi dedicati non solo ai lavoratori, ma anche all'intera comunità locale, ha rappresentato uno dei punti qualificanti e distintivi di questa Area Industriale Sostenibile. La presenza di tali servizi è duplice e riguarda sia l'ottimizzazione dei tempi residuali dell'attività lavorativa per gli addetti, sia la politica di integrazione sociale. In primo luogo, la presenza di un asilo nido interaziendale, impianti sportivi ed altri servizi per il tempo libero dovrebbero contribuire ad elevare la qualità della vita di chi usa l'area per motivi di lavoro, e di chi ci vive accanto, riducendo al contempo, la necessità di mobilità da parte dei lavoratori.

Il clima e il microclima (confort urbano e edilizio)

Il territorio di Forlì ricade nella zona a clima temperato sub-continentale. Il progetto si è calato nella situazione microclimatica dell'area, ne ha studiato attentamente le caratteristiche ed ha lavorato approfonditamente per trovare soluzioni e vie di *canalizzazione dei flussi di ventilazione* e soluzioni spaziali e formali dell'architettura del tessuto urbanistico che valorizzasse o mitigasse, le condizioni riscontrate. Si sono voluti inoltre perseguire altri obiettivi:

- costruire un insediamento compatto che lasciasse ampie porzioni di verde contigue ed evitasse la parcellizzazione degli interventi;
- avere strade e mobilità interna coerenti con il tessuto urbanistico;
- tenere conto di tutti i parametri termici, acustici, atmosferici, della sostenibilità ambientale alle diverse scale;
- avere un'ossatura portante della pianificazione coincidente con l'intelaiatura del modello bioclimatico, del *mixed-use*, delle distanze brevi, dell'accessibilità da parte degli abitanti del luogo.

Il recupero e la costruzione di neo eco-sistemi naturali

Gli interventi previsti dall'APEA hanno determinato un cambiamento totale dell'area con l'obiettivo da un lato di limitare gli impatti sull'ambiente e dall'altro di ricreare una rete ecologica locale che penetri all'interno dell'APEA e che ricollegli il fiume Ronco e zone antropizzate. In altri termini si tratta di ribaltare il concetto di introduzione del verde, passando dal verde di ornamento al verde sistemico. La ricostruzione della naturalità avverrà sotto forma di neoeosistema e non potrà che partire dal fiume e dal suo ambito. Ciò comporta una operazione di riqualificazione ambientale delle reti idrografiche. Si tratta di operare con interventi di rinaturazione consistenti in operazioni di risonamento, creazione di Fasce Tampone Boscate (FTB), aree umide collegate ai bacini di fitodepurazione, e di invasi per la raccolta delle acque meteoriche. In particolare a completamento e protezione del corridoio ecologico in corrispondenza della fascia di rispetto fluviale, verrà impiantata una fascia ecotonale di transizione che funga da ecosistema filtro-zona cuscinetto con l'area produttiva contigua. I fossi presenti in zona non solo non saranno *tombinati*, ma diverranno oggetto di una riqualificazione ambientale.

Le zone di transizione tra l'APEA e le frazioni saranno invece occasione per una progettazione che salvaguardi le direttrici di continuità ambientale e che preveda fasce di vegetazione con funzione di ecosistemi tampone. L'introduzione di fasce di vegetazione consentirà un abbattimento delle concentrazioni di CO₂ presenti nell'aria in quanto, mediante processo fotosintetico, è possibile catturare ed immagazzinare il gas presente nell'atmosfera. Seguendo l'ottica della rinaturalizzazione, sono state privilegiate specie autoctone come il platano, il tiglio e l'ippocastano o comunque ben inserite nel contesto, come i sempreverdi cipresso e tasso.

L'edilizia sostenibile (ecobuilding)

In questa area l'agricoltura estensiva ha progressivamente cancellato le trame agricole tradizionali. Per tentare di ricostruire parzialmente queste trame il tessuto edilizio dell'APEA è organizzato sugli assi bioclimatici principali che partono dal fiume Ronco, secondo una maglia flessibile e facilmente adattiva alle esigenze funzionali delle aziende che vi si andranno ad insediare. L'architettura della struttura del tessuto edilizio è costituita dall'aggregazione di edifici produttivi di varia dimensione e taglio intorno a spazi esterni



pubblici collegati tra loro all'interno di un sistema di continuità spaziale. La forma e l'organizzazione sia degli edifici, che degli spazi esterni pubblici e privati derivano dalla ricerca di unità tipologiche flessibili organizzate secondo il miglior assetto microclimatico. La disposizione di ogni corte, della forma dei blocchi degli edifici e la loro altezza dipendono dalla relazione con le spine bioclimatiche centrali e con i corridoi del vento. Attraverso la distribuzione del tessuto edilizio è possibile garantire un buon orientamento ed un soddisfacente grado di penetrazione delle brezze estive in estate, fornire in inverno un'adeguata protezione dai venti freddi, incidendo al contempo su una sensibile diminuzione dei consumi energetici per riscaldamento e raffrescamento. Ciò potrà avvenire attraverso l'attuazione di una serie di azioni che includono la minimizzazione del consumo di risorse non rinnovabili, il miglioramento dell'ambiente naturale, eliminazione o riduzione della produzione di inquinanti.

Il ciclo dell'energia (rinnovabili ed efficienza con l'obiettivo zero emissioni)

I cicli naturali, comportandosi come sistemi chiusi, generano cambiamenti e non alterazioni, al contrario di quanto avviene di solito nei *sistemi* ad alto grado di artificialità (complessi industriali, agroecosistemi a coltura intensiva, organismi urbani). In analogia con i sistemi naturali, si dovrebbero applicare ai sistemi industriali e ai cicli di produzione i principi che regolano il funzionamento della natura, caratterizzati da rapporti simbiotici, in cui i flussi di materia ed energia tendono alla chiusura dei cicli a favore del riciclo e dell'uso delle risorse in cascata. Il fabbisogno energetico di un'area industriale è connesso ad esigenze di produzione, riscaldamento, climatizzazione, illuminazione, trasporto e costruzione. La gestione dell'energia è strettamente connessa ad aspetti ambientali che vanno dall'inquinamento atmosferico prodotto dalle centrali elettriche erogatrici a quelli connessi con le produzioni delle singole aziende tra i quali particolare rilevanza hanno le emissioni di anidride carbonica e il depauperamento di risorse non rinnovabili quali il petrolio e il carbone. Il risparmio in consumi energetici ottenuto a parità di produzione è uno dei principali obiettivi che le aziende si pongono, essendo in esso compresi e intimamente legati vantaggi di tipo economico e ambientale. Il sistema energetico delle APEA è pensato per raggiungere la massima efficienza energetica incrociando contenimento dei consumi e generazione distribuita e diffusa dell'energia. In questo senso si tratta di creare un Distretto Energetico a "zero emissioni" secondo un approccio sistemico che si basa sulla ricerca di un modello in cui l'energia viene generata laddove deve essere consumata (*on demand*).

La visione integrata del distretto energetico permette di agire:

- sulla minimizzazione dei consumi delle singole utenze;
- sulla produzione locale ed economica dell'energia;
- sulla razionalizzazione logistico-energetica dei trasporti.

Su questi principi è stato possibile ipotizzare una richiesta di circa 25 MW di energia elettrica e di circa 19 MW di energia termica. Gli scenari di simulazione sviluppati relativamente all'utilizzo di energie rinnovabili sono stati tre ed hanno previsto un'articolazione in termini quantitativi, con ipotesi comprese tra un massimo del 100% (termico+elettrico) e un minimo del 50% (solo elettrico) ed un utilizzo differenziato delle diverse opzioni energetiche disponibili.

Scenario 1- Utilizzo della geotermia profonda e del fotovoltaico.

Produzione di energia termica: (100% di energia prodotta da Rinnovabili: geotermia)

Produzione di energia elettrica: (100% di energia prodotta da Rinnovabili: 30% geotermia, 70% fotovoltaico)

Scenario 2 - Utilizzo della geotermia profonda e del fotovoltaico.

Produzione di energia termica: (100% di energia prodotta da Rinnovabili: geotermia)

Produzione di energia elettrica: (70% di energia prodotta da Rinnovabili:fotovoltaico e restante 30% approvvigionato dalla rete Enel)

Scenario 3- Assenza della geotermia, ma utilizzo della tecnologia fotovoltaica.

Produzione di energia termica: (100% di energia proveniente dalla rete pubblica)

Produzione di energia elettrica: (50% di energia prodotta da Rinnovabili:fotovoltaico e restante 50% approvvigionato dalla rete Enel).

Il ciclo delle acque (permeabilità, recupero, riciclo)

La zona di Carpinello, è interessata da una complessa struttura multiacquifera contrassegnata da un sistema scolante che drena le acque del territorio recapitandole in una serie di fossi e canali principali che sfociano nel Fiume Ronco. Da un esame della rete idrografica superficiale si osservano tre principali fossi di scolo con andamento sud-nord (nel settore a monte dell'asse autostradale), questi attraversano il rilevato autostradale e si immettono in un unico corpo idrico con andamento parallelo al rilevato e confluiscono nel fiume Ronco. La presenza di tiranti idrici stimati in 30-50 cm richiedono che l'area sia posta ad una

quota superiore a questi valori, tale da evitare pericoli di allagamento. Gli interventi diretti sulla rete scolante da realizzare per il rispetto del principio di invarianza idraulica e le misure di mitigazione del rischio idraulico possono essere di seguito sintetizzati: potenziamento della rete di scolo esistente, formazione di nuova rete di scolo, potenziamento dei tre punti di attraversamento del rilevato A14, realizzazione di aree di espansione naturali, adeguamento del punto di scolo nel fiume Ronco.

L'accessibilità e la mobilità dolce

L'obiettivo del progetto dal punto di vista della mobilità è stato quello di giungere ad un assetto innovativo ma al contempo appropriato alle esigenze locali. A questo fine il sistema della mobilità è stato organizzato per interagire su più livelli e dando la priorità alle connessioni ciclo/pedonali con il sistema esistente dei paesi quali Carpinello, Bagnolo e Rotta, con l'ambito fluviale da riqualificare come asse casa/lavoro. La mobilità ciclo/pedonale attraverso l'asse attrezzato a parco con funzioni sociali e direzionali all'interno dell'edificato produttivo, vero e proprio sistema generatore dell'assetto urbanistico del *Master Plan*, è un elemento di primaria importanza alla quale è dedicato il ruolo di connessione fra i luoghi di lavoro, la casa e luoghi di svago. Sotto il profilo della mobilità pubblica, lo scenario programmatico del Master Plan appare molto impegnativo e strategico, e forse inedito a Forlì per il grande rilievo che viene attribuito al trasporto pubblico su sede propria, con riferimento agli scenari prevedibili di domanda-offerta. Si tenderà a potenziare la connessione con le stazioni nodali interne all'area APEA, individuate con le zone parcheggio, attraverso un servizio capillare dai punti di smistamento del traffico ferroviario, aeroportuale, e autobus.

Per ridurre l'uso dell'auto individuale o per lasciarla nei parcheggi periferici all'area, bisogna fornire a lavoratori ed utenti valide ragioni per farlo (in termini di efficacia e piacevolezza). Lo schema della mobilità è stato studiato con attenzione anche riguardo al parametro *comfort urbano* poiché la circolazione nell'area è strettamente legata e coerente con il disegno bioclimatico della struttura urbanistica ed edilizia dell'area. Lo schema della mobilità risulta diviso in due diverse tipologie di fruizione: la prima comprende i *percorsi veloci* di attraversamento dell'area e di smistamento/distribuzione merci (collegata al livello territoriale e di ambito); la seconda invece si articola nei *percorsi lenti* più flessibili, disegnati per la sosta, per modalità più lente come arrivare a piedi, in bicicletta o con mezzi elettrici al proprio posto di lavoro. La circolazione della prima tipologia dedicata alla mobilità più veloce (auto private e servizi pubblici autobus, servizi logistici – carico e scarico merci, parcheggi di scambio e di distretto) è organizzata lungo gli anelli, nord e sud, più esterni dell'APEA. La seconda tipologia, molto più complessa poiché richiede particolari attenzioni, è stata organizzata lungo gli *assi bioclimatici*, e i *corridoi del vento*, al fine di giovare della fruibilità passante degli spazi/servizi pubblici. I percorsi a mobilità lenta dovranno essere molto curati nel progetto: in particolare il sistema dei percorsi posti sugli assi bioclimatici. Tali percorsi attraverso particolari costruttivi, l'uso delle pavimentazioni e degli arredi dovranno essere in sintonia con requisiti di *qualità estetica e di comfort urbano*, in maniera da rendere più piacevole possibile il percorso per raggiungere il posto di lavoro per gli interni e la fruizione per gli esterni.



Conclusioni

Dopo aver parlato di utilizzo delle risorse ci sembrava logico lavorare su dove l'uomo esercita il suo peso. Per questo semplice motivo la parte IV si intitola *Gli spazi umani*, perché parla dei *luoghi*.

Il primo di questi luoghi sono le Aree urbane, Capitolo XIII. Il Capitolo inizia con la definizione di area urbana, ovvero *un'area che comprende una o più città centrali, nonché le aree adiacenti collegate economicamente a quelle città che tengono occupate in attività non agricole il 65% o più delle loro popolazioni economicamente attive*. E' esattamente il senso delle città, anche se, come spiegano gli Autori del Capitolo, tracciare confini è sempre più difficile. Il Capitolo non affronta i problemi relativi all'inquinamento che sono analizzati in un'altra sezione del libro, ma affronta due argomenti fondamentali: gli aspetti legati alle aree urbane in quanto ecosistemi, considerando elementi come il comfort ambientale messo in relazione alla forma della città, i trasporti, il sistema della mobilità e i consumi energetici commisurati all'organizzazione urbana. Nella seconda parte, invece, si faranno brevi cenni ai principali accordi comunitari che hanno come fine il raggiungimento della sostenibilità in ambito urbano, mettendo in luce le opportunità date da tali accordi alle Amministrazioni Locali. Il Capitolo, inoltre, nello spirito di *servizio* del libro, non trascura esempi e buone pratiche che promuovono la sostenibilità in ambito urbano. Una grande attenzione è data anche al ruolo degli Amministratori Locali che attraverso strumenti come il Patto dei Sindaci, promuovono la sostenibilità urbana, attuando *l'agire localmente, pensare globalmente*.

Sulla stessa falsariga concettuale si muove il Capitolo XIV, Le aree agricole. Questo è uno dei pochi capitoli dove i tre Autori hanno una appartenenza comune, anche se provenienza culturale differente. Tutti e tre si sono occupati, e si occupano, specificamente, di problemi connessi all'agricoltura. Anche qui si è cercato, con successo, di coniugare diverse esperienze. Il Capitolo parte dal concetto di sostenibilità in agricoltura che, pur nel rispetto dei principi generali, non è uguale a quello generale di sostenibilità. Qui infatti non è possibile trascurare alcuni elementi che gli Autori hanno ben individuato: il fatto che esiste la necessità di sfamare la gente, il fatto che bisogna sfamarla in modo economico e salubre, il fatto che bisogna proteggere l'ambiente e il fatto, per finire, che l'agricoltura per sopravvivere deve tendere alla *multifunzionalità*. Tutto ciò si realizza attraverso una buona legislazione, che viene in parte riportata, ma anche attraverso delle buone pratiche di coltivazione e con buoni accordi con altri pezzi di società, come ha fatto Coldiretti.

Il Capitolo XV, Le aree costiere, è un altro di quei capitoli dove si temeva l'impossibilità di trovare un accordo tra gli Autori considerato il numero, ben 7, e le discipline di appartenenza differenti. E' un'occasione, questo capitolo, per ribadire brevemente anche la novità di questo libro, ovvero la collaborazione tra *spiriti diversi*. Nella prima parte del Capitolo una particolare attenzione è stata data ai servizi ecosistemici delle aree costiere. Il motivo dell'importanza di questi servizi è evidente: siamo una penisola con gran parte della popolazione che risiede nelle vicinanze della costa e su gran parte

di questa costa si svolge la vita sociale ed economica del Paese. Giustamente gli Autori ricordano che sulle coste si svolgono i quattro servizi ecosistemici definiti a livello internazionale, ovvero i servizi di *fornitura*, i servizi di *supporto*, i servizi di *regolazione* e i servizi *culturali*. Il capitolo descrive tutto ciò senza nascondere i problemi relativi alla cattiva gestione sia amministrativa che ambientale di questo enorme patrimonio. Interessante che il capitolo comprenda esempi di buone e cattive pratiche, specialmente relative alla presenza di turismo sulle coste. A questo proposito il testo pone due problemi che possono essere considerati alla stregua del Giano bifronte: il turismo come opportunità ma anche come danno ambientale e culturale rispetto alle popolazioni ospitanti. La sostenibilità delle coste non potrà ancora a lungo ignorare questo problema.

Certamente Le aree montane, Capitolo XVI, hanno problemi differenti rispetto alle coste, ma non ne siamo certi. Quando gli Autori di questo Capitolo partono citando il dissesto idrogeologico, è così diverso dalla erosione delle coste o la matrice è comune? Partiamo dalla considerazione, non ovvia, che le aree montane, ci informano gli Autori, costituiscono circa *il 35% del totale della superficie italiana e, sommate alla parte collinare (con una quota compresa tra i 200 e i 600 m s.l.m. circa), arrivano a sfiorare il 77% del territorio nazionale*. Siamo un Paese di montagna a questo punto, non di mare, se consideriamo le aree e non la lunghezza lineare come nel caso delle coste. Ovviamente i problemi sono differenti perché se da una parte abbiamo sovraffollamento, sulle coste, dall'altro si rischia *la desertificazione sociale* per l'abbandono e l'alto indice di vecchiaia. Eppure già solo dalla descrizione delle Alpi e dell'Appennino si capisce che queste aree hanno possibilità enormi sia dal punto di vista ambientale che dal punto di vista, anche qui, della fornitura, peraltro gratis, dei servizi ecosistemici. In definitiva la somma dei servizi forniti dalla costa e dalla montagna ci danno la possibilità di prelievi gratis, che avvertono gli Autori, devono essere fatti con rispetto e oculatezza. La lettura di questo capitolo ci introduce a qualche scoperta interessante. Riflettiamo, ad esempio, sulla frase seguente: *l'avanzamento del bosco, inoltre, rappresenta spesso soltanto l'effetto più evidente di un processo altrimenti meno apparente e in qualche modo silenzioso di marginalizzazione, declino demografico e invecchiamento della popolazione, che interessa la maggior parte delle regioni di montagna ed alta collina nel nostro Paese*.

Da questa considerazione si sviluppa la parte del Capitolo che propone un turismo intelligente come possibile soluzione all'abbandono e al disastro ambientale.

Disastri che già sono avvenuti in altre aree. Il Capitolo XVII, Le aree industriali, non era all'inizio compreso nel libro, ma durante la discussione un collega ci fece a ragione notare che le aree dismesse dall'industria creavano un problema enorme nel Paese, sia dal punto di vista ambientale che economico e sociale. Questo stimolo fu subito accolto dalle due Autrici del capitolo che partono dall'attualità: *Negli ultimi anni la vicenda Ilva ha portato nuovamente alla ribalta l'impatto devastante che insediamenti industriali non opportunamente gestiti sviluppano sul territorio e sui cittadini. La riformulazione in chiave green del rapporto tra sistema produttivo e ambiente non costituisce un tema recente: in Italia il problema si è posto in modo irrompente con l'incidente del 10 luglio del 1976 all'Icmesa di Meda, episodio le cui conseguenze sono state talmente scioccanti da determinare l'intervento normativo Europeo con la Direttiva Seveso*. Purtroppo agli incidenti, pure numerosi, sono seguiti gli inquinamenti devastanti, a Gela, Porto Torres, Taranto. La recessione, inoltre, spesso ha posto gran parte della popolazione di fronte all'assurda alternativa *morire di fame o morire di tumore*. Le due Autrici però ci dicono che non deve essere per forza così e lo studio di caso che viene riportato lo dimostra.

Bibliografia

Parte IV - Gli spazi Umani

Capitolo 13 - Le aree urbane

Alberti V., De Ioris D., De Pascale P., Di Pasqua G., Reginaldi M., (2013), *Temi di sostenibilità eco-energetica per la riqualificazione urbana*, Orienta, Roma

Arpa Lombardia, (2003), *Rapporto sullo stato dell'ambiente in Lombardia: segnali ambientali*, Regione Lombardia

Audis, Gbc Italia, Legambiente, (2011), *Ecoquartieri in Italia: un patto per la rigenerazione urbana. Una proposta per il rilancio economico, sociale e culturale delle città e dei territori*, documento di confronto

Barberis R., Di Fabbio A., Di Leginio M., Giordano F., Guerrieri L., Leoni I., Mufanò M., Viti S., (2006), *Impermeabilizzazione e consumo dei suoli nelle aree urbane*, in *Qualità dell'Ambiente Urbano*, III Rapporto, Apat

Carrabba P., Di Giovanni B., Iannetta M., Padovani L.M., (2013), *Città ed ambiente agricolo: iniziative di sostenibilità verso una Smart City*, Enea, EAI 6, Roma

De Pascale P., (2001), *Energia, microclima e forma urbana*, in *Gestione energia* n°3

De Pascale P., (2008), *Città ed energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano

Donolo C., (2012), *Qualche chiarimento in tema di beni comuni*, in *Lo Straniero* 140

Enea, (2010), *Infomobility Systems and Sustainable Transport Services*, Enea, Roma

European Environment Agency (Eea), (2002), *Environmental Signals 2002 – Benchmarking the millennium*, Environmental Assessment Report n. 9

Forum PA, Ibm, (2011), *Smart City. Progetti e tecnologie per città più intelligenti*, Edizioni Forum PA

- Gauzin Muller D., (2003), *L'architettura sostenibile*, Edizioni Ambiente, Milano
- Giffinger R. et al. (2007), *Ranking of European medium-sized cities*, Final report, Centre of Regional Science, Vienna
- Gisotti G., (2007), *Ambiente urbano. Introduzione all'ecologia urbana*, Dario Flaccovio, Palermo
- Iclei, (2009), *Sustainable urban energy planning*, Un-Habitat and Unep, Union, Publishing Services Section, Nairobi
- Ispra, (2013), *Qualità dell'ambiente urbano*, IX Rapporto, Ispra, Roma
- Istat, (2013), *Verde Urbano*, Statistiche Focus, anno 2011, Istat, Roma
- Legambiente, (2013), *Ecosistema urbano. XX Rapporto sulla qualità ambientale dei comuni capoluogo di provincia*, Legambiente
- Legambiente, (2013), *Ecoquartieri per l'Italia*, intervento alla XX Conferenza per le città, Ecosistema Urbano, Bologna
- Mazzocchi C., (2011), *Il ruolo dell'agricoltura periurbana nelle dinamiche di consumo di suolo: l'indicatore di rischio di consumo di suolo agricolo*, Tesi di dottorato, Università degli Studi di Padova
- Meeus L. et al., (2010), *Smart Cities Initiative: How to foster a quick Transition towards Local Sustainable Energy Systems*, Florence School of Regulation, EUI Working Paper RSCAS 70
- Moss Kanter R., Litow S., (2009), *Informed and Interconnected: A Manifesto for Smarter Cities*, Harvard Business School Working Paper n.09
- Munafò M., Martellato G., Riitano N., (2009), *Impermeabilizzazione e consumo di suolo*, in Ispra, Qualità dell'ambiente urbano, VI Rapporto, Ispra, Roma
- Ratti C., (2001), *Comparison of methodologies for computing sky view factor in urban environments*, paper presentato a dicembre, a Tempe all'International Society Environmental Hydraulic Conference
- Pascucci S., (2007), *Agricoltura periurbana e strategie di sviluppo rurale*, Centro per la formazione in economia e politica dello sviluppo locale, Dip. di Economia e politica agraria, Università Federico II, Napoli
- Secchi B., (2012), *La città giusta e la nuova questione urbana*, in Ischia U., (2012), *La città giusta*, Donzelli Editore, Roma

Capitolo 14 - Le aree agricole

Anci-Coldiretti, (2009), *Il ruolo multifunzionale dell'impresa agricola nel rapporto con gli enti locali*, IX Conferenza ANCI piccoli Comuni, IV Conferenza nazionale Unioni di Comuni, 10 e 11 luglio, Villa Erba, Cernobbio (CO)

Galloni G., (2003), *Dell'impresa agricola. Disposizioni generali*. Art. 2135-2139, in Commentario del Codice Civile a cura di Scialoja, A., Branca F., Galgano, Libro Quinto Del Lavoro, Bologna – Roma

Stolfi N., Triolo L., (a cura di), *Le metodologie di valutazione di Impatto Ambientale nella prospettiva dello sviluppo sostenibile in agricoltura*, Libri Enea, 1998

Capitolo 15 - Le aree costiere

Apat, (2008), *Il suolo, la radice della vita*, Apat, Roma

Berruti A., Delvecchio E., (2009), *Turismo: povertà, sviluppo e turismo responsabile*, Effetta Editrice, Cantalupa (TO)

Beaumont N.J., Austen M.C., Atkins J.P., Burdon D., Degraer S., Dentinho T.P., Derous S., Holm P., Horton T., Van Ierland E., Marboe A.H., Starkey D.J., Townsend M., Zarzycki T., (2007), *Identification, definition and quantification of goods and services produced by marine biodiversity. Implications for ecosystem approach*, Marine Pollution Bulletin, 54

Blum W.E.H., (2005), *Function of soil for society and environment*, reuse in environmental science and Bio/Technology 4

Butler R. W., (1980), *The Concept of the Tourist Area Cycle of Evolution: Implication for Management of Resource*, in The Canadian Geographer, n. 24, anno I

Cloern J.E., (2001), *Our Evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. Marine ecology*, Marine Ecology Progress series, vol. 210

Commissione Europea, (1999), *Verso una strategia europea per la gestione integrata delle zone costiere (GIZC) Principi generali e opzioni politiche*, Documento di riflessione, Comunità europea, Lussemburgo

Commissione Europea, (2000), *Per un turismo costiero di qualità La Gestione integrata della qualità (GIQ) delle destinazioni turistiche costiere*, Sintesi, Direzione generale Imprese Unità Turismo, Bruxelles

Commissione Europea, (2006), *Strategia tematica per la protezione del suolo*, COM. 231, Bruxelles 2/09

Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S.,

O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., Van Der Belt M., (1997) *The value of the world ecosystem services and natural capital*, Nature, 387

Daily G.C., (1997), *What are ecosystem services?*, in Nature's Services. Societal dependence on natural ecosystems, G.C. Daily Island press, Washington D.C.

D'Ascola F., (2013), *Urbanizzazione in aree costiere*, in Ispra, Focus su Acque e Ambiente Urbano, Qualità dell'ambiente urbano, IX Rapporto, Ispra, Roma

Gattuso J.P., Frankignoulle M., Wollast R., (1998), *Carbon and carbonate metabolism in coastal aquatic ecosystems*, Annual Review of ecology and systematics, 29

Ghermandi A., Nunes P.A.L.D., Portela R., Rao N., Teelucksingh S.S., (2009), *Recreational Cultural and Aesthetic services from Coastal and Estuarine ecosystems*, Fondazione Eni Enrico Mattei, Nota di Lavoro121

Haygarth P.M., Ritz K., (2009), *The future of soil and land use in the UK: soil systems for the provision of Land-Based Ecosystem Services*, Land use policy, 26/1

Heckbert S., Costanza R., Poloczanska E.S., Richardson A.J., (2011), *Climate regulation as a service from Estuarine and coastal ecosystems*, in Treatise on Estuarine and coastal science, Vol.12 Ecological Economics of Estuaries and coasts

Hinrichsen D., (1998), *Coastal waters of the world: Trends, Threats and strategies*, Island press, Washington

MEA, Millennium Ecosystem Assessment, (2005), *Ecosystem and human well being: synthesis*, Island press, Washington

MEA, Millennium Ecosystem Assessment, (2005), *Coastal Systems*, in Ecosystems and Human well-being: Current state and trends, Vol.1, Hassan, R. Scholes, N. Ash Eds., Island Press, Washington

MEA, Millennium Ecosystem Assessment, (2005), *Nutrient cycling*, in Ecosystems and Human well-being: Current state and trends, Vol.1, r: Hassan, R. Scholes, N. Ash Eds., Island Press, Washington

Molnar M., Clarke-Murray C., Whitworth J., Tam J., (2009), *Marine and coastal ecosystem services*, David Suzuki Foundation

Pauly D., Christensen V., (1995), *Primary production required to sustain global fisheries*, Nature, 374

Roessig J.M., Woodley C.M., Cech J.J., Hansen L.J., (2004), *Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries*, Reviews in Fish Biology and Fisheries 14

Turbé A. et al., (2010), *Soil Biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*, Bio Intelligence Service,

Vollenveider R., (1992), *Coastal marine eutrophication: principles and Control*, Science of the total Environment, Suppl. 1-21

Zhang J., Gilbert D., Gooday A.J., Levin L., Naqvi S.W.A., Middelburg J.J., Scranton M., Ekau W., Peña A., Dewitte B., Oguz T., Monteiro P.M.S., Urban E., Rabalais N.N., Ittekkot V., Kemp W.M., Ulloa O., Elmgrem R., Escobar-Briones E., Van der Plas A.K., (2010), *Natural and human induced hypoxia and consequences for coastal areas: synthesis an future developments*, Biogeosciences, 7

Capitolo 16 - Le aree montane

AA. VV., (2013), *Aree protette e Rete Natura 2000 strumenti per coniugare la conservazione e lo sviluppo economico*, Federparchi, "Sapienza" Università di Roma

Bevilacqua P., Placanica A., (1985), *La Calabria, Storia d'Italia. Le Regioni dall'Unità ad oggi*, Einaudi, Torino

Capalbo C., (1988), *Mercato esterno e tradizione di mestiere. La produzione della seta a Cosenza tra Sette e Ottocento*, in Leonardi A. e Bonoldi A. (a cura di) (1997), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico*, seminario permanente sulla storia dell'economia e dell'imprenditorialità nelle Alpi, Atti della sessione tenutasi il 5 dicembre a Trento

Casari M., (2008), *Turismo e geografia. Elementi per un approccio sistemico sostenibile*, Hoepli, Milano

Fagarazzi C., Casini L., (2005), *La pianificazione di aree rurali: una proposta metodologica per la valutazione delle funzioni paesaggistiche assolve dalle attività agricole*, in Convegno di studi sui Metodi d'Indagine e di Analisi per le Politiche Agricole di ottobre 2004, Università degli Studi di Pisa

Gangemi M., (1999), *L'Economia dell'Appennino calabro-lucano tra XVIII e XIX secolo negli studi dell'ultimo ventennio* in Andrea Leonardi A., Bonoldi A., (1999), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico*, atti della sessione tenutasi a Trento il 5 dicembre 1997, Università degli studi di Trento

Gisotti G., (2012), *Il dissesto idrogeologico*, Dario Flaccovio editore, Palermo

Giuliano W., (1997), *I parchi e la montagna: la convenzione delle Alpi*, Seconda sessione plenaria: I parchi, la tutela della biodiversità, la gestione integrata del territorio, la cultura e la partecipazione, Atti della Prima conferenza nazionale aree naturali protette: Parchi, ricchezza italiana, il 25-28 settembre, Vittoriano, Museo del Risorgimento, Roma

Istat (2012), *Noi Italia. Cento statistiche per capire il Paese in cui viviamo*, Istat, Roma

Leonardi A., Bonoldi A. (a cura di), (1997), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico*, seminario permanente sulla storia dell'economia e dell'imprenditorialità nelle Alpi, Atti della sessione tenutasi il 5 dicembre a Trento

Peratoner G., (2006), *Piste da sci*, in Manuale di ingegneria naturalistica, Volume 3, Capitolo 21, *Sistemazione dei versanti*, Regione Lazio

Pretelli S., (1997), *Microimprendere nell'Appennino umbro-marchigiano in età moderna e contemporanea* in Andrea Leonardi A., Bonoldi A., (1999), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico*, Atti della sessione tenutasi a Trento il 5 dicembre 1997, Università degli studi di Trento

Sabbatini R., (1997), *Risorse produttive e imprenditorialità nell'Appennino Tosco-emiliano (XVII-XIX Sec.)* in Andrea Leonardi A., Bonoldi A., (1999), *L'economia della montagna interna italiana: un approccio storiografico*, atti della sessione tenutasi a Trento il 5 dicembre 1997, Università degli studi di Trento

Capitolo 17 - Le aree industriali

Frosch R.A., (1989), *Strategies for Manufacturing. Waste from one industrial process can serve as the raw materials for another, thereby reducing the impact of industry on the environment*, Scientific American, Inc

Hawken P., (1993), *The Ecology of Commerce*, Harper Business, New York

Lowe E.A., Stephen R.M., Douglas B. H., (1996), *Fieldbook for the Development of Eco-Industrial Parks: Final Report*, Research Triangle Park, North Carolina

Ministero della Salute, (1977), *Stato sanitario del paese e l'attività dell'amministrazione sanitaria negli anni 1972-1974. Relazione al Consiglio superiore di Sanità*, Tipografia regionale, Roma

Parte V

Conseguenze della presenza umana





Capitolo 18

Inquinamento dell'acqua

Cinzia Coduti, Massimo Angelone, Carlo Brini, Carla Creo, Biagio Naviglio, Lucio Triolo

Introduzione

Nell'ambiente naturale la quantità di sali minerali disciolti nelle acque sotterranee dipende da numerosi fattori che coinvolgono la chimica e biochimica del suolo, la mineralogia e chimismo delle rocce ospitanti, solubilità dei carbonati e/o dei silicati, condizioni *redox*¹ dell'acquifero, tutti fattori che influenzano la salinità e dipendono dalla superficie specifica dell'acquifero, dalla solubilità dei minerali e dal tempo di contatto fra acqua e roccia.

In queste acque il contenuto salino è estremamente variabile (da circa 25 a 300000 mg/L), passando da acquiferi ospitati in rocce quarzitiche a quelli dei bacini salmastri. Di solito le acque a bicarbonato prevalgono nella parte più superficiale degli acquiferi mentre quelle a cloruri occupano i livelli più profondi. L'acqua di precipitazione, durante l'infiltrazione, non sempre esercita una efficace azione di dissoluzione dell'eterogenea frazione minerale che incontra lungo il percorso, in quanto questa azione dipende da diversi fattori quali ad esempio, le proprietà chimico-fisiche del mezzo, il pH e il potenziale redox (Eh). Quest'azione è più evidente nel caso di bacini di grande dimensione, quando i volumi di acqua infiltrata e di sali trasportati sono molto elevati. Nelle aree agricole i processi di evapotraspirazione producono, nel tempo, un notevole accumulo di sali. Inoltre l'uso di fertilizzanti rilascia nel suolo elevate quantità di sali che sono trasportati in profondità sia dalle piogge sia dalle acque d'irrigazione. In un arco temporale molto variabile, dipendente principalmente dalla condizione di permeabilità del mezzo, i sali raggiungono l'acquifero alterando, spesso irrimediabilmente, la qualità dell'acqua.

Le caratteristiche litologiche delle rocce che vengono a contatto con l'acqua sotterranea influenzano fortemente il tipo e la percentuale di solidi disciolti.

¹ In chimica, con il termine ossidoriduzione o redox (composto dall'inglese *reduction*, riduzione e *oxidation*, ossidazione) si descrivono tutte quelle reazioni chimiche in cui cambia il numero di ossidazione degli atomi, cioè tutte le reazioni in cui si ha uno scambio di elettroni da una specie chimica ad un'altra (tratto da Wikipedia)

Nel caso di acquiferi ospitati in rocce ignee il carico salino delle acque è modesto poiché queste rocce sono caratterizzate dalla presenza di minerali insolubili. Invece, in presenza di rocce sedimentarie, si hanno notevoli rilasci di sodio, calcio, bicarbonati e solfati. Altri importanti componenti sono i cloruri e i solfati. Entrambi sono indicativi di situazioni particolari. Ad esempio, la presenza di acque connate², di depositi salini e di fenomeni interazione con acqua di mare, sono segnalati da livelli anomali dei cloruri, mentre i nitrati denotano forme passate o presenti di inquinamento.

La qualità dell'acqua, soprattutto se utilizzata a scopo potabile, dipende da molteplici fattori. Alcuni sono legati a cause naturali, come la composizione delle rocce. Tuttavia, anche in condizioni naturali, possiamo trovarci in presenza di acque con anomali livelli di alcuni elementi, come nel caso delle acque di drenaggio in aree minerarie o di acquiferi in zone vulcaniche, questi ultimi caratterizzati, ad esempio, da anomali contenuti in arsenico o fluoro. Poiché l'attività mineraria prevede anche la preliminare macinazione dei materiali estratti, la granulometria finale utilizzata può influire notevolmente sulla quantità e qualità d'inquinanti rilasciati. Inoltre, la mobilità dei metalli è facilitata dalla presenza dei solfuri interagenti con l'acqua, producono soluzioni molto aggressive a causa dei valori di pH molto bassi.

Molteplici sono le attività legate all'antropizzazione che possono provocare danno agli acquiferi sotterranei. Fra le più comuni, il rilascio di acque dai sistemi fognari a causa del deterioramento prodotto dall'azione delle radici o dall'attività sismica. Lo sversamento dei liquami provoca, fra l'altro, l'innalzamento del BOD (Biochemical Oxygen Demand) e del COD (Chemical Oxygen Demand),

² Acque *connate* cioè antiche acque rimaste intrappolate nelle rocce sedimentarie al momento della loro formazione, in genere ricchissime di sali, e quindi potenzialmente molto aggressive, e acque profonde, dette *juvenili*, prodotte da attività magmatica, spesso molto calde e anch'esse aggressive, o ancora acque meteoriche portate in profondità e qui riscaldate e arricchite di sali e acidi e che ritornano a giorno attraverso faglie, in genere con caratteristiche di acque idrotermali (tratto da <http://www.eniscuola.net/it/terra/contenuti/le-grotte/left/come-si-formano/le-acque-del-sottosuolo/>)

oltre a rilevanti incrementi dei nitrati, di alcune forme batteriche e composti organici.

In generale le sostanze inquinanti immesse nelle acque comprendono composti organici e inorganici, fanghi industriali, vernici, solo per citare le categorie più conosciute. Per quanto riguarda gli elementi in traccia e in particolare i metalli, si potranno avere rilasci da molteplici attività antropiche di soluzioni contenenti arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, piombo e zinco. La diffusione e dispersione degli inquinanti nell'acquifero dipende da molteplici fattori e, fra questi, i caratteri chimico-fisici del contaminante stesso. La vulnerabilità di un acquifero non è altro che la facilità con cui il mezzo può trasmettere e diffondere gli inquinanti. Altra sorgente importante di contaminazione per gli acquiferi è quella delle industrie: le sostanze e i prodotti chimici rilasciati nell'ambiente non sono spesso trattati in modo adeguato a causa dell'adozione di pratiche di contenimento delle emissioni non corrette per interesse nel risparmio dei costi di produzione. Esistono anche inquinamenti per cause accidentali, ad esempio in seguito della rottura di tubazioni, come accade purtroppo per quelle adibite al trasporto del petrolio e suoi derivati.

La salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee

La salvaguardia delle acque passa attraverso gli obiettivi che sono stati fissati dall'Unione europea per rendere il nostro pianeta vivibile nei limiti delle risorse disponibili, evitando usi insostenibili e dannosi per l'ambiente, la biodiversità e la salute umana.

Con la decisione n. 1386/2013/UE su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 *Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta*, Parlamento europeo e Consiglio rilevano che nonostante i progressi compiuti in termini di qualità dell'acqua europea, che risulta tra le migliori al mondo in termini qualitativi, grazie ad un'azione integrata che ha portato ad una riduzione notevole degli inquinanti negli ultimi decenni, non solo nell'acqua, ma anche nell'aria e nel suolo.

Il degrado del suolo, la sua frammentazione e l'uso non sostenibile compromette anche la fruibilità della risorsa acqua e a sua volta una gestione non corretta dell'acqua provoca danni ai suoli. Il 25% del territorio dell'UE è colpito da erosioni dovute all'azione dell'acqua che mettono a rischio la funzionalità del suolo e la qualità dell'acqua dolce. Altro problema è costituito dalla contaminazione e dalla impermeabilizzazione del suolo: oltre mezzo milione di siti dell'UE risulta contaminato.

È stato ipotizzato che entro il 2030 il continuo uso inefficiente delle risorse sarà in grado di determinare una riduzione del 40% delle risorse idriche. Infatti, sebbene siccità e carenze idriche siano fenomeni in continua espansione in tutta Europa, le cause maggiori dell'inefficienza devono essere individuate negli sprechi, dovuti alle perdite derivanti dai sistemi di distribuzione. D'altra parte l'accesso a risorse idriche di qualità soddisfacente è ancora molto problematico in molte zone rurali dell'UE.

Occorrono, pertanto, azioni immediate, efficaci e progressi da realizzare in tempi molto brevi, per evitare l'irreversibilità del degrado. A tal fine è necessario puntare sulla ricerca e sull'innovazione, stimolando l'uso, da parte delle industrie, delle migliori tecniche disponibili.

La tutela dell'ambiente, degli ecosistemi naturali e del patrimonio culturale deve essere garantita da tutti, enti pubblici e privati, persone fisiche e giuridiche pubbliche o private. Occorre che tutti agiscano in base a precisi principi elaborati a livello comunitario, quali il principio di precauzione, dell'azione preventiva, della correzione in via prioritaria alla fonte dei danni causati all'ambiente, e il principio *chi inquina paga*.

Le azioni dirette al raggiungimento degli obiettivi fissati dall'UE devono essere poste in essere dagli Stati membri nel rispetto del principio di sussidiarietà, secondo il quale è richiesto al livello di governo più vicino ai cittadini di agire nei loro interessi. Nel settore ambientale, inoltre, l'Unione ha una competenza concorrente con quella degli Stati membri e pertanto assume importanza centrale l'individuazione di obiettivi comuni da condividere tra i responsabili politici e altri portatori di interesse, comprese le regioni e i comuni, gli operatori economici, le parti sociali e i cittadini.

È stato di recente rilevato che lo stato di degrado in cui versano le acque è tale che nel 2015 molto verosimilmente solo il 53% dei corpi idrici superficiali dell'UE sarà conforme al buono stato ecologico previsto dalla direttiva quadro sulle acque. Tuttavia, se si considera che la domanda di acqua è in continuo aumento e che i cambiamenti climatici ne stanno peggiorando lo stato, l'UE auspica che entro il 2020 le attività di estrazione siano condotte tenendo conto dei limiti della rinnovabilità, attraverso la valutazione ambientale di tutti i progetti, nonché degli atti e dei provvedimenti di pianificazione e di programmazione elaborati o adottati a livello nazionale, regionale o locale.

A proposito di valutazione il d.lgs. n. 152 del 2006 (recante il Testo Unico dell'Ambiente - TUA) prevede una specifica disciplina per la tutela del-

le acque superficiali, marine e sotterranee dall'inquinamento. A tal fine, le Regioni provvedono a redigere i Piani di tutela delle acque, assicurando la partecipazione di tutte le parti interessate all'elaborazione, al riesame e all'aggiornamento dei Piani stessi, ai sensi dell'art. 122. Le Regioni, inoltre, sono chiamate ad assicurare la più ampia divulgazione delle informazioni sullo stato della qualità delle acque trasmettendo all'Ispra i dati conoscitivi e le informazioni rilevanti in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche. L'Ispra avvalendosi del Sistema informativo nazionale dell'ambiente (SINA), elabora le informazioni ricevute e le trasmette ai Ministeri interessati e al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nonché alla Commissione Europea.

Per ciascun corpo idrico significativo le Regioni sono tenute a identificare la classe di qualità corrispondente secondo i criteri stabiliti dall'Allegato 1 della Parte Terza del d.lgs. 152/2006.

La data del 31 dicembre 2008 ha rappresentato il termine entro il quale ciascun corpo idrico superficiale classificato o tratto di esso avrebbe dovuto conseguire almeno i requisiti dello stato di *sufficiente*; la data del 22 dicembre 2015 segna il termine entro cui deve essere raggiunto l'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato di *buono*. Tale termine può essere prorogato solo per motivate ragioni e purché la Regione interessata dimostri che ciò non comporti un ulteriore deterioramento dello stato dei corpi idrici.

Sono corpi idrici superficiali i corsi d'acqua superficiali, i laghi, le acque marine costiere e le acque di transizione, i corpi idrici artificiali e i corpi idrici fortemente modificati. Sono corpi idrici sotterranei i volumi d'acqua accumulati nel sottosuolo, in particolare, le falde freatiche e quelle profonde contenute in formazioni permeabili, i corpi d'acqua intrappolati in formazioni permeabili con bassa o nulla velocità di flusso e le sorgenti, concentrate o diffuse, in quanto affioramenti della circolazione idrica sotterranea³.

L'attenzione per le acque superficiali, tra l'altro, non è limitata alla loro qualità, ma anche alla quantità, perché lo stato quantitativo influenza notevolmente anche la quantità e la qualità delle acque sotterranee.

Queste ultime, infatti, rappresentano la fonte principale di approvvigionamento di acqua potabile, poiché si tratta di acque dolci, cioè di acque che presentano una concentrazione di sali tale da essere considerate appropriate per l'estrazione e il tratta-

mento ai fini della produzione di acqua potabile. Assume a tal fine, notevole rilievo la distinzione tra sostanze pericolose, la cui immissione deve essere impedita, e le sostanze prioritarie, che presentano un rischio reale o potenziale di inquinamento e la cui immissione deve essere limitata.

Entro il 20 novembre 2021 deve essere raggiunto l'obiettivo di:

- eliminare le sostanze pericolose prioritarie indicate con la sigla PP, sono quelle sostanze o gruppi di sostanze tossiche, persistenti e bio-accumulabili che suscitano particolare preoccupazione per i danni che possono causare alla salute e all'ambiente e che, per tali ragioni, devono essere oggetto di obiettivi ambientali più rigorosi, con particolare riguardo ai limiti di concentrazione di tali sostanze;
- ridurre gradualmente negli stessi le sostanze prioritarie indicate come P, ovvero tutte quelle sostanze che incidono negativamente sulla qualità delle acque di superficie;
- per le rimanenti sostanze indicate come E, l'obiettivo è quello di eliminare l'inquinamento delle acque causato da scarichi, rilasci da fonte diffusa e perdite.

Per le acque superficiali, in particolare, obiettivo principale è quello di ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze prioritarie e di arrestare o eliminare gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite di sostanze pericolose prioritarie, mentre per le acque sotterranee occorre adottare le misure necessarie per impedire o limitare l'immissione di inquinanti, tenuto conto dei lunghi tempi richiesti per la formazione e il ricambio naturale delle acque.

Gli inquinamenti possono essere dovuti a cause accidentali, alle attività di estrazione e arginazione, agli scarichi, alle emissioni e alle perdite di sostanze pericolose.

L'Unione europea sottolinea come le sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT) e le altre sostanze che si comportano come PBT siano in grado di persistere nell'ambiente acquatico anche per decenni a livelli che presentano un rischio significativo, anche nel caso in cui siano già state adottate importanti misure per ridurre o eliminare le emissioni di tali sostanze. Alcune di queste sostanze sono inoltre in grado di propagarsi a lunga distanza e sono praticamente ubiquitarie nell'ambiente. Alcune di esse figurano tra le sostanze pericolose prioritarie esistenti e le sostanze pericolose prioritarie identificate di recente. Per alcune di tali sostanze vi sono prove di ubiquarietà a lungo termine nell'ambiente acquatico dell'Unione; tali sostanze richiedono pertanto particolare attenzione

³ All. 1, Parte III, d.lgs. 152/2006



per quanto concerne l'incidenza sulla presentazione dello stato chimico⁴.

In materia di acque a Ispra è affidato il compito di verificare che i metodi di analisi, compresi i metodi laboratorio, sul campo e on line, utilizzati dalle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente (Arpa) e dalle Agenzie provinciali per la protezione dell'ambiente (Appa) adottati ai fini del monitoraggio chimico delle acque, siano accertati ai sensi di norme tecniche internazionalmente riconosciute⁵.

L'inquinamento delle acque marine

Parlando di ambiente marino, si può facilmente comprendere come tutte le attività produttive umane, sia direttamente che indirettamente, abbiano un impatto negativo su di esso; alcune, in particolare, sono più specificamente collegate a tale ambiente e di conseguenza vi generano una maggiore pressione: l'urbanizzazione della zona costiera, il turismo e l'agricoltura intensivi, il traffico marittimo, l'industria (in particolare quella petrolifera off-shore), la pesca e l'acquacoltura⁶.

I problemi di inquinamento nascono a causa di una gestione non sostenibile delle attività umane e comportano un decadimento dello stato di qualità dovuti a:

- danno agli organismi viventi con alterazione della struttura e della funzione dell'ecosistema stesso;
- rischio per la salute umana;
- deterioramento della qualità dell'acqua per le varie destinazioni d'uso e riduzione delle attrattive.

Un inquinamento può considerarsi sistematico, quando è causato dalla continua immissione di inquinanti (scarichi fognari, reflui industriali, dilavamento terreni); ovvero operativo, quando è causato dall'esercizio di natanti (lavaggio cisterne, scarico delle acque di zavorra e di sentina, ricaduta fumi, vernici antifouling); accidentale, nel caso in cui sia causato da incidenti (naufragi, operazioni ai terminali, esplosioni su piattaforme, rottura condotte).

Gli effetti dell'inquinamento possono essere distinti in *acuti*, quando sono immediati, perché provocano, generalmente, la morte degli organismi, sia

animali che vegetali, e comportano grandi e visibili modificazioni immediate; o *cronici*, quando, pur non determinando la morte immediata dell'individuo colpito, provocano effetti ritardati nel tempo (malattie croniche, danni cromosomici, disfunzioni riproduttive). Inoltre, un inquinante può avere effetti più o meno gravi sull'ambiente, in funzione di alcune caratteristiche che vanno tenute in considerazione, quali il tempo di residenza o persistenza, il lento accumulo, l'aumento dei flussi con il tempo e la disseminazione in aree molto ampie.

Le principali contaminazioni riscontrate in Italia. Aspetti tossicologici

Il problema della scarsità di acque naturali che abbiano un grado di purezza chimica e batteriologica tale da poter essere immesse nella rete di distribuzione delle acque potabili senza trattamenti, costringe molti acquedotti a trattare acque superficiali o sotterranee, al fine di rimuovere i contaminanti chimici o biologici. Si riportano alcuni elementi e composti tossici che costituiscono inquinanti delle acque di superficie, sotterranee e marine e che sono mediamente diffusi e presentano caratteri rilevanti di tossicità.

Composti cloro organici:

- *idrocarburi cloroorganici volatili* (VCHC). Sono impiegati nell'industria come solventi e per la produzione di clorofluorocarburi. I più diffusi sono: cloroformio, metilcloroformio, tetracloruro di carbonio, tricloroetilene (trielina), tetracloroetilene. Da un punto di vista della stabilità come molecole presentano tempi di vita media di mesi e in alcuni casi di anni; si diffondono in atmosfera anche a distanze elevate e nel fall-out ricadono anche in acqua. Dunque si trovano analiticamente nelle acque minerali destinate al consumo, nelle acque di rete, nei fiumi e nei laghi e data la loro volatilità e persistenza anche in zone remote, nei ghiacci polari⁷.
- *idrocarburi cloroorganici trialometani* (THM) Si formano per la clorazione a scopo di disinfezione delle acque destinate al consumo umano: la clorazione è infatti il sistema più efficiente e meno costoso per controllare la presenza di batteri nelle acque. I THM sono chimicamente derivati alogenati del metano: Cloroformio (CHCl₃), Bromodichlorometano (CHBrCl₂), Bromoformio (CHBr₃), Clorodibromometano (CHClBr₂).

⁴ Gli Standard di qualità ambientale (SQA), che individuano le concentrazioni massime ammissibili di inquinanti, sono dettati proprio al fine di verificare il buono stato chimico delle acque superficiali, al fine di tutelare la salute umana, la flora e la fauna. In attuazione degli obiettivi della direttiva quadro 2000/60, è intervenuta la direttiva 2008/105/CE sugli standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque: entrambe le direttive hanno subito modifiche da parte della recente direttiva 2013/39/UE, che ha individuato nuove sostanze e nuovi SQA.

⁵ Come ad esempio la UNI-EN ISO/CEI – 17025:2005

⁶ Sullo stato generale della risorsa mare vedi anche il Capitolo 9

⁷ Cafaro C., (2005), *Idrocarburi clorurati volatili e trialometani nelle acque*. Tesi di Dottorato, Dipartimento di biologia animale e dell'uomo, Università di Roma La Sapienza

Nel quadro di un sostanziale rispetto dei limiti di legge, si è osservato che i valori più elevati si riscontrano nelle reti nelle quali l'acqua immessa è stata disinfettata con ipoclorito; i corrispondenti minimi si riscontrano nelle reti con acqua disinfettata con diossido di cloro. La potabilità di un'acqua distribuita attraverso acquedotti pubblici è garantita rispetto ai rischi di contaminazione chimica e microbiologica che può essere assunta durante il percorso dalla sorgente all'utilizzo da parte del consumatore. Occorre notare che i composti VCHC sono inevitabili anche nelle acque minerali - in quanto inquinanti atmosferici che ricadono sui suoli e anche nelle acque - ma che il limite nelle acque di rete è più alto che in quelle minerali per il percorso più lungo in condotta che aumenta i rischi di contaminazione.

L'impatto sulla salute umana di questi composti avviene non solo per ingestione ma anche per via cutanea e respiratoria: dunque può essere rilevante anche la contaminazione attraverso bagni caldi e piscina.

Negli Stati Uniti già negli anni '90 è stata dimostrata correlazione significativa tra consumo di acqua clorata e incidenza di tumori⁸ come è mostrato di seguito nelle schede tossicologiche. Studi epidemiologici hanno mostrato per i consumatori di acqua della rete inquinata da questi composti, incrementi di cancro alla vescica, della prostata e del retto. Inoltre è stata mostrata evidenza epidemiologica di incrementi di aborti spontanei nel primo trimestre di gravidanza. In donne gravide il cloroformio determina effetti contenuti di embrio- e fetotossicità ma per inalazione può determinare effetti teratogeni⁹. Le agenzie Iarc (International Agency of Research on Cancer) e EPA (US Environmental Protection Agency) classificano le principali molecole dei VCHC e dei THM secondo classi di cancerogenicità¹⁰.

Esaminando nel dettaglio alcuni dei composti della famiglia VCHC (Volatile Chloro Hydrocarbon Compounds), abbiamo il *Tricloroetilene (TCE)*, nota come *trielina*, largamente utilizzato ed è rilasciato in atmosfera da operazioni di sgrassaggio. Le acque sono anche inquinate da operazioni di eliminazione. Il TCE è responsabile, se assunto in dosi moderate o alte, di disordini autoimmuni e di tossicità nell'uomo a livello riproduttivo. Il rischio più rilevante nell'esposizione a TCE è quello di cancro. E' stata

studiata la mortalità/incidenza su lavoratori di vari Paesi (Svezia, Finlandia, Germania, Danimarca). Gli studi epidemiologici rigorosi hanno provato un aumento di incidenza di cancro più elevato nel rene, nel fegato e di linfoma di Hodgkin. Minor incidenza sembra esserci per il mieloma multiplo, il cancro alla prostata, della pelle e della cervice.

Il *Tetracloroetilene (PERC)*, si usa per il lavaggio a secco, per sgrassare e come solvente in generale. L'esposizione è in genere per via inalatoria e in ambito lavorativo. Sono stati riportati effetti nocivi alle funzioni visivo-spaziali negli adulti delle lavanderie a secco. Sono state misurate concentrazioni di ppt (parti per trilioni) nel respiro e nel sangue. PERC non è presente solo in atmosfera ma anche nelle acque superficiali e di falda. La distribuzione sistemica del PERC è molto simile a quelle del TCC assorbita da polmoni e nel tratto gastro intestinale e si distribuiscono nei tessuti in base al contenuto lipidico. La cancerogeneità di PERC nell'uomo è oggetto di dibattito, sebbene ci siano evidenze di cancro al fegato e al rene e di leucemia in esperimenti su animali. Alcuni studi epidemiologici su lavoratori delle lavanderie indicano possibile incidenza di cancro dell'esofago e una bassa incidenza di carcinoma renale.

Il *Tricloroetano*, è un solvente ampiamente utilizzato come sgrassante di metalli e solvente multiuso. TRI, TCE e PCE compongono la miscela più frequente nelle falde acquifere in prossimità di siti con discariche pericolose negli USA. Può causare vertigine, emicrania, narcosi e, nei casi esposizione elevata, morte.

Il *Tetracloruro di carbonio* è stato impiegato come solvente per lavaggio a secco fino agli anni '70. E' responsabile, tra gli altri, della diminuzione dello strato di CO₂ nella stratosfera. Si trova nelle falde freatiche contigue a discariche di sostanze tossiche. Causa tossicità al fegato e danni renali;

Il *Cloroformio* è un derivato della clorurazione dell'acqua potabile, non più usato nella produzione di clorofluorometano (refrigerante abolito, come gli altri composti della stessa famiglia, dal protocollo di Montreal, in quanto sottrattori dell'O₃ stratosferico). Generalmente nelle acque potabili della rete si trova in concentrazioni inferiori a 25 ppb ma a volte sono state trovate alcune centinaia di ppb. Si trova anche nell'acqua delle piscine. Secondo l'Environmental Protection Agency (EPA) determina effetti di tossicità materna e fetale (ritardo nello sviluppo del feto, palatoschisi, diminuzione del peso e della lunghezza fetali e anche diminuzione della capacità di portare avanti la gravidanza) può essere epatotossico e neurotossico. Negli animali da esperimento il cloroformio risulta cancerogeno epatico e renale.

In relazione alle caratteristiche tossicologiche dei

⁸ Baird C., (1999), *Environmental Chemistry*, Publisher: W.H.Freeman & Co Ltd; 2nd Revised edition New York, 471-475

⁹ Smith M. K., Zenick H., and George E.L., (1986), *Reproductive toxicology of disinfection by-products*. *Environ Health Perspect.* Nov, 69: 177-182

¹⁰ Molti degli VCHC risultano cancerogeni, in particolare per lo Iarc sono presenti in acqua sostanze classificate 2B, sospetto cancerogeno e per Epa, sostanze B2 anche queste probabile cancerogeno per l'uomo, C, sospetto cancerogeno per l'uomo



composti della famiglia dei trihalometani (PTHM) in precedenza richiamati, occorre segnalare che esiste una correlazione positiva tra questi composti cloroorganici prodotti dalla disinfezione delle acque potabili e alcune forme di cancro in particolare della prostata¹¹. Morris del College of Wisconsin in Milwaukee e Chalmers epidemiologo di Harvard in una metanalisi comprendente 10 studi epidemiologici trovarono che la popolazione che aveva bevuto acqua clorata per un periodo di alcuni anni presentava 21% di rischio in più di contrarre cancro alla vescica e 38% in più di ammalarsi di cancro al retto¹².

Fox in una review afferma che l'eccesso di cloro nell'acqua potabile crea malattia coronarica, aterosclerosi e ictus¹³. Joseph M. Price cercò, attraverso studi di laboratorio e indagini epidemiologiche, correlazioni tra le patologie cardiovascolari e le concentrazioni di cloro nella dieta e nell'acqua potabile. Il cloro determina la formazione di radicali liberi che danneggiano le cellule e producono un innalzamento della concentrazione serica di colesterolo totale che crea la condizione per l'insorgere della malattia aterosclerotica e la formazione della placca¹⁴. L'assunzione di acqua contenente cloro per 15 anni o più, secondo un gruppo di ricerca epidemiologica delle università associate di Oak Ridge, determina un rischio alto di contrarre cancro al colon¹⁵. Secondo uno studio pubblicato sul Journal of the National Cancer Institute, l'assunzione per lunghi periodi di acqua clorata incrementa il rischio dell'80% di assumere tumore alla vescica. In Finlandia oltreché maggiore incidenza di cancro alla prostata, si registrano negli uomini correlazioni positive con cancro ai reni¹⁶.

Greenpeace ha verificato sperimentalmente che i composti cloroorganici sono le sostanze più tossiche e persistenti nei Grandi Laghi. Il cloro causa effetti nocivi sull'ambiente in particolare su organismi viventi in acqua e nel suolo. Piante ed animali non bioaccumulano il cloro, tuttavia studi sperimentali hanno dimostrato che l'esposizione al cloro determina effetti nocivi negli animali al sistema immuni-

tario, cardiovascolare e respiratorio¹⁷.

Un discorso a parte meritano gli *Elementi tossici*¹⁸ di cui in seguito si forniscono informazioni.

L'alluminio è il terzo elemento più abbondante nella crosta terrestre. E' assorbito per via orale o per inalazione. L'esposizione umana all'alluminio avviene con gli alimenti e l'acqua potabile. L'inalazione di particelle (particolato) contenenti Al rappresenta un rischio per la salute¹⁹. Per quanto attiene agli effetti sull'uomo, la tossicità acuta si verifica soprattutto in pazienti con insufficienza renale cronica o in lavoratori esposti. L'alluminio è neurotossico negli animali da esperimento con notevoli variazioni tra specie ed età. Spesso sono osservate alterazioni delle funzioni cognitive, motorie e comportamentali. Gli studi su animali hanno chiarito in parte il meccanismo di neurotossicità ma le correlazioni con la malattia dell'uomo sono da dimostrare. Studi sulla malattia di Alzheimer sono condotti da molti anni: è stata misurata una concentrazione più alta nei tessuti cerebrali di pazienti affetti da tale malattia. Gli studi epidemiologici non dimostrano che l'alluminio abbia un ruolo causale nello sviluppo della malattia di Alzheimer. Ma Kawahore ha mostrato evidenza sperimentale tra la sua concentrazione nel cervello e altre malattie neurodegenerative²⁰.

Un apporto eccessivo di ferro tramite l'alimentazione è tossico e si manifesta con dolori addominali diarrea e vomito nei casi più gravi con cianosi e collasso cardiaco. L'eccesso di ioni ferro può produrre effetto catalizzatore del danno dei radicali liberi e causare arterosclerosi e sviluppo di malattie cardiovascolari. La tossicità cronica si manifesta per ingestione nella dieta e nell'acqua: un'elevata concentrazione di ferro può produrre disturbi che si riferiscono ad un eccessivo deposito di ferro che può provocare danni all'organismo e spesso fibrosi; l'assunzione di ferro tramite medicinali (e integratori) va eseguita sotto stretto controllo medico. Alcune malattie neurodegenerative sono associate con un alterato metabolismo del ferro nel cervello.

Il manganese è tossico e il cervello è considerato l'organo più sensibile alla sua inalazione. In concentrazioni di 0.03—1.0 mg/m³ causa effetti neurotossici che sono sviluppati anche con l'ingestione di acqua contenente tra 2 e 14 ppm. I sintomi che si sviluppano di seguito a bioaccumulo in specifiche

¹¹ Villanueva C.M., Cantor K.P., King W.D., Jaakkola J.J.K., Cordier S., Lynch C.F., Porru S. and Kogevinas M., (2005), *Total and specific fluid consumption as determinants of bladder cancer risk*. International Journal of Cancer 118, Issue 8, , 15, 2040—2047

¹² <http://www.pure-earth.com/chlorine.html>

¹³ Fox M., *Chlorination: a link between heart disease and cancer* <http://www.purewatergazette.net/chlorinationfox.htm>

¹⁴ Electronic Version, E-Book Edition Copyright 2008 by Joseph M. Price, M.D. www.resist.com

¹⁵ *Health Freedom News*, January/February 1987

¹⁶ Koivusalo M., Hakulinen T., Vartiainen T., Pukkala E., Jakkola J.J.K., Tuomisto J. (1998), *Drinking water mutagenicity and urinary tract cancers: a population-based case-control study in Finland*. *Am J Epid* 148: 704-712; Kolvuluso M., Vartiainen T. (1997), *Drinking water mutagenicity and cancer*. Review in *Environmental Health*, 12 2:81-90

¹⁷ <http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/chlorinedioxide/recognition.html>

¹⁸ Klaassen C.D. editor (2010), *Casarett and Doull's Tossicologia. I fondamenti dell'azione delle sostanze tossiche*. VII edizione, Edizioni Medice Scientifiche Internazionali, Roma: pp. 1367

¹⁹ WHO IPCS, (1997), *Environmental Health Criteria Aluminium*, vol 192, Geneva World health Organization, pagg. 1-281

²⁰ Kawahore M., (2005), *Effects of Aluminium on the nervous System and its possible link with neurodegenerative diseases*, *J.Alzheimers disease* 8;:171 -182

aree cerebrali sono mal di testa, insonnia, perdita di memoria, crampi muscolari e instabilità emotiva. Esposizioni prolungate causano progresso dei sintomi fino a manifestazioni di tipo psichiatrico. La malattia di Parkinson è stata correlata ad esposizioni a manganese nell'industria metalmeccanica, soprattutto fra i saldatori, che in media si ammalano di Parkinson circa 15 anni prima della media. Per questo, il manganese è elencato nelle liste delle sostanze pericolose stilate dalle organizzazioni sanitarie internazionali.

Il *Nichel* si trova nelle emissioni dei processi di raffinazione nella combustione di prodotti petroliferi. Il solfato di Nichel è presente nel particolato e può essere assorbito per via respiratoria. Circa il 90% dell'esposizione umana deriva mediamente dalla dieta e dall'acqua, ma i rischi più rilevanti per la salute si assumono per inalazione e si manifestano con patologie dell'apparato respiratorio: reazioni allergiche, perdita dell'olfatto, asma.

La pelle è il principale bersaglio dell'esposizione cronica all'*Arsenico* organico che determina iperpigmentazione dell'epitelio cutaneo, cheratosi palmare e plantare e, con livelli protratti di esposizione, è possibile la comparsa di cancro cutaneo. Un altro effetto nocivo è il danno epatico: si manifesta con itteroepatomegalia che può evolvere in cirrosi e carcinoma. Esposizioni ripetute a basse dosi di arsenico inorganico provocano neuropatie periferiche. E' stata evidenziata correlazione tra ingestione di acqua potabile contenente arsenico inorganico e malattie cardiovascolari.

Le fonti più importanti di emissione del *Cadmio* sono la combustione del carbone e quella dei prodotti petroliferi. Il cadmio è contenuto nel particolato e nella deposizione al suolo diffonde facilmente nel terreno e si bioaccumula nei diversi livelli delle catene alimentari: le piante assorbono l'elemento per via radicale. Più dell'80% della dose assorbita dalla popolazione esposta deriva dall'alimentazione. Il cadmio è classificato come probabile cancerogeno per l'uomo secondo l'Epa. Ai livelli elevati di concentrazione in aria in alcuni ambienti industriali è stato rilevato tumore al polmone, mentre l'esposizione cronica a più bassi livelli di concentrazione può comportare enfisema polmonare, bronchite, malattie cardiache, fragilità del sistema scheletrico, anemia, depressione del sistema immunitario, malattie del rene e del fegato.

Il *Cromo* è tossico e costituisce la forma più presente nelle emissioni industriali (fonderie, concerie) e di inceneritori di rifiuti solidi urbani. Può causare danni al fegato e ai reni, emorragie interne, dermatiti e cancro al polmone. L'esposizione occupazionale per inalazione causa perforazione del setto nasale,

ulcerazione delle mucose nasali e della pelle e dermatiti allergiche.

Il rilascio nell'ambiente di *Piombo* avviene per le emissioni associate alla combustione di combustibili fossili, per le emissioni degli inceneritori di RSU. La più importante via di esposizione è l'alimentazione. Anche l'inalazione costituisce un'altra via di esposizione rilevante. Il piombo ha effetti sul sistema nervoso, sulla produzione di globuli rossi, sui reni, sul sistema riproduttivo e sul comportamento. I rischi sono maggiori nei bambini e nelle donne in gravidanza.

I composti inorganici del *Mercurio* non sono molto tossici ma rilasciati in ambiente sono convertiti attraverso le interazioni con i batteri, in forme organiche molto tossiche, la più importante delle quali è il metilmercurio. Questo composto metallorganico si accumula nei pesci e si concentra lungo le catene alimentari. Se ingerito viene rapidamente assorbito, attraversa la barriera emato-encefalica e raggiunge il cervello. Può anche attraversare la barriera placentare e causare gravi danni al cervello del feto. Gli effetti tossicisi evidenziano nelle esposizioni più basse con perdita di memoria, insonnia e instabilità emotiva; a livelli più elevati con disordini mentali, disturbi motori e danni ai reni. Il pericolo maggiore per i lavoratori con elevate esposizioni ai vapori di mercurio è costituito dal tumore al polmone.

I *Nitrati e Nitriti*²¹ sono composti largamente presenti in natura e dotati di elevatissima solubilità in acqua. Si originano a seguito di processi di degradazione di proteine ed acidi nucleici, ad opera prevalentemente di microrganismi, che portano alla formazione di composti semplici. I *nitrati* sono presenti naturalmente nel terreno, nelle acque e nei vegetali. La loro presenza nelle derrate e nelle acque è fortemente dipendente dalle tecniche agricole adottate e in particolar modo dal tipo di concimazione e dalle modalità con cui questa viene effettuata. L'azoto apportato al suolo in forma organica (urea, concimi e ammendanti organici) o ammoniacale in condizioni favorevoli (disponibilità di *acqua* e temperature elevate) si trasforma velocemente in nitrati. Pertanto l'azoto apportato con i *fertilizzanti* assicura un'elevata produttività ma viene facilmente dilavato nella forma nitrica dalle acque meteoriche e di irrigazione. Ciò avviene soprattutto se le quantità di fertilizzanti distribuite sono eccessive rispetto alle effettive esigenze delle colture e alle capacità di trattenimento da parte del suolo soprattutto in presenza di terreni particolarmente permeabili e abbondanti precipitazioni. L'eccesso di nitrati può costituire un rischio

²¹ Klaassen C.D. editor (2010), *Casarett and Doull's Tossicologia. I fondamenti dell'azione delle sostanze tossiche*. VII edizione, Edizioni Mediche Scientifiche Internazionali, Roma: pp. 1367



sia per l'ambiente che per la salute dell'uomo. Il rilascio di nitrati nell'ambiente, a seguito dei fenomeni di dilavamento dei terreni, determina fenomeni di *eutrofizzazione* dei corsi d'acqua, delle lagune e dei laghi con conseguente squilibrio dell'ecosistema acquatico e sviluppo di mucillagini nel mare. L'uomo assume nitrati principalmente attraverso l'acqua potabile e le verdure; di per sé i nitrati sono innocui, ma possono tuttavia, in determinate circostanze (lunghi tempi di conservazione, calore, pH acido), trasformarsi in *nitriti*, anch'essi utilizzati come additivi alimentari. I *nitriti* possono legarsi all'emoglobina del sangue e ostacolarne l'ossigenazione, costituendo rischio acuto soprattutto per la salute dei bambini. Ad elevate concentrazioni i nitrati sono quindi, considerati tossici. Non esiste evidenza che i *nitriti* o i nitrati siano di per sé cancerogeni.

Casi di studio

Caso 1. Nel 2010 nel territorio compreso tra i comuni di Biella e Gaglianico si è verificato un gravissimo inquinamento delle falde freatiche di Tricloroetilene e di Tetracloroetilene causato da una fuoriuscita incontrollata e prolungata nel tempo di una impresa di lavanderia a secco.

L'Arpa Piemonte ha monitorato 80 pozzi in un'area di 3Km² esplorando sia la prima falda, che è situata tra 5 e 30 m di profondità, che la seconda a 80-100m. I risultati trovati da ARPAP sono inquietanti: alcuni campioni hanno fornito valori anche di 10000 ng/m³ (la normativa per la sommatoria dei due composti stabilisce un limite di 10ng/m³).

Caso 2. Un accurato monitoraggio è stato compiuto dalla ASL1 di Milano sulle acque potabili della rete idrica alla quale affluiscono 73 comuni. L'intero sistema di approvvigionamento dipende dalle falde acquifere sotterranee. L'acqua distribuita dagli acquedotti proviene dal sottosuolo dal quale è emunta da 311 pozzi, il 60% dell'acqua è immessa nella rete senza trattamento e il restante 40% è trattata con una sola o con più tecnologie. La più impiegata è quella del carbone attivo in 31 pozzi²².

Dal caso di studio risulta che la tecnologia più impiegata per la depurazione delle acque è quella del carbone attivo che ha sostituito, in parte, quella della clorazione. Il carbone, di origine vegetale o minerale, diventa *attivo* mediante un processo di attivazione. Tale processo, realizzato in appositi forni con vapore ad alta temperatura, provoca la formazione di minuscoli passaggi all'interno dei granuli di carbone, chiamati micropori, la cui presenza ne

determina l'attività. Un carbone si distingue per dimensione media della sua porosità, per il numero delle stesse, per la dimensione media dei granuli che lo costituiscono (granulometria del carbone). Conseguenze dirette di tali caratteristiche sono la densità apparente e la superficie specifica (in genere elevatissima, nell'ordine dei 1000 m² per grammo di carbone).

Nella depurazione dell'acqua essi vengono utilizzati: per la rimozione del cloro (sfruttando l'effetto catalitico che favorisce la riduzione del cloro a ione cloruro) per l'eliminazione di odori e sapori sgradevoli (operando l'adsorbimento delle sostanze organiche che danno loro origine) per l'eliminazione di sostanze inquinanti (operando l'assorbimento) quali solventi clorurati, insetticidi, pesticidi, detersivi, per la filtrazione (sfruttandone il potere filtrante).

La durata del carbone attivo in rapporto al trattamento del cloro (riduzione a ione cloruro) è estremamente elevata. Il carbone attivo non è selettivo nei confronti della rimozione delle varie sostanze che lo attraversano; esso trattiene anche le sostanze organiche eventualmente presenti nell'acqua trattata. Ciò comporta che il letto di carbone potrebbe saturarsi a causa dell'assorbimento di ciò che non era l'obiettivo primario del trattamento e, ancora peggio, rilasciare all'uscita parte di ciò che era stato trattenuto, con concentrazione maggiore rispetto all'ingresso.

Caso 3. Valutazione della qualità dell'ambiente a tutela della salute (Public Health Evaluation -PHE). È stata effettuata in Campania da Navy and Marine Corps Public Health Center una SRE (Screening Risk Evaluation) condotta in 2 fasi: la prima sviluppata nel 2008 aveva lo scopo di valutare l'esistenza di fattori di impatto sulla salute nell'esposizione a sostanze chimiche presenti nei suoli, nell'aria indoor, nell'acqua di rubinetto e nell'aria outdoor, per il personale della marina militare Usa residente nelle province di Napoli e Caserta. Poiché l'area di studio era molto vasta è stata suddivisa in 9 settori, nei quali sono stati prelevati campioni di suolo, di gas nei suoli, di acqua di rubinetto e di acqua di irrigazione, in 130 residenze private e 10 siti dove erano collocati uffici governativi USA. Le metodologie di assessment impiegate sono state quelle dell'EPA (Environmental Protection Agency).

48 delle 130 abitazioni esaminate presentavano *rischi di cancro inaccettabili* assumendo che l'acqua di rubinetto era impiegata per usi domestici, per bere, per la cottura dei cibi, per fare il ghiaccio e per lavarsi; 41 abitazioni comunque presentavano rischio inaccettabile anche senza un impiego dell'acqua di rubinetto per usi domestici mentre ben l'81% delle abitazioni che impiegavano acqua da pozzi privati per usi domestici presentavano rischi per la salute inclusi rischi

²² Bertolini A, Maneri M., (2011), *L'acqua potabile nei comuni dell'ASL Milano*, Ed. Regione Lombardia, ASL Milano 1

di cancro. I fattori associati al rischio presenti nelle acque sia della rete municipale che dei pozzi privati erano costituiti dal tetracloroetilene (TCE), e dai nitrati, dal fluoruro e dal rame. Erano presenti anche altri tipi di rischio associati alla presenza di coliformi totali, inclusi i coliformi fecali e l'*E. coli*. Erano anche presenti Piombo, Uranio e Diossine anche se in concentrazioni al di sotto della soglia di rischio.

Le concentrazioni di elementi e composti tossici o di fattori microbiologici infettivi nei suoli e nei gas provenienti dai suoli non presentavano valori di rischio rilevanti nella maggioranza delle abitazioni esaminate, mentre nel 17% di queste risultavano nei gas che fuoriescono dal suolo, Cloroformio, TCE, Benzene e Etilbenzene. In definitiva 17 famiglie che vivevano in case con tali rischi furono trasferite in altre abitazioni.

Nei siti dove sono collocate strutture pubbliche del governo USA per quanto attiene all'acqua di rubinetto tranne alcune eccezioni, i rischi risultavano di livello scarso. Le acque dei pozzi per irrigare risultavano notevolmente inquinate. Per quanto riguarda i gas che fuoriuscivano dai suoli a Gricignano, nei parchi Eva e Le ginestre, nel comando Nato a Capodichino e nella sede del consolato USA in piazza Garibaldi, sono state misurate concentrazioni di elementi e composti tossici con rischio rilevante.

Il risk management attivato da Commander Navy Region Europe, Africa, Southwest Asia (CNREURAFSWA) ha informato dei risultati del PHE il personale civile e militare americano residente nelle aree a rischio, il Governo Italiano e i mezzi di comunicazione che per l'acqua da bere il monitoraggio indica un alto livello di contaminazione in alcune delle aree esaminate all'interno di residenze private che impiegano acque di pozzo e, in misura inferiore, che usano acqua della rete municipale.

Era stato consigliato fin dal 2008 di usare acqua in bottiglia per bere, per cucinare, per preparare il ghiaccio e per lavare i denti.

I dati del rapporto della fase 1 del PHE sono stati comunicati alle autorità italiane ufficiali competenti: il direttore generale della Protezione civile e gli assessori regionali della sanità e dell'ambiente e il consolato degli USA a Napoli²³.

Obiettivo di qualità per specifica destinazione

Programmi particolari devono essere predisposti dalle Regioni ad integrazione dei Piani di tutela, per garantire la qualità delle acque a specifica destina-

zione: sono tali le acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, le acque destinate alla balneazione, le acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci, le acque destinate alla vita dei molluschi.

In particolare, le acque dolci possono essere utilizzate o destinate alla produzione di acqua potabile se presentano le caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche²⁴ dovute.

La qualità delle acque di balneazione

I contaminanti microbici possono raggiungere le acque di balneazione a causa di una scarsa o assente depurazione delle acque reflue. I microorganismi patogeni, una volta arrivati nell'ambiente esterno, vengono diluiti e dispersi ed inoltre perdono gradualmente la loro vitalità, a causa di esposizione a raggi UV, predazione, shock osmotico.

Il monitoraggio delle acque superficiali interne e marine costiere in cui viene praticata la balneazione è regolamentato da una recente normativa (2006/7/CE, D.Lgs 116/08 e DM 30/3/10), che propone una gestione integrata delle acque ed apporta sostanziali modifiche al controllo delle acque di balneazione.

La determinazione della qualità delle acque di balneazione fa riferimento ad una serie di controlli che, dal punto di vista microbiologico, sono basati sulla presenza di indicatori di contaminazione fecale che, più che avere una loro specifica valenza, consentono di acquisire dati atti a valutare l'evoluzione dei fenomeni che inducono l'inquinamento delle acque in esame.

Le analisi microbiologiche sui campioni di acqua prelevati in ogni campionamento, ai sensi del d.lgs. 116/08, sono indirizzati all'identificazione di:

- *Escherichia coli*
- *Enterococchi intestinali*

In ogni caso deve essere valutato sempre il potenziale di proliferazione di cianobatteri, macroalghe e fitoplancton, per escludere rischi per la salute pubblica. Inoltre, vengono effettuate misure e rilievi delle condizioni meteo marine (corrente, temperatura, vento, onde).

Nella Tabella 18.1 sono riportati gli indicatori utilizzati ed i limiti previsti dalla più recente normativa nazionale.

²³ Naples public health evaluation, Phase I report – Executive Summary

²⁴ Tabella 1/A, All. 2, Parte Terza del d.lgs. 152 del 2006



Tabella 18.1 - Limiti previsti dalla normativa nazionale

Indicatore	Valore limite
<i>Escherichia coli</i>	500 UFC/100 ml
<i>Enterococchi intestinali</i>	200 UFC/100 ml

Affinché un microrganismo possa essere considerato un buon indicatore, deve infatti essere sempre presente nei liquami ad una concentrazione più elevata rispetto ai patogeni, presentare una correlazione statisticamente significativa con gli agenti patogeni, la ricerca diretta dei quali non è praticabile di routine per la mancanza di metodi sufficientemente specifici, sensibili, economici e di pronta e facile esecuzione.

I microrganismi indicatori devono inoltre esibire uno spettro di sensibilità ai disinfettanti analogo ai patogeni e la stessa capacità di risposta alle condizioni ambientali; dovrebbero essere facilmente rilevabili con metodi sensibili, specifici ed economici e, possibilmente, non essere dotati di vita autonoma nell'ambiente esterno, in modo da poter indicare selettivamente il tipo di evento da cui derivano.

È bene sottolineare che tali batteri, la cui presenza è indice della potenziale presenza di microrganismi patogeni, non sono di per sé pericolosi per l'uomo, ma sono utilizzati in quanto più facili da isolare ed identificare e perché, vivendo nel tratto gastro-intestinale dell'uomo e degli animali a sangue caldo, entrano a far parte del ciclo di trasmissione oro-fecale ed in ultima analisi, indicano che le acque sono interessate da contaminazione di tipo fognario.

L'approccio seguito dalla nuova normativa è coerente con le direttive ambientali e, in particolare, con la Direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE) introducendo i concetti di gestione e valutazione del rischio: non si parla più di idoneità o non idoneità alla balneazione, cioè del rispetto dei limiti alla fine della stagione, ma si passa alla valutazione in 4 classi di qualità, considerando anche le caratteristiche territoriali ed antropiche: *eccellente*, *buona*, *sufficiente*, *scarsa*.

Tutte le acque che rientrano nella classe *sufficiente*, *buona* o *eccellente* sono balneabili e non vi sono vere differenze per il loro utilizzo da parte dei cittadini, ma forte è l'impatto che tali *giudizi* possono avere sul pubblico e sui settori economici legati al turismo balneare, soprattutto se consideriamo gli obblighi di trasparenza, di tempestività e diffusione delle informazioni. La norma prevede che entro la fine della stagione balneare 2015, le Regioni dovranno assicurare che tutte le acque di balneazione siano almeno *sufficienti* ed adottare misure appropriate per aumen-

tare il numero delle acque di balneazione classificate di qualità *eccellente* o *buona*.

Una volta definite le aree di balneazione, individuando limiti ed estensioni, il punto nel quale effettuare prelievi e misure, secondo quanto previsto dal piano di monitoraggio, viene fissato nel luogo in cui si prevede il maggior afflusso di bagnanti e/o maggior rischio per l'utenza. Il calendario di campionamento viene stabilito prima dell'inizio della stagione balneare ed i prelievi devono essere fatti con intervalli minori di un mese nell'arco di tutta la stagione balneare, con un prelievo effettuato prima dell'inizio.

Continuando a parlare di inquinamento dell'ambiente marino, è importante evidenziare fenomeni che si sono manifestati in questi ultimi decenni e che per questo motivo sono detti *emergenti*: si parla quindi di eutrofizzazione e tossine algali, plastica, *endocrine disruptor*, specie aliene.

L'eutrofizzazione

L'eutrofizzazione è fondamentalmente un processo degenerativo delle acque, indotto da eccessivi apporti di sostanze o fertilizzanti o contenute nelle deiezioni, trasportate a mare dai fiumi e dagli insediamenti costieri. Le principali fonti derivano dal settore agro-zootecnico ove le attività sono condotte secondo metodi intensivi e da quello civile (insediamenti urbani), che contribuiscono all'introduzione in mare di azoto e fosforo. L'introduzione di tali sostanze *nutrienti* porta ad una eccessiva produzione di biomassa vegetale nelle acque e nei sedimenti marini. Tale crescita, in particolare quella di alghe microscopiche, provoca una maggiore torbidità dell'acqua che, in alcuni casi, può assumere colorazioni particolari. Inoltre, la concomitante produzione di prodotti extra-cellulari, sia nella colonna d'acqua che sul fondo, oltre a dare una negativa percezione dal punto di vista estetico, può creare difficoltà nelle attività di pesca. A conclusione del ciclo vitale della componente vegetale, sia algale che micro-algale, segue il trasferimento di sostanza organica in decomposizione, negli strati più profondi della colonna d'acqua, con conseguente utilizzo dell'ossigeno disciolto presente. Molto spesso, però, soprattutto nelle aree con acque poco profonde, la quantità di sostanza organica depositata è tale da generare ipossia o nei casi più estremi, anossia delle acque stesse. Ciò comporta tutta una serie di effetti e cambiamenti sulla struttura delle comunità presenti negli ambienti costieri e, più in generale, una diminuzione della qualità delle acque che, nei casi più estremi, può portare alla moria di pesci, molluschi e crostacei.

Solo la riduzione dei carichi di nutrienti può mitigare gli effetti negativi dell'eutrofizzazione, ma si deve tenere presente che il processo verso una condizione di minore trofia procederà comunque molto lentamente, a causa dell'accumulo di sostanza organica e nutrienti nei sedimenti dei tratti fortemente impattati; tali nutrienti, infatti, possono continuare ad essere da essi rilasciati nella colonna d'acqua, anche dopo molto tempo.

Strettamente correlata agli stessi fattori che causano l'eutrofizzazione è l'insorgenza di *bloom fitoplanctonici*, come per esempio le maree rosse. È noto da sempre, che le aree prossime alle foci di importanti fiumi vanno incontro a manifestazioni micro-algali, con la periodica comparsa di acque colorate: ciò è dovuto all'innalzarsi del livello trofico, a particolari condizioni meteorologiche e all'alterazione del bilancio tra i vari nutrienti, con la conseguente prevalenza di differenti popolazioni fitoplanctoniche.

La proliferazione delle micro-alghe marine può indurre alterazioni ambientali, con danni, anche gravi, all'ecosistema. Non c'è ancora una chiara spiegazione del comportamento ecologico delle varie specie fitoplanctoniche e della conseguente insorgenza di bloom; generalmente si tende ad associare la loro ampia diffusione sia all'acquacoltura che ai trasporti marittimi. Attualmente, non è possibile prevedere gli sviluppi di questo fenomeno, anche se si deve considerare impossibile l'eradicazione di tali organismi, in quanto la loro introduzione è, di fatto, un processo irreversibile.

Da un punto di vista sanitario, tale fenomeno può risultare particolarmente severo, in quanto tra le specie floristiche che possono avere un vantaggio ecologico da tale situazione, ve ne sono alcune in grado di sintetizzare tossine pericolose per la salute umana.

Il meccanismo con il quale queste tossine entrano nella catena alimentare umana è molto semplice e si basa sulla capacità di alcuni organismi filtratori (principalmente i molluschi) di concentrare nei propri tessuti tali sostanze. I molluschi eduli lamellibranchi (mitili, vongole, ostriche), in virtù della loro particolare modalità di alimentazione, basata sulla filtrazione giornaliera di notevoli quantità di acqua, possono accumulare all'interno del proprio tessuto digestivo, significative quantità di cellule micro-algali tossiche e di tossine. Da ciò la possibilità dell'uomo di intossicarsi, ingerendo molluschi cresciuti in acque contaminate, in quanto, per alcune tossine, nessun trattamento con temperature alte e/o basse ha la capacità di renderle inattive; solo un attento controllo può prevenire tale possibilità.

La modalità di trasmissione, come detto, è rappresentata principalmente dai molluschi bivalvi. Se-

condo la normativa vigente, l'autorità competente è tenuta a stabilire l'ubicazione e i limiti delle zone di produzione e di stabulazione di molluschi bivalvi: zone di produzione di tipo A, in cui è consentita la raccolta e l'utilizzo per il consumo umano diretto dei molluschi bivalvi, e zone di produzione di tipo B, nelle quali è consentita la raccolta e l'utilizzo per il consumo umano dei molluschi bivalvi, soltanto dopo che gli stessi abbiano subito un trattamento in un centro di depurazione, o dopo un periodo di stabulazione in acque idonee. I molluschi bivalvi possono provenire da allevamenti oppure da banchi naturali; i banchi naturali gestiti da imprese/consorzi sono in parte in zone di produzione di tipo A, in zone di tipo B e solo in pochissimi casi, in zone di tipo C, in cui i molluschi bivalvi vivi possono essere raccolti ed essere immessi sul mercato, ai fini del consumo umano, solo previa stabulazione di lunga durata. In questo modo, si previene la possibile introduzione alimentare di tali tossine con il consumo di molluschi bivalvi.

Per quanto riguarda l'uso ricreativo delle acque marine, sono stati riportati disturbi respiratori dovuti ad inalazione di aerosol contenente frammenti di cellule di alghe marine e/o tossine. Recentemente, sono stati riportati episodi in alcuni tratti del litorale italiano, attribuiti a fioriture di *Ostreopsis ovata*, un'alga tropicale, bentonica. Quest'alga produce potenti tossine, la *Palitossina* e suoi analoghi. L'esposizione ad aerosol contenente questa alga o suoi frammenti è stata associata a diversi episodi di disturbi respiratori in persone che stazionavano in spiaggia o lungo il litorale, in occasione di mareggiate o forti venti da mare. L'ingestione di pesci contaminati da palitossina è stata riportata come causa di alcuni decessi in aree tropicali. Al contrario, nell'area del Mediterraneo non sono stati osservati effetti avversi sui consumatori di prodotti ittici. Questa diversità può essere dovuta ad un diverso profilo delle tossine prodotte nelle due aree geografiche.

Sono stati segnalati inoltre casi di dermatiti, anche severe, in bagnanti che avevano nuotato in acque interessate da fioriture di cianobatteri marini. Non sono invece disponibili evidenze di patologie sistemiche associate all'ingestione involontaria di acque interessate dalla presenza di alghe tossiche marine. L'intensificazione del fenomeno e il risvolto sanitario hanno indotto anche l'Organizzazione Mondiale della Sanità (Oms) ad occuparsi della problematica. Secondo l'Oms, i dati disponibili suggeriscono che il rischio per la salute umana, associato alla presenza di alghe tossiche marine durante attività ricreative, è limitato a poche specie ed aree geografiche. Ha ritenuto pertanto inappropriato raccomandare valori guida di carattere generale, suggerendo piut-



tosto di condurre adeguati piani di monitoraggio, programmi di sorveglianza nelle aree potenzialmente interessate, attività di valutazione e gestione del rischio, compresa la comunicazione ai cittadini.

Endocrine disruptor

I distruttori endocrini (ED) rappresentano un gruppo di contaminanti dell'ambiente e degli alimenti in grado di interferire con l'omeostasi endocrina, soprattutto degli ormoni sessuali steroidei e degli ormoni tiroidei. La definizione più comunemente accettata riporta: *un distruttore endocrino è una sostanza esogena, o una miscela, che altera la funzionalità del sistema endocrino, causando effetti avversi sulla salute di un organismo, oppure della sua progenie o di una (sotto)popolazione.*

I principali ED sono costituiti da contaminanti organici persistenti (POPs) dai policlorobifenili (PCBs), da diversi pesticidi e biocidi (organostannici-TBT), da sostanze di uso industriale (ad esempio, gli ftalati e i ritardanti di fiamma polibromurati) e recentemente suscitano attenzione gli effetti endocrini di alcuni metalli, come i composti dell'arsenico (As).

Negli ultimi anni è notevolmente cresciuta la preoccupazione riguardo all'impatto di tali sostanze sull'ambiente marino. Alcuni di essi, infatti, vengono comunemente usati come prodotti anti-fouling per mantenere puliti gli scafi delle imbarcazioni. L'immissione di questi composti nell'ambiente acquatico può essere sia continua, come nel caso del rilascio dalle chiglie delle navi, sia intermittente, come nel caso delle attività di carenaggio nei cantieri navali (rimozione delle vernici, pulizia delle carene, verniciatura).

La persistenza ambientale ed il destino del TBT (TBT-tributilstagno) sono strettamente correlati alle caratteristiche specifiche dell'ecosistema acquatico quali temperatura, pH, salinità, materiale in sospensione, popolazioni microbiche. Studi sulle cinetiche ed i meccanismi di accumulo mostrano che i bivalvi accumulano rapidamente composti organostannici anche se esposti a basse concentrazioni; essi sono in grado di accumulare TBT nei propri tessuti direttamente dall'acqua di mare o ingerendo cibo contaminato.

I primi segnali che tali sostanze, agendo da endocrine disruptor, potessero avere effetti negativi su organismi *non target* presenti nel mare sono arrivati dall'osservazione di alterazioni riproduttive in popolazioni selvatiche. È ormai evidente che lo sviluppo di *imposex*, l'imposizione di caratteristiche sessuali maschili su lumache marine (Gasteropodi, Prosobranchia) femminili, è indotto dalla presenza di componenti organostannici nell'ambiente marino. Tra questi composti il TBT è considerato come

il più tossico e il suo elevato livello di bioaccumulo contribuisce in maniera determinante al fenomeno di *imposex*. È stato dimostrato che, globalmente, la vastità di questi effetti, che possono portare alla sterilità di lumache singole e in casi estremi alla riduzione della popolazione, coinvolge almeno 120 specie di gasteropodi e produce una varietà di effetti anche su altre specie marine.

L'introduzione diretta nell'ambiente marino ed il successivo accumulo in organismi di valore commerciale, quali molluschi (ostriche e mitili) e gasteropodi, ha causato in passato oltre a problemi ambientali anche notevoli danni economici (Baia di Arcachon in Francia, Crouch Estuary in U.K., Estuario di Sado in Portogallo). In queste aree la produzione di ostriche è stata gravemente colpita dalla riduzione della riproduzione e dall'apparizione di anomalie nella calcificazione delle ostriche stesse, con gravi perdite economiche.

L'inquinamento da endocrine disruptor, pertanto, va affrontato utilizzando un approccio olistico e interdisciplinare che integri la componente ambientale con la valutazione dei rischi per la salute umana.

Allo stato attuale delle conoscenze sono state già da anni implementate le restrizioni nell'uso di organostannici nelle vernici antifouling, ritenuti come la fonte principale di contaminazione di ED nell'ambiente marino. Negli ultimi anni, soprattutto attraverso i lavori del MEPC (Marine Environment Protection Committee) dell'IMO (International Maritime Organization) sono stati implementati strumenti normativi internazionali che hanno portato al totale bando di tali sostanze.

Introduzione di specie aliene

Esigenza fondamentale per la salvaguardia dell'ambiente marino è quello di contrastare qualsiasi minaccia alla diversità biologica, elemento fondamentale per la conservazione dell'ecosistema stesso. Una tra le più gravi minacce alla tutela della biodiversità degli ambienti marino-costieri è rappresentata dall'introduzione di *organismi marini alloctoni* (conosciute anche come specie aliene, esotiche, non indigene). Queste specie competono con le specie autoctone sia per lo spazio che per il cibo creando uno squilibrio ecologico difficilmente valutabile *a priori*.

L'impatto da esse generato può includere la riorganizzazione della catena alimentare precedente, l'introduzione di nuove malattie, la competizione con organismi indigeni per cibo e spazio. L'introduzione di nuove specie può avere anche un impatto diretto sulla salute umana e sulla società. Gli

organismi introdotti possono rimpiazzare specie native di valore economico, sia attraverso la competizione sia per predazione. Agenti patogeni non conosciuti precedentemente possono eliminare specie native o, come già detto, ci sono ormai evidenze di organismi introdotti artificialmente che producono tossine che possono essere accumulate in organismi di valore commerciale, utilizzati nell'alimentazione umana e quindi minacciare la salute dell'uomo.

Numerose sono le attività umane che contribuiscono a trasferire organismi da distanze geografiche considerevoli, abbattendo le normali barriere esistenti in natura. Uno dei sistemi, probabilmente il più importante a livello acquatico marino, con il quale le specie esotiche sono introdotte negli ambienti marino-costieri, è attraverso l'acqua di zavorra delle navi che è costituita da acqua di mare, contenuta nelle cisterne di zavorra o di carico delle navi che essendo caricata in aree costiere portuali contiene un'enorme quantità di organismi marini che vengono scaricati, insieme alle acque, nel porto di arrivo.

L'esistenza e la gravità del problema è stata ufficialmente riconosciuta in varie conferenze internazionali ed in particolare in sede IMO dove nell'ambito dei lavori, ormai decennali del MEPC (Marine Environment Protection Committee) si è giunti recentemente alla definizione di una convenzione internazionale per contrastare tale fenomeno. Nonostante ciò, bisogna tener presente che l'introduzione di specie aliene è un fenomeno irreversibile, in quanto una volta introdotta una specie non può più essere eradicata.

Plastica/rifiuti marini

La presenza di rifiuti marini rappresenta un problema di tipo ambientale, economico, sanitario ed estetico. Costituisce una sfida complessa e multi-dimensionale, con implicazioni significative per l'ambiente marino-costiero e per le attività umane in tutto il mondo. Le cause sono sia di tipo culturale che multi-settoriale, da imputare principalmente a pratiche inadeguate di gestione dei rifiuti solidi, alla mancanza di infrastrutture, ad una inadeguata comprensione da parte del pubblico delle potenziali conseguenze delle loro azioni, alla mancanza di adeguati sistemi normativi e di idonee risorse finanziarie.

Abbondanti quantità di rifiuti marini si trovano in tutti gli oceani del mondo, non solo in regioni densamente popolate, ma anche in aree remote: tali quantità possono provenire sia da terra (disca-

riche situate sulla costa o sulle rive dei fiumi, fiumi, acque di dilavamento, scarichi civili ed industriali), che direttamente dal mare (attività legate alla navigazione e alla pesca). Un'adeguata conoscenza quantitativa e qualitativa delle fonti di rifiuti marini è estremamente importante, perché rappresenta la base principale per le decisioni gestionali, al fine di avviare azioni volte a prevenire, ridurre e controllare i problemi causati dai rifiuti marini. La loro persistenza, infatti, è il risultato di una mancanza di strategie coordinate a livello mondiale e regionale e delle carenze nell'attuazione e nell'applicazione dei programmi esistenti, dei regolamenti e delle norme a tutti i livelli - internazionale, regionale e nazionale.

Diverse fonti concordano sul fatto che la plastica rappresenta la frazione merceologica preponderante dei rifiuti rinvenuti in mare (dal 60 all'80% del totale, con punte del 90-95% in alcune regioni, secondo l'UNEP - l'Agenzia per l'Ambiente dell'ONU), una presenza particolarmente dannosa per diverse specie animali come cetacei, tartarughe, pesci, uccelli marini, etc. Tali organismi, infatti, sono spesso vittime di soffocamento a causa della sua ingestione. In più, le migliaia di tonnellate di plastica nel mare costituiscono, anche degradate, una fonte considerevole di sostanze inquinanti, che possono avere effetti diretti sugli organismi e sull'impatto estetico dei rifiuti più voluminosi e delle loro ripercussioni sulle attività economiche quali il turismo e la pesca.

Per quanto riguarda la distribuzione del detrito, grosse quantità sono state rinvenute in prossimità delle linee marittime, attorno ad aree di pesca ed in zone di convergenza di correnti oceaniche.

Un ostacolo importante alla definizione di strategie per contrastare il fenomeno dei rifiuti in mare è rappresentato dalla carenza di misurazioni sistematiche a livello regionale delle reali quantità di rifiuti presenti in mare. L'utilizzo di diverse metodologie per raccogliere e misurare rifiuti marini non ha permesso valide comparazioni tra i differenti mari regionali, né l'analisi sistematica dello stato e delle tendenze. Tuttavia, una fonte importante e continua di informazioni sui rifiuti marini lungo le coste e le spiagge del mondo deriva dai risultati del Progetto Ocean Conservancy's International Coastal Cleanup (ICC), che dal 1989 ha realizzato una serie di eventi in molti Paesi di tutto il Mondo. I risultati di questo progetto forniscono una base per l'analisi comparativa del problema rifiuti marini tra i mari regionali partecipanti (Tabella 18.2).



Tabella 18.2 - 'Top 12' dei rifiuti marini rinvenuti nelle campagne svolte nel Mar Mediterraneo nell'ambito dell'International Coastal Clean-up (2002-2006)

	N°	Percentuale
Sigarette/ filtri di sigarette	222563	27
Bocchini per Sigari	86146	10
Bottiglie di plastica (2 L o inferiore)	81238	9.8
Sacchetti di plastica	70912	8.5
Lattine per bevande in alluminio	63282	7.6
Tappi / coperchi	60920	7.3
Bottiglie per bibite (di vetro)	48085	5.8
Tazze / piatti / forchette / coltelli / cucchiai	32037	3.8
Involucri e pacchetti sigarette	23648	2.8
Involucri e contenitori alimentari	21029	2.5
Cannucce / palette	17184	2.1
Linguette di lattine	15488	1.9

Fonte: Marine Litter, A global challenge. UNEP 2009

Tale progetto fa parte dell'iniziativa globale sui rifiuti marini dell'Agenzia per l'Ambiente delle Nazioni Unite, il cui obiettivo è quello di fornire un quadro efficace per la conduzione delle attività regionali che trattano rifiuti marini in tutto il mondo.

Si può quindi affermare che c'è un bisogno sempre più urgente di affrontare la questione dei rifiuti marini, attraverso una migliore applicazione delle leggi e dei regolamenti, anche mediante campagne educative di sensibilizzazione e l'impiego di forti strumenti economici e incentivi. Sebbene un certo numero di paesi abbiano già adottato misure a livello nazionale, la situazione complessiva non sta ancora migliorando. Lo studio rivela, infatti, una diffusa mancanza di conoscenza scientifica sistematica sulle quantità, sulle fonti, sui destini, sulle tendenze e sugli impatti (sociali, economici e ambientali) dei rifiuti marini, che ostacola lo sviluppo e l'attuazione di azioni di mitigazione efficaci. Questa carenza, in combinazione con la mancanza di una legislazione specifica, e di finanziamenti adeguati, sono le ragioni principali per cui il problema dei rifiuti marini è ben lungi dall'essere risolto. A meno che un'azione efficace non sia velocemente attuata, il problema mondiale rifiuti marini continuerà a peggiorare negli anni a venire.

A livello Europeo, è rappresentata dalla direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro all'interno del quale gli Stati membri adottano le misure necessarie per conseguire o mantenere un buono stato ecologico dell'ambiente marino entro il 2020. A tal fine

sono elaborate ed attuate strategie per l'ambiente marino intese a:

- proteggere e preservare l'ambiente marino, prevenirne il degrado o, laddove possibile, ripristinare gli ecosistemi marini nelle zone in cui abbiano subito danni;
- prevenire e ridurre gli apporti nell'ambiente marino, nell'ottica di eliminare progressivamente l'inquinamento per garantire che non vi siano impatti o rischi significativi per la biodiversità marina, gli ecosistemi marini, la salute umana o gli usi legittimi del mare. La presente direttiva contribuisce alla coerenza tra le diverse politiche, gli accordi e le misure legislative che hanno un impatto sull'ambiente marino e mira a garantirne l'integrazione.

In conclusione, le strategie per l'ambiente marino devono seguire un approccio ecosistemico alla gestione delle attività umane, assicurando che la pressione collettiva di tali attività sia mantenuta entro livelli compatibili con il conseguimento di un buono stato ecologico e che la capacità degli ecosistemi marini di reagire ai cambiamenti indotti dall'uomo non sia compromessa.

Il trattamento delle aree sensibili

Esistono particolari aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento. Si tratta delle aree sensibili indicate all'art. 91 del d.lgs. 152/2006: i laghi elencati all'All. 6 della Parte Terza del decreto, ovvero le aree lagunari di Orbetello, Ravenna e Pialassa-Balona, le Valli di Comacchio, i laghi salmastri e il delta del Po; le zone umide individuate ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971; le aree costiere dell'Adriatico Nord Occidentale dalla foce dell'Adige al confine meridionale del comune di Pesaro e i corsi d'acqua ad esso afferenti per un tratto di 10 Km dalla linea di costa; il Lago di Garda e il Lago d'Idro; i fiumi Sarca-Mincio, Oglio, Adda, Lambro-Olona meridionale e Ticino; fiume Arno a valle di Firenze e relativi affluenti; il golfo di Castellammare di Sicilia; le acque costiere dell'Adriatico settentrionale. Resta fermo anche quanto disposto dalla legislazione vigente relativamente alla tutela di Venezia.

Sono zone vulnerabili da nitrati di origine agricola le zone di territorio che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in seguito a tali scarichi.

Rientrano tra le aree vulnerabili le acque dolci superficiali destinate alla produzione di acque potabili e le acque dolci sotterranee che presentano

una concentrazione di nitrati superiore a 50 mg/L, i laghi naturali di acque dolci o altre acque dolci, gli estuari, le acque costiere e marine interessate da eutrofizzazione, in caso di mancato intervento.

La disciplina in materia è fissata dalla Direttiva nitrati 91/676/CEE del Consiglio con l'obiettivo di tutelare le acque dall'inquinamento causato o indotto da composti azotati attraverso l'individuazione dei terreni agricoli inquinati, l'elaborazione di codici di buona pratica agricola e di programmi di azione nelle zone vulnerabili e il monitoraggio nazionale della qualità delle acque in relazione alla concentrazione di nitrati e allo stato trofico.

Il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali ha elaborato il Piano Strategico Nazionale Nitrati, in collaborazione con il Ministero dell'ambiente, delle Regioni e delle organizzazioni professionali agricole, approvato dalla Conferenza Stato-Regioni nel 2010. Obiettivo del Piano consiste nel fornire alle imprese agricole il sostegno necessario per adeguarsi alla direttiva nitrati e restare competitive sul mercato, individuando le soluzioni migliori, specialmente sul piano della gestione e dello smaltimento degli effluenti. Particolarmente interessante appare l'adozione di un approccio integrato nella riduzione delle emissioni inquinanti provocate dal rilascio di nitrati nell'acqua, nel suolo e nell'aria, alla cui produzione non contribuisce esclusivamente l'attività agricola, in quanto i nitrati possono essere originati anche dai gas serra, dagli acidificanti e dagli eutrofizzanti.

Ciò è tanto più vero se si considera che nell'ultimo rapporto dell'Ispra del 2014 relativo all'inventario annuale sulle emissioni in atmosfera dei gas serra si registra una riduzione notevole, dal 1990 al 2012, delle emissioni di protossido di azoto provenienti dal settore agricolo e, in particolare di quelle provenienti dalle deiezioni zootecniche²⁵.

Interessante appare anche l'apporto, piuttosto esiguo, delle emissioni in agricoltura rispetto a quelle che sono causate da altri settori extra-agricoli.

L'approccio integrato e orientato all'adozione di un modello di sviluppo sostenibile è in linea con le disposizioni europee e nazionali dirette a tutelare il benessere animale a garanzia della sicurezza alimentare. A tal proposito, l'acqua è un elemento essenziale anche per garantire il benessere degli animali allevati e favorire il raggiungimento delle migliori performance produttive e riproduttive aziendali. Proprio per questo una specifica norma riguardante la protezione degli animali negli allevamenti o Ani-

²⁵ http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/Rapporto_198_2014.pdf. Nel rapporto si legge che nel 2012 le emissioni di protossido di azoto hanno rappresentato solo il 6% del totale delle emissioni in atmosfera dei gas serra, registrando, così, una diminuzione del 25.9% tra il 1990 e il 2012

mal welfare, il cosiddetto *benessere animale*, stabilisce che tutti gli animali devono avere accesso ad un'appropriate quantità di acqua, di qualità adeguata, o devono poter soddisfare le loro esigenze di assorbimento di liquidi in altro modo e che le attrezzature per la somministrazione di mangimi e di acqua devono essere concepite, costruite e installate in modo da ridurre al minimo le possibilità di contaminazione degli alimenti o dell'acqua e le conseguenze negative derivanti da rivalità tra gli animali²⁶.

Quanto al problema relativo all'uso dell'acqua in agricoltura, comprendendo in questa voce anche la zootecnia, è sicuramente vero che tale risorsa idrica assume un rilievo fondamentale nell'esercizio delle attività agricole, perché utilizza una media del 70% di tutte le riserve di acqua superficiale, anche a causa dei problemi connessi alle infrastrutture e agli sprechi che ne derivano. Inoltre, l'acqua utilizzata per fini agricoli ha il vantaggio di essere a sua volta impiegata per dare vita a piante e animali e per essere restituita, quando in eccesso, in falda.

L'acqua assume un ruolo fondamentale non solo nel comparto zootecnico, ma nell'intera filiera della produzione animale, compresa la produzione di foraggi e cereali: per valutare e quantificare l'impatto ambientale che ne deriva nonché per comprendere quali rappresentano gli usi sostenibili di tale fondamentale risorsa nel settore agricolo.

Il ruolo essenziale che l'acqua riveste nell'allevamento ha un aspetto molto diverso a seconda della classe animale e della specie zootecnica considerata. A seconda di queste caratteristiche diventano estremamente variabili i fabbisogni e i consumi idrici, che sono anche influenzati da vari fattori: tipo di alimentazione, condizioni climatiche, caratteristiche individuali degli animali; queste premesse sono indispensabili per definire le modalità di approvvigionamento, somministrazione e gestione dell'acqua di allevamento.

Dato che l'acqua è un vero e proprio alimento insostituibile per la sopravvivenza degli animali, è necessario ricordare l'importanza della qualità dell'acqua utilizzata in allevamento e che il suo ruolo nutrizionale è direttamente collegato alle caratteristiche qualitative e alla presenza di residui e di sostanze inquinanti.

L'agricoltura può essere considerata sia causa che vittima dell'inquinamento delle acque. E' causa per lo scarico di inquinanti e sedimenti nelle acque superficiali o profonde, ed è vittima per l'uso di acque di scarico o reflue e di acque inquinate superficiali e profonde che possono contaminare i raccolti. Particolare attenzione va quindi rivolta alle fonti di

²⁶ All. al d.lgs. 26 marzo 2001, n. 146, Attuazione della direttiva 98/58/CE relativa alla protezione degli animali negli allevamenti



approvvigionamento idrico, specie dove si deve far ricorso a pozzi che attingono a falde freatiche poco profonde collocati in aree sottoposte a impatti ambientali di origine agricola (risaie: diserbanti, diossine) o industriali (PCB, metalli pesanti, radionuclidi artificiali) e che per questi motivi non possono essere impiegati per la produzione di acqua per il consumo umano.

Il settore zootecnico contribuisce al consumo di acqua e al suo inquinamento in modo sia diretto che indiretto: l'8% del consumo idrico mondiale riguarda il settore zootecnico, che utilizza acqua principalmente per irrigare i campi coltivati destinati alla produzione di mangimi.

La zootecnia, collegata a deforestazioni e sviluppo di monoculture per alimentazione del bestiame impedisce all'acqua di assolvere al suo importantissimo ruolo: penetrare nel terreno e ricongiungersi alle acque sotterranee (da cui l'uomo stesso attinge), poiché tale attività compatta il suolo, riduce la capacità di infiltrazione, prosciuga le zone umide.

L'avvento dei fertilizzanti chimici ha permesso di svincolare l'agricoltura dall'allevamento; si sono così sempre più sviluppate tecniche di allevamento industriale con la conseguente produzione di una enorme quantità di reflui, che non può più essere smaltita in agricoltura. Per questo motivo le deiezioni in eccesso devono essere smaltite come rifiuti, che costituiscono una delle maggiori fonti di inquinamento delle acque e provocano: fenomeni di eutrofizzazione nelle acque superficiali, inquinamento delle falde idriche da azoto e fosforo e dalla contaminazione microbica del terreno.

Nel sistema zootecnico attuale, oltre ad un consumo sempre crescente di risorse alimentari (cereali, legumi, foraggi) si impiegano rilevanti quantità di acqua per abbeverare quotidianamente gli animali: oltre 20 litri per un maiale e circa 10 per una pecora, mentre un manzo può consumare fino a oltre 80 litri di acqua al giorno e fino a 100 litri al giorno per una bovina da latte ad alta produzione, quando è *fresca di latte*; durante la stagione estiva, queste bovine possono addirittura consumare fino a 200 litri di acqua in un solo giorno.

Altra acqua viene poi usata per la pulizia delle strutture di allevamento e degli animali, per i sistemi di raffreddamento e per lo smaltimento dei rifiuti.

Le acque di lavaggio consistono nelle quote utilizzate per asportare le deiezioni dalle pavimentazioni di stalle e ricoveri animali, per la pulizia e il lavaggio dei locali di stabulazione e delle strutture aziendali.

Per l'attivazione di allevamenti sono necessari vari adempimenti (comunicazioni alle Autorità competenti, autorizzazioni, ecc), tenendo conto di

eventuali vincoli derivanti da: Piani Territoriali Paesaggistici; Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC); Regolamento Edilizio Comunale; Regolamento Comunale d'Igiene; Normative regionali (ove presenti).

Le norme prevedono infatti che: *I locali di allevamento devono essere costruiti, mantenuti e governati in modo da garantire buone condizioni di stabulazione, di igiene, di pulizia e di salute degli animali*²⁷.

A seconda delle caratteristiche territoriali e di allevamento, per motivi igienico-sanitari e per evitare danni all'ambiente, gli allevamenti animali devono evitare la dispersione delle deiezioni; si dovranno quindi dotare di idonee concimaie o strutture per lo stoccaggio di deiezioni liquide, avere l'autorizzazione per l'utilizzo in agricoltura o allo smaltimento, secondo le prescrizioni di legge, come la Direttiva nitrati, di cui è stato detto sopra e le tecniche consigliate dai Manuali di corretta prassi igienica per le imprese agricole²⁸.

Se l'uso di acqua negli allevamenti appare necessario, anche in considerazione del crescente aumento della popolazione mondiale che continuerà ad impiegare proteine animali per soddisfare il proprio regime alimentare, e se - come risulta dall'ultimo rapporto dell'Ispra, in precedenza citato, sulle emissioni in atmosfera dei gas serra - è possibile produrre in modo sostenibile riducendo le emissioni, gli agricoltori e le istituzioni locali possono collaborare e approntare un sistema strategico di azioni finalizzate a garantire la diffusione di un modello di sviluppo non più basato su forme intensive di allevamento ma diretto ad assicurare il benessere degli animali sotto il profilo sanitario ed etico, avvalendosi di strumenti e macchinari efficienti che favoriscano usi razionali e proporzionati delle risorse disponibili. Si segnala a questo proposito che le indicazioni del codice di buona pratica agricola (CBPA), approvato con D.m. 19 aprile 1999, possono essere sviluppate e migliorate per diffondere, su base volontaria, buone pratiche di allevamento che consentano la diversificazione della produzione nel rispetto dell'ambiente e del benessere animale²⁹. Tra l'altro, preme rilevare anche l'impegno assunto da un numero sempre crescente di imprenditori di adottare un modello

²⁷ Regolamento (CE) N. 852/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio, 29 aprile 2004, sull'igiene dei prodotti alimentari 30.4.2004 Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 139 IT

²⁸ CIA, *Manuale di corretta prassi igienica per le imprese agricole*, Art 7 e 8 reg. 852/2004 sull'igiene dei prodotti alimentari http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pagineAree_1187_listaFile_itemName_3_file.pdf

²⁹ Il decreto specifica all'art. 1, par. 1 che nel CBPA, in modo complementare rispetto allo spirito della Direttiva comunitaria, si è voluto tener conto specificatamente anche del ruolo positivo che l'agricoltura può svolgere nei confronti di altre fonti di inquinamento di natura extra-agricola

di agricoltura biologica che impone l'adozione di standard di produzione particolarmente stringenti per le aziende di allevamento³⁰.

Per contrastare in maniera adeguata emergenze e disastri di origine naturale e o tecnologica: alluvioni, terremoti, incendi boschivi, ondate di calore e siccità, interruzione dell'erogazione di corrente elettrica, incidenti industriali radiologici e nucleari, è richiesta ai Pubblici Amministratori la conoscenza di nozioni giuridiche, scientifiche e delle procedure tecniche specialistiche, indispensabili non solo nel caso sia necessario tutelare la sicurezza alimentare e la protezione ma anche, per quanto di competenza, nel caso di interventi di Protezione Civile, che coinvolgono il loro territorio.

Bisogna però tener presente che alcune procedure previste per gli Enti locali in caso di emergenze o disastri che coinvolgano la popolazione sono riportate in vari documenti ufficiali che danno indicazioni di carattere generale, non sempre reperibili in rete internet o non mirate alla specificità locali.

Inoltre, la riforma del Titolo V della Costituzione, richiede un lavoro di riorganizzazione delle competenze a livello di Regioni e Province Autonome, ridisegnando quindi anche le competenze che devono rimanere a livello centrale (Ministeri). Queste attività sono ancora in corso.

E' quindi fondamentale che nella stesura dei Piani Comunali di Protezione Civile si considerino le emergenze che si presume possano verificarsi nei territori di competenza, tenendo conto della definizione di emergenza dell'Organizzazione Mondiale della Sanità e delle esperienze pregresse.

Le zone vulnerabili da prodotti fitosanitari

Sono aree per le quali le Regioni possono richiedere limitazioni o esclusioni d'impiego, anche temporanee, di prodotti fitosanitari autorizzati, allo scopo di proteggere le risorse idriche e altri comparti rilevanti per la tutela sanitaria o ambientale da possibili fenomeni di contaminazione (sui prodotti fitosanitari, vedi il Capitolo 24 Impatti sulla biodiversità)

Le Regioni e le Autorità di bacino verificano la presenza nel territorio di competenza di aree soggette o minacciate da fenomeni di siccità, degrado del suolo e processi di desertificazione e le designano quali *aree vulnerabili alla desertificazione*. Per tali aree sono adottate specifiche misure di tutela secondo i

criteri previsti nel Piano d'azione nazionale di cui alla delibera del CIPE del 22 dicembre 1998.

Tra l'altro, nei periodi di siccità e nei casi di scarsità di risorse idriche, deve essere assicurata, dopo il consumo umano, la priorità dell'uso per il settore agricolo, compresa l'attività di acquacoltura ai sensi dell'art. 167.

La disciplina degli scarichi

La tutela qualitativa della risorsa idrica richiede una disciplina specifica per gli scarichi. Secondo l'attuale definizione si intende per scarico *qualsiasi immissione effettuata esclusivamente tramite un sistema stabile di collettamento che collega senza soluzione di continuità il ciclo di produzione del refluo con il corpo ricettore acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione*.

In conformità con gli orientamenti dell'Unione europea, viene confermata la distinzione tra:

- acque reflue domestiche, provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche;
- acque reflue industriali, scaricate da edifici o impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento;
- acque reflue urbane, consistenti in acque reflue domestiche o nel miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie anche separate e provenienti da agglomerato.

Gli agglomerati con un numero di abitanti superiore a 2.000 devono essere provvisti di reti fognarie per le acque reflue urbane.

Tutti gli scarichi devono rispettare i valori limite di emissione previsti all'All. 5 della Parte terza del d.lgs. 152/2006, nonché i valori limite di emissione fissati dalle Regioni.

Alle acque reflue domestiche sono equiparate le acque reflue provenienti da imprese dedite alla coltivazione, alla silvicoltura, all'allevamento di bestiame, anche quando le stesse imprese esercitano attività di trasformazione o di valorizzazione della produzione agricola inserita con carattere di normalità e complementarietà funzionale nel ciclo produttivo aziendale e con materia prima lavorata proveniente in misura prevalente dall'attività di coltivazione dei terreni di cui si abbia a qualunque titolo la disponibilità; sono equiparate anche le acque reflue prove-

³⁰ Vedi <http://giovanimpresa.coldiretti.it/publicazioni/fare-impresa/buono-italia/pub/agricoltura-biologica-standard-di-produzione-nelle-aziende-di-allevamento-parte-prima/>



nienti da impianti di acquacoltura e di piscicoltura entro i limiti e le condizioni fissati dall'art. 101, co. 7, ovvero le acque provenienti da attività termali o che siano equiparate a quelle domestiche dalla normativa regionale.

Occorre tener conto, tra l'altro, anche delle disposizioni contenute nel d.P.R. 19 ottobre 2011, n. 227, recante Regolamento per la semplificazione degli adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese, come individuate dal decreto ministeriale 18 aprile 2005. L'art. 2 del decreto dispone che "sono assimilate alle acque reflue domestiche:

- a) le acque che prima di ogni trattamento depurativo presentano le caratteristiche qualitative e quantitative di cui alla tabella 1 dell'Allegato A;
- b) le acque reflue provenienti da insediamenti in cui si svolgono attività di produzione di beni e prestazione di servizi i cui scarichi terminali provengono esclusivamente da servizi igienici, cucine e mense;
- c) le acque reflue provenienti dalle categorie di attività elencate nella tabella 2 dell'Allegato A, con le limitazioni indicate nella stessa tabella.

Gli scarichi sono vietati sul suolo, negli strati superficiali del sottosuolo, nelle acque sotterranee e nel sottosuolo, salvo le deroghe previste agli artt. 103 e 104 del d.lgs. 152/2006.

Le acque reflue industriali possono essere convogliate nelle reti fognarie purchè siano rispettate le norme tecniche, le prescrizioni regolamentari e i valori limite adottati dall'Autorità d'ambito competente in base alle caratteristiche dell'impianto.

Le acque reflue domestiche possono essere sempre convogliate nelle reti domestiche, purchè siano rispettati i regolamenti emanati dal soggetto gestore del servizio idrico integrato ed approvati dall'Autorità d'ambito competente.

Non è invece ammesso lo smaltimento dei rifiuti, anche se triturati, in fognatura, ad eccezione di quelli organici provenienti dagli scarti dell'alimentazione trattati con apparecchi dissipatori di rifiuti alimentari che ne riducano la massa in particelle sottili e previo accertamento di un sistema di depurazione da parte dell'ente gestore del servizio idrico integrato.

Le Regioni, sentite le Province, possono stabilire norme integrative per il controllo degli scarichi degli insediamenti civili e produttivi allacciati alle pubbliche fognature per la funzionalità degli impianti di pretrattamento e per il rispetto dei limiti e delle prescrizioni previsti dalle relative autorizzazioni.

Gli impianti di trattamento di acque reflue urbane non possono essere utilizzati per lo smaltimento

dei rifiuti, salvo le deroghe previste ai commi 2 e 3 dell'art. 110.

La disciplina in materia di scarichi richiede che si ponga particolare attenzione al regime delle autorizzazioni e ai limiti di emissione fissati all'All.5, Parte III del d.lgs. 152/2006 o indicati dalle regioni o dalle Autorità d'ambito. L'art. 124, co. 1, stabilisce tassativamente che tutti gli scarichi devono essere autorizzati, fatti salvi gli scarichi di acque reflue domestiche in reti fognarie che sono ammessi nel rispetto dei regolamenti fissati dal gestore del servizio idrico integrato e approvati dall'Autorità d'ambito.

Il titolare dell'attività che dà vita allo scarico o il titolare dello scarico finale, nel caso di più stabilimenti, deve presentare alla Provincia o, se si tratta di uno scarico in pubblica fognatura all'Autorità d'ambito, la domanda di autorizzazione, la quale, se rilasciata entro novanta giorni dalla sua ricezione, è valida per quattro anni e può essere rinnovata un anno prima della scadenza.

Il rilascio dell'autorizzazione comporta una serie di controlli da parte dell'autorità competente, diretti ad accertare con cadenza periodica e a livello diffuso, effettivo ed imparziale, l'osservanza delle prescrizioni dell'autorizzazione allo scarico. A tal fine, l'autorità competente può effettuare ispezioni, controlli e prelievi necessari ad accertare il rispetto dei valori limite di emissione, delle prescrizioni contenute nei provvedimenti autorizzatori o regolamentari e delle condizioni che danno luogo alla formazione degli scarichi per cui il titolare dello scarico è tenuto a garantire la massima collaborazione, attraverso l'accesso ai luoghi e alle informazioni richieste.

Il d.lgs. n. 152 del 2006, all'art. 130, prevede specifiche sanzioni nelle ipotesi di inosservanza delle prescrizioni relative all'autorizzazione allo scarico, che sono modulate in base alla gravità dell'infrazione. È disposta la diffida quando si tratta di eliminare le inosservanze entro un congruo termine; la diffida è accompagnata dalla sospensione dell'autorizzazione per un tempo determinato quando concorrono situazioni di pericolo per la salute pubblica e l'ambiente; l'autorità dispone la revoca dell'autorizzazione in caso di mancato adeguamento alle prescrizioni imposte con la diffida o in caso di reiterate violazioni che possono tradursi in un rischio per la salute pubblica e per l'ambiente. Nei casi in cui l'autorizzazione non sia stata concessa ovvero sia stata sospesa o revocata, l'autore dello scarico illecito è punito con la sanzione amministrativa da seimila a sessantamila euro.

Il superamento dei valori limite di emissione fissati nelle tabelle di cui all'All. 5 della Parte III del d.lgs. 152/2006, o fissate dalle regioni o dall'autorità competente, comporta l'applicazione di una sanzione amministrativa da tremila a trentamila euro.

In relazione agli scarichi industriali, occorre rilevare un trattamento sanzionatorio particolarmente dissuasivo, consistente nella previsione di specifiche sanzioni penali, cui si aggiungono le previsioni della Direttiva 2010/75/CE relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento) che abroga la precedente direttiva 2008/1/CE sulla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento, con decorrenza dal 7 gennaio 2014. La direttiva, che ha ricevuto attuazione con il d.lgs. 4 marzo 2014 n. 46, interviene a fissare un quadro generale per la prevenzione dall'inquinamento derivante dalle attività industriali: l'obiettivo è quello di intervenire alla fonte, garantendo una gestione maggiormente responsabile delle risorse naturali e tenendo presente la situazione socioeconomica e le specifiche caratteristiche locali del sito in cui si svolge l'attività.

Le condizioni di autorizzazione sono definite sulla base delle migliori tecniche disponibili. A tal fine sono elaborati documenti di riferimento sulle Best Available Technologies (BAT), nei quali devono anche essere indicate le misure adeguate per prevenire emissioni nel suolo e nelle acque sotterranee nonché la periodica verifica di tali misure per evitare perdite, fuoriuscite, inconvenienti o incidenti durante l'uso di attrezzature e durante lo stoccaggio.

I danni all'ambiente nel TUA (Testo Unico Ambientale): cenni

In materia di tutela, prevenzione e riparazione dei danni all'ambiente, il decreto legislativo attribuisce una competenza specifica al Ministro

dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare attraverso la Direzione generale per il danno ambientale. Il Ministro agisce in collaborazione con le regioni, gli enti locali e tutti i soggetti pubblici ritenuti idonei.

In materia di danni all'ambiente trova applicazione il principio di precauzione, in virtù del quale occorre assicurare un elevato livello di protezione in presenza di pericoli, anche solo potenziali, per la salute umana e per l'ambiente, sulla base di una valutazione scientifica obiettiva. In presenza di un tale rischio, l'operatore interessato deve informarne il comune, la provincia o la regione nel cui territorio l'evento lesivo può determinarsi, nonché il Prefetto della provincia che, nelle 24 ore successive, informa il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare che potrà adottare tutte le misure di prevenzione necessarie a contenere i rischi.

Le misure di prevenzione e di messa in sicurezza devono essere adottate anche dall'operatore interessato in presenza di una minaccia imminente di danno ambientale, entro le 24 ore e a proprie spese, previa comunicazione al comune, alla provincia, alla regione, nonché al Prefetto della provincia che nelle 24 ore informa il Ministro dell'ambiente.

Il Ministro dell'ambiente è competente anche quando un danno si è verificato, attraverso l'individuazione delle misure necessarie al ripristino ambientale: infatti, ai sensi dell'art. 301, in tal caso chi, con la sua azione od omissione negligente o imprudente, o con violazione di norme tecniche cagiona un danno all'ambiente, alterandolo, deteriorandolo o distruggendolo in tutto o in parte, è tenuto a ripristinare, a proprie spese, la situazione preesistente oppure, se ciò non è più possibile, è tenuto a risarcire il danno nei confronti dello Stato.

Una buona pratica: Il fiume Almone

Il fiume Almone, che nasce dai Colli Albani e che occupa la terza posizione tra i fiumi più lunghi di Roma, è al centro di un processo di recupero del suo stato naturale da parte di volenterosi cittadini e istituzioni sensibili al problema, che intendono recuperare la storia e la dignità di un fiume da troppi anni abbandonato all'incuria, sopraffatto dall'inurbamento e trasformato in discarica abusiva.

Le vicende legate al fiume del Parco dell'Appia Antica, dimostrano che uomo e ambiente sono fattori imprescindibili del progresso economico e sociale di un Paese. Non si può pensare di raggiungere il progresso senza garantire benessere all'ambiente nel quale l'uomo vive. E la storia del fiume Almone dimostra proprio che quanto più è radicata la sensibilità per la salvaguardia dell'ambiente, tanto più è forte la corrente che trascina cittadini e istituzioni verso il raggiungimento di un unico importante obiettivo: la tutela della biodiversità. La partecipazione, la condivisione e la trasparenza devono pertanto essere incentivate e concretamente realizzate per rendere possibile un percorso di recupero di aree periferiche spesso abbandonate che, se studiate a fondo, offrono un patrimonio di ricchezze storiche, culturali e agricole spesso ancora da scoprire.

Dialogo e confronto tra istituzioni e cittadini rappresentano l'unica strategia davvero efficace per tutelare l'ambiente: i cittadini hanno, da parte loro, una profonda conoscenza dei luoghi nei quali vivono; le



istituzioni, d'altra parte, hanno il potere di garantire il rispetto e la salubrità di territori che, lungi dall'essere anonimi, raccontano storie e vite di intere famiglie.

Recuperare zone e quartieri dal degrado, tra l'altro, costituisce non solo un'azione nobile da perseguire per il bene della collettività, ma fornisce un esempio concreto di civiltà da condividere e trasmettere alle generazioni future. La Pubblica amministrazione, dunque, proprio nel suo ruolo di garante degli interessi della collettività, è chiamata a sostenere le iniziative di cittadini attivi e attenti che vigilano sul proprio territorio e che segnalano azioni contrarie alla legge, perché è nell'interesse dei cittadini che la pubblica amministrazione è chiamata ad agire.

Un esempio di buona pratica: la depurazione delle acque di scarico dell'industria conciaria italiana

La struttura dell'industria conciaria italiana

Il settore conciario italiano è tradizionalmente organizzato in quattro distretti industriali, ognuno con la propria specializzazione produttiva: Arzignano, Zermeghedo e Montebello in Veneto; S. Croce sull'Arno e Ponte a Egola in Toscana, Solofra in Campania e Turbigo e Castano Primo in Lombardia.

La principale specializzazione produttiva del polo conciario veneto riguarda la lavorazione delle pelli bovine grandi che vengono destinate ai clienti dell'imbottito (arredamento ed interni auto), alla calzatura ed alla pelletteria.

Il distretto toscano si caratterizza per l'elevato grado di artigianalità e flessibilità delle produzioni, primariamente destinate all'alta moda; le lavorazioni riguardano soprattutto le pelli di vitello e le bovine medio-grandi, alcune delle quali utilizzate per la produzione di cuoio da suola.

In Campania, invece, esiste un polo conciario specializzato nella concia di pelli ovine e caprine per abbigliamento, calzatura e pelletteria. Infine una significativa presenza conciaria permane in Lombardia, nell'area magentina, la cui specializzazione industriale riguarda la produzione di pelli ovicaprine destinate all'alta moda.

Impatto ambientale delle lavorazioni conciarie

Il lavoro di trasformazione delle pelli grezze in cuoio finito vanta tradizioni millenarie. La pelle è infatti da sempre uno dei materiali più diffusamente utilizzati dall'uomo per la fabbricazione di calzature, capi di abbigliamento e oggetti d'uso quotidiano di vario genere.

Oggi il conciato italiano è il primo a livello mondiale, sia in termini di qualità che di quantità; le concerie italiane si trovano in una posizione di assoluta avanguardia anche per quanto riguarda la ricerca, le tecnologie e le strategie di mercato.

Uno dei settori in cui negli ultimi tempi è stato profuso il maggiore impegno è quello della preservazione della qualità dell'ambiente. Ciò è dovuto anche al fatto che una conceria nell'immaginario collettivo richiama cattivi odori, acque inquinate e un suolo contaminato. Come spesso avviene, quando si tratta di problemi ambientali, esiste un divario tra la percezione e la realtà del rischio.

L'industria conciaria, infatti, si occupa in realtà della trasformazione di un rifiuto dell'industria della carne e/o del latte in un prodotto industriale adatto ad essere valorizzato nella produzione di articoli in pelle e/o cuoio.

I maggiori problemi ambientali dell'industria conciaria derivano dal fatto che nel processo produttivo la maggior parte dei prodotti chimici utilizzati resta nei reflui allo stato originario o trasformati in derivati in quanto le quantità fissate sono quasi sempre inferiori a quelle fornite. Nel caso ad esempio della concia al cromo convenzionale, il rendimento di fissazione non supera quasi mai il 60%. Ciò comporta da un lato elevati consumi e sprechi delle materie prime e dall'altro la presenza di elevate quantità di prodotti chimici negli scarichi con conseguente necessità di trattamenti depurativi.

Le acque reflue di concerie sono quindi caratterizzate oltre che dalla presenza del cromo trivalente nel caso della concia con solfato basico di cromo, da elevate concentrazioni di sostanze organiche (COD – Chemical Oxygen Demand), una frazione delle quali difficilmente biodegradabile, di composti azotati, di sali (in particolare cloruri e solfati), di solfuri, di tensioattivi e così via.

I trattamenti depurativi

Come accennato precedentemente l'industria conciaria italiana è prevalentemente strutturata in poli conciari. Questo tipo di accentramento permette di affrontare in maniera razionale e mirata alcune delle problematiche ambientali legate alla lavorazione della pelle. Ad esempio per far fronte alla domanda di disinquinamento delle acque è stata favorita, a partire dagli anni '70, la costruzione di impianti di depurazione centralizzati di tipo consortile specializzati nel trattamento di acque a prevalente origine conciaria (questi impianti trattano, in genere, anche percentuali minori di effluenti urbani).

In quegli anni, mentre la politica ambientale tendeva ad esasperare i trattamenti depurativi a piè di fabbrica, la realizzazione di strutture centralizzate di depurazione, quali impianti di servizio di aree industriali per scarichi di difficile trattabilità, era stata fortemente voluta, sin dall'inizio, dagli operatori del settore per i molti vantaggi che tale soluzione comportava:

- maggiore continuità ed affidabilità di esercizio;
- possibilità di impiegare tecnologie di tipo avanzato, insostenibili in proprio dai singoli insediamenti;
- sensibile riduzione dei costi unitari di trattamento;
- migliore trattabilità dello scarico complessivo;
- maggiori garanzie di controllo e minore impatto ambientale globale.

In sostanza, per il settore conciario, è stato anticipato il modello depurativo indicato successivamente nella normativa europea. Attualmente in Italia gli impianti consortili trattano circa l'85% delle acque reflue conciarie mentre il restante viene trattato in impianti di singole concerie.

Solitamente il processo di depurazione delle acque comprende le seguenti fasi:

- Grigliatura: operazione che consente l'eliminazione del materiale grossolano presente nei reflui in entrata all'impianto di depurazione, che provocherebbe dannose occlusioni alle unità successive;
- Dissabbiatura: trattamento che si rende necessario al fine di eliminare i materiali inerti (sabbia/terriccio) non trattenuti dalla griglia che, altrimenti, andrebbero a creare notevoli problemi di intasamento e usura nelle apparecchiature a valle;
- Omogeneizzazione/egualizzazione: operazione che viene realizzata in opportune vasche di accumulo e ha la funzione di polmone in ingresso per compensare il calo di afflusso di liquame durante le notti ed il fine settimana, consentendo così di mantenere costante il flusso delle acque nel resto dell'impianto sette giorni su sette, rendendo inoltre il refluo da trattare più omogeneo. Data la grande variabilità di pH delle acque reflue conciarie (da pH 12-13 a pH 2-3) l'omogeneizzazione consente anche di evitare forti sbalzi di pH nelle acque immesse ai trattamenti successivi, soprattutto biologici;
- Trattamento chimico-fisico: i liquami che provengono dalle vasche di omogeneizzazione vengono trattati, in opportuni sedimentatori, con idonei reattivi chimici per facilitare la separazione delle sostanze colloidali che si depositano poi sul fondo delle vasche;
- Trattamento biologico: trattamento mediante il quale le sostanze organiche vengono prima ossidate, per renderle imputrescibili, e successivamente rimosse; il trattamento biologico comprende quindi la fase di ossidazione aerobica e quella di nitrificazione-denitrificazione per l'abbattimento dei composti azotati ossidati i quali vengono trasformati in azoto gassoso;
- Trattamento terziario (flottazione): la funzione della flottazione è quella di separare il fango biologico, che affiora in superficie, dall'acqua depurata; si effettua mediante insufflazione d'aria e aggiunta di polielettrolita.

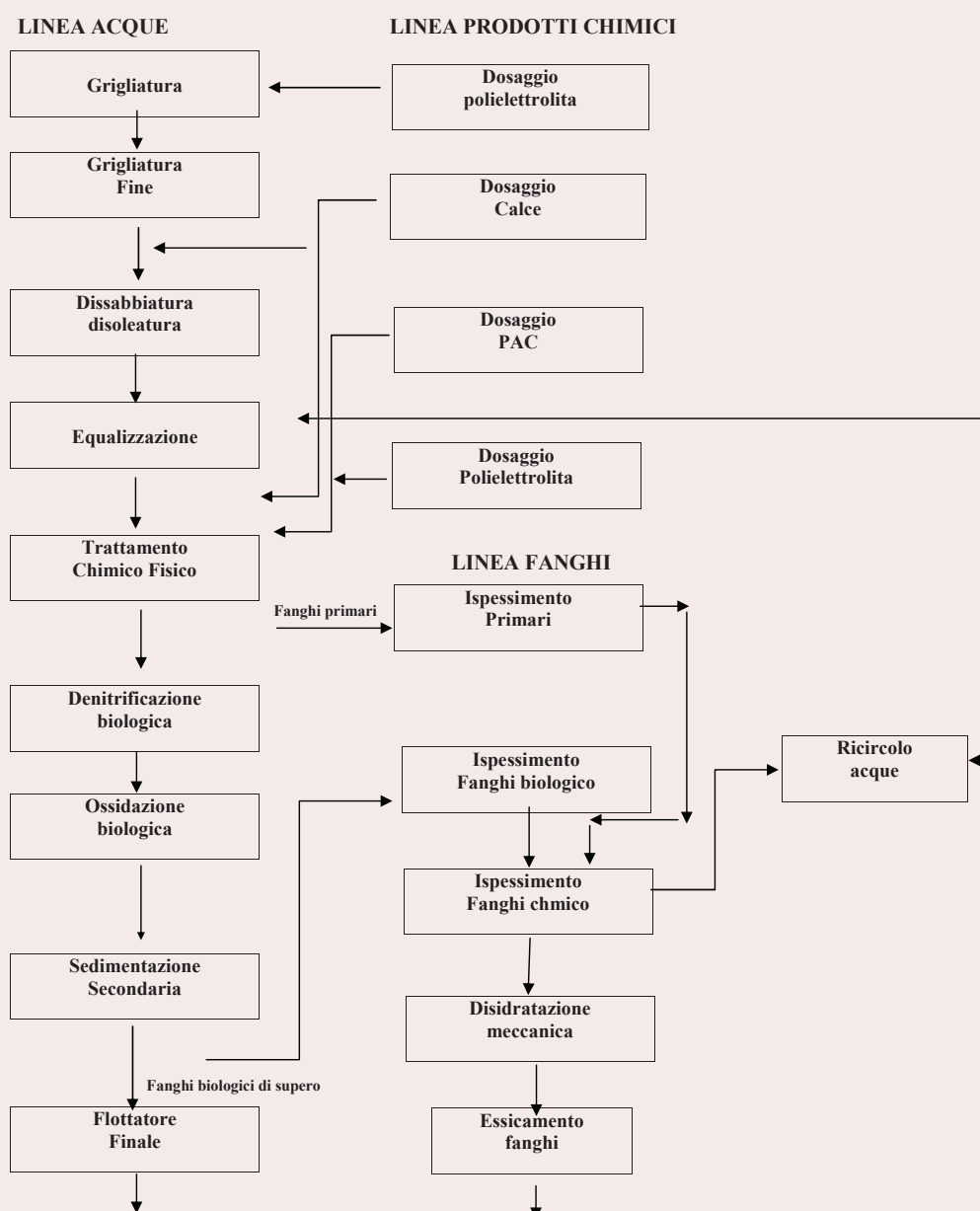
Se il trattamento depurativo è effettuato correttamente e l'impianto consortile è adeguatamente condotto, tutti i parametri delle acque (Cromo, COD) in uscita rispettano i valori limiti previsti dalla legislazione vigente, con l'eccezione talvolta dei parametri cloruri e solfati. In genere, tuttavia, i valori di questi parametri non sono tali da produrre danni ai corpi idrici recettori e lo sversamento delle acque depurate è consentito da apposite autorizzazioni e/o deroghe regionali.

Negli impianti di trattamento delle acque reflue, oltre la linea acque, si distingue anche la cosiddetta *linea fanghi* in cui vengono trattati i fanghi prodotti nel corso del processo depurativo. Lo scopo di tale linea è quello di eliminare l'elevata quantità d'acqua contenuta nei fanghi e di ridurne il volume, nonché di stabilizzare, cioè rendere imputrescibile, il materiale organico e di distruggere gli organismi patogeni presenti, in modo tale da rendere lo smaltimento finale meno costoso e meno dannoso per l'ambiente.

A titolo di esempio nella Figura I (nei box si indica in numero romano) è riportato lo schema a blocchi dell'impianto di depurazione consortile di Solofra (AV).



Figura I - Schema a blocchi impianto di depurazione di Solofra: impianto completo



L'impianto di depurazione del distretto industriale di Solofra rappresenta la prima unità di trattamento del complesso depurativo, definito comprensorio dell'Alto Sarno, costituito dai due impianti di Solofra e Mercato San Severino. In pratica l'impianto di Solofra, secondo progetto, nasce come impianto di pretrattamento dei reflui conciarci che poi, mescolati con i reflui civili del comprensorio, vengono ulteriormente trattati presso l'impianto di Mercato San Severino.

I trattamenti eseguiti all'interno della prima unità, impianto Solofra, sono relativi alla fase primaria, costituita dal chimico-fisico e dal biologico, comprensivo di denitrificazione, ossidazione e nitrificazione. E' presente, infine, anche un impianto di flottazione.

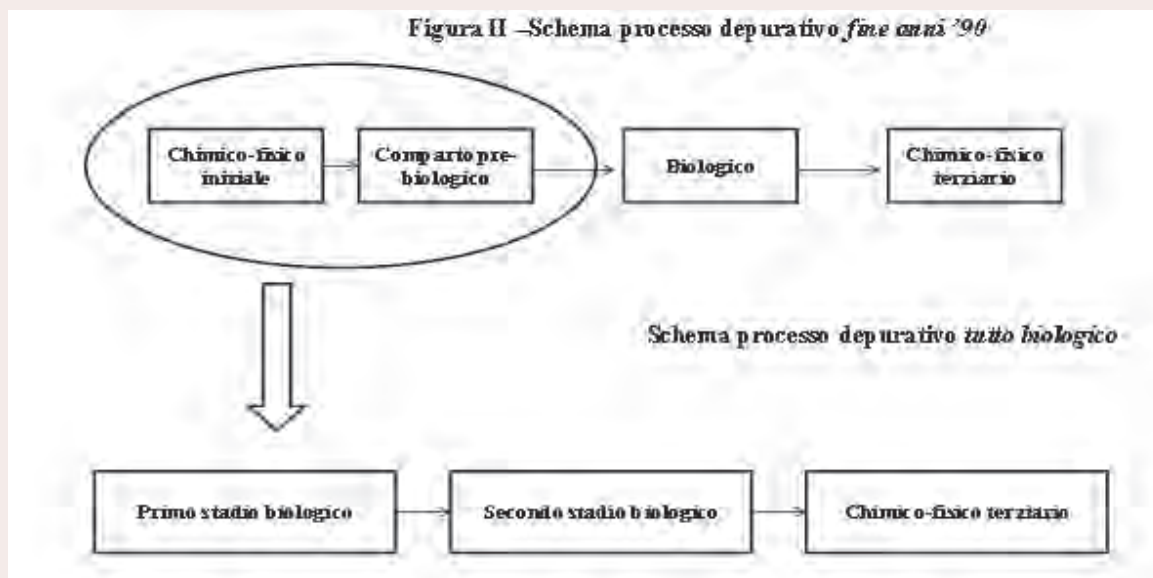
L'impianto è costituito da una linea liquami e da una linea fanghi; i trattamenti cui vengono sottoposti i fanghi, costituiti per l'80% da fango chimico e per il 20% da fango biologico, hanno come unico scopo la riduzione del tenore di umidità.

I fanghi ispessiti, dopo il condizionamento chimico con polielettrolita, vengono quindi disidratati attraverso un sistema di nastropresse in parallelo e una centrifuga, raggiungendo in uscita un contenuto di secco pari a circa il 25-30%.

Per consentire un abbattimento dei costi di smaltimento in discarica è recentemente entrato in funzione un sistema di essiccamento termico dei fanghi il quale, come è ovvio, provoca una ulteriore riduzione del contenuto d'acqua con l'ottenimento di un fango con valori prossimi a circa l'80-90% di secco.

Impianto consortile di S. Croce sull'Arno

Per razionalizzare e/o ottimizzare il ciclo depurativo delle acque di scarico conciarie, anche in termini di diminuzione dei costi di gestione, una particolare innovazione è stata implementata per l'impianto consortile *Aquarno* di Santa Croce sull'Arno (PI). Le modifiche apportate hanno riguardato la trasformazione del vecchio stadio chimico-fisico in un nuovo stadio biologico. Gli schemi a blocchi riportati nella Figura II descrivono, in estrema sintesi, le due diverse conformazioni.



Trasformazione impianto di depurazione Aquarno (S. Croce S/A)

Il processo depurativo denominato *tutto biologico* ha comportato, tra l'altro, la riduzione di oltre il 50% dei reagenti utilizzati e la riduzione di circa il 35% del quantitativo dei fanghi prodotti.

Per quanto concerne la linea fanghi è stato costruito un nuovo impianto denominato *Ecoespanso* per trasformare i fanghi di depurazione in prodotti riutilizzabili in maniera da evitare lo smaltimento in discarica.

L'impianto di depurazione Aquarno e quello di trasformazione dei fanghi Ecoespanso sono collegati attraverso un fascio tubero in cui transitano sia il fango ispessito sia il chiarificato, in uscita dalla fase di disidratazione con l'ausilio di centrifughe, che torna all'impianto consortile per completare il ciclo di depurazione.





Inquinamento dell'aria e problemi del clima

Silvia Brini, Mariantonia Bencardino, Patrizia Bonanni, Carlo Brini, Mauro Cristaldi, Ilaria D'Elia, Cristiano Foschi, Domenico Gaudio, Eleonora Pierallice, Germana Szpunar, Lucio Triolo

Inquinamento dell'aria Breve profilo storico normativo della situazione italiana

L'inquinamento dell'aria in Italia è collegato con le dinamiche che hanno interessato la popolazione e il territorio nazionale dal secondo dopoguerra ad oggi.

Gli occupati in agricoltura, che sono più di 8 milioni nel 1954, si sono ridotti a 5 milioni dieci anni dopo, e scenderanno sino a ridursi a 1 milione e mezzo nel 1995. Colossali spostamenti di popolazione mutano inoltre il volto del Paese: dal 1951 al 1970 i trasferimenti da un comune all'altro sono 25 milioni, e 10 milioni quelli da una regione all'altra solo tra il 1958 e il 1963 i meridionali che si trasferiscono al Centro-Nord sono circa un milione¹.

L'evoluzione delle aree urbane tra il 1951 e il 1981 mette in rilievo che la diffusione urbana del centro-nord ha progressivamente saldato in un unico sistema insediativo le grandi aree urbane padana e veneta, ha congiunto la direttrice emiliana a quella adriatica fino a Pescara ed ha al tempo stesso determinato una forte crescita dei comuni urbani della Liguria e della Toscana².

Contemporaneamente si assiste a uno *slittamento verso il mare* della popolazione, con un concomitante abbandono delle zone interne marginali.

La popolazione residente nei comuni costieri è passata da 12 milioni 699 mila unità (26,7% della popolazione totale) del 1951 a 17 milioni 94 mila unità (30,2% della popolazione totale) del 1981³.

Questo, insieme al boom turistico che privilegia le località marine, è stato causa dell'inarrestabile processo di urbanizzazione delle coste,

dove moltissime abitazioni peraltro sono utilizzate solo per limitati periodi dell'anno. Negli stessi anni cresce a dismisura il fenomeno dell'abusivismo edilizio.

In definitiva negli anni successivi al secondo dopoguerra il paese al suo interno ha subito spostamenti di popolazione quali mai si sono visti nella storia. Tanto per fare un paragone, le invasioni barbariche che hanno segnato la fine dell'Impero romano d'Occidente nel V secolo erano dell'ordine delle decine di migliaia di persone fino a qualche centinaio di migliaia, quando la popolazione dell'Italia si stima fosse intorno ai 7 milioni. I numeri in gioco sono inferiori di uno/due ordini di grandezza rispetto ai colossali spostamenti del secondo dopoguerra.

Sempre nello stesso periodo si potenzia l'infrastruttura stradale e autostradale. I lavori dell'autostrada del Sole che collega Milano a Napoli iniziano a maggio del 1956 e si concludono a ottobre del 1964.

Dal dopoguerra alla metà degli anni '70 - trent'anni - gli autoveicoli presenti sul territorio nazionale passano da poco più di 400 mila a oltre 18 milioni; agli inizi del terzo millennio - dopo 25 anni - superano i 40 milioni per attestarsi attualmente a oltre 49 milioni.

Nel corso degli anni '50 e '60 si realizzano numerosi complessi industriali e per la produzione di energia elettrica. Si privilegiano in quegli anni lo sviluppo dei settori siderurgico e chimico, insieme alla costruzione di autoveicoli. A partire dagli anni '70 si assiste allo sviluppo della piccola e media impresa e dei distretti industriali, in particolare nel nord-est e in alcune aree del centro. Dal 1950 al 1973, anno della crisi petrolifera, la produzione di energia elettrica in Italia aumenta di sei volte, e mentre la produzione del 1950 era quasi tutta idroelettrica, le quote incrementali sono dovute per la massima parte a centrali termoelettriche a olio combustibile, con tenori di zolfo di molto superiori agli attuali, atteso che ancora negli anni '80

¹ Crainz G., (2000), *L'Italia repubblicana*, Giunti

² Ministero dell'Ambiente, (1989), *Prima relazione sullo stato dell'ambiente in Italia*

³ Ministero dell'Ambiente, (1989) op. cit.

si bruciava olio con un tenore di zolfo del 3-4%⁴.

La qualità dell'aria dal dopoguerra agli anni '80. Quelli descritti sopra sono i fattori di pressione all'origine dell'aumento dei consumi energetici e, di conseguenza, delle emissioni inquinanti in atmosfera fino alla crisi petrolifera del 1973, che ha provocato una flessione dei consumi e i primi provvedimenti di risparmio energetico. Dal '75 i consumi energetici riprendono ad aumentare fino alla seconda crisi petrolifera del 1979 con conseguente diminuzione fino ai primi anni '80, dopodiché ancora crescita fino alla crisi economica del 1992-93.

Le prime stime delle emissioni inquinanti a livello nazionale si riferiscono al 1976⁵, e vedono l'industria e la produzione di energia emettere congiuntamente la maggior quota di ossidi di zolfo (SO_x), mentre per gli altri inquinanti tradizionali (Particolato Sospeso Totale (PST), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), composti organici volatili (COV)) sono i trasporti ad essere il primo emettitore. È plausibile ipotizzare che negli anni '50 e '60, prima che il numero di autoveicoli raggiungesse l'ordine delle decine di milioni, industria e produzione di energia fossero congiuntamente la principale fonte di emissione anche per il particolato e gli ossidi di azoto.

Le concentrazioni di biossido di zolfo (SO₂) misurate dagli anni '50 alla fine degli anni '70 a Milano, e negli anni '70 a Torino, registrano medie annue dell'ordine delle centinaia di µg/m³, con punte fino a 500 µg/m³ e oltre. Dai primi anni '80 si registra una continua diminuzione delle concentrazioni, con valori che dalla fine degli anni '80 sono inferiori ai 100 µg/m³ sia a Milano che a Torino⁶.

Questa tendenza viene confermata in maniera generalizzata dai dati della prima Relazione sullo stato dell'ambiente del 1989, che contiene i dati all'epoca disponibili su periodi compresi tra il 1978 e il 1987; gli indicatori sono la mediana e il 98° percentile delle concentrazioni giornaliere rilevate nell'anno, in accordo ai valori limite del DPCM 28/03/1983 *Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi agli inquinamenti dell'aria*. Serie storiche significative, da cui si rileva chiaramente questa tendenza alla diminuzione, si

hanno per aree del Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, Toscana, Sicilia e a Roma nella storica centralina dell'ISS (Istituto Superiore di Sanità).

Anche per il PST, inquinante con una componente di origine secondaria, che si forma cioè in atmosfera a partire da inquinanti gassosi detti precursori, le misurazioni fatte a Milano e Torino negli anni '70 registrano medie annue dell'ordine delle centinaia di µg/m³ e la tendenza alla flessione delle concentrazioni si manifesta chiaramente solo tra la fine degli anni '80 e i primi anni '90, ragione per cui non si rileva nei dati della RSA 1989. Questa riduzione è ascrivibile essenzialmente alla componente primaria, cioè quella immessa direttamente in atmosfera dalle fonti di emissione. Di fatto fino a tutti gli anni '80 le concentrazioni medie annue di PST in numerose aree del paese riportate nella RSA 1989 sono superiori, anche di molto, ai 100 µg/m³, o di poco inferiori, e questa situazione permarrà per alcune aree anche negli anni '90.

Su biossido di azoto (NO₂, prevalentemente di origine secondaria) e CO, i dati della RSA 1989 sono molto più scarni. Per l'NO₂ non si rileva alcuna tendenza alla diminuzione – il che vale anche per gli anni successivi; per il CO vi è una certa flessione delle concentrazioni già negli anni '80.

Pochissimi nella RSA 1989 i dati sull'ozono (O₃, interamente secondario), nessun dato su piombo e benzene.

Gli anni '80.

Nel 1979 viene lanciato il progetto VESE (Valutazione degli effetti ambientali e socioeconomici dei sistemi energetici)⁷ che dispiegherà le sue potenzialità per tutti gli anni '80 fino ai primi anni '90. In questo ambito si realizzano i primi censimenti delle emissioni in Italia, si studia la dispersione degli inquinanti in atmosfera⁸, se ne valutano la deposizione e l'accumulo nel suolo e gli effetti sui vegetali, si analizzano le tecnologie di abbattimento e i relativi costi: un capitale di conoscenze e competenze di cui tuttora si riscuotono gli interessi.

Nel 1986 con la legge 349/86 si istituisce il Ministero dell'Ambiente e si introduce in Italia la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), i cui effetti sulla riduzione delle emissioni dai grandi impianti industriali ed energetici si avranno a partire dagli anni '90.

⁴ Energia ed ambiente, (1988), *Rapporto di base redatto per il gruppo Energia ed ambiente del Comitato Tecnico Permanente per l'Energia, Ministero dell'Industria, nell'ambito dei lavori preparatori al Piano Energetico Nazionale*

⁵ Bocola W., Cirillo M.C., (1986), *Le emissioni di inquinanti dell'aria dai processi di combustione: un'analisi della situazione italiana*, Energia, 4-86

⁶ Commissione Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico (CNEIA), (2006), *Relazione del gruppo di lavoro 1. Raccogliere, elaborare e interpretare le informazioni sui valori rilevati dalle stazioni per il monitoraggio della qualità dell'aria correlandole alle condizioni meteorologiche gestite sia dai soggetti pubblici che dai soggetti privati, presenti sul territorio nazionale*

⁷ Pinchera G.C. (1979), *Valutazione degli effetti ambientali e socioeconomici dei sistemi energetici*. Relazione presentata alla Giornata di Studio del Sistema Energetico italiano nella prospettiva delle attività del CNEN

⁸ Cirillo M.C., D. Manzi, (1991), *PC DIMULA 2.0: An Atmospheric Multisource Dispersion Model of Air Pollutants on Local Scale*, Environmental Software, Vol. 6, n. 1

È del 1987 la Relazione preliminare sullo Stato dell'ambiente in Italia⁹.

Nel 1988 si predispose il Piano Energetico Nazionale (PEN 88) che, per la prima volta, considera il tema energia-ambiente. Ampio spazio viene dedicato alla VIA. Nel documento Energia e Ambiente si parla esplicitamente dell'effetto serra come di un impatto dei sistemi energetici che arriva *a incidere sui processi fondamentali che regolano la vita del nostro pianeta*. Il documento contiene scenari di riduzione delle emissioni di SO₂, NO_x, PST, CO, piombo, in cui si valuta l'effetto di diverse normative sulle emissioni, e per ogni settore - usi civili, industria, produzione energetica, trasporti - vengono individuati *obiettivi, azioni e strumenti*. Gli effetti concreti di queste analisi si dispiegano negli anni a venire in particolare con le leggi 9/91 *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali* e 10/91 *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*.

È del 1989 la prima Relazione sullo stato dell'ambiente, già citata, corredata dalla Nota Aggiuntiva del Ministro Giorgio Ruffolo¹⁰, un documento che, a parere di chi scrive, a distanza di un quarto di secolo è di una attualità che sconcerta. Strumento per l'attuazione della politica ambientale è il Programma triennale di tutela ambientale (PTTA) concepito come lo strumento fondamentale di una programmazione scorrevole. Tra le linee essenziali del programma, il disinquinamento atmosferico e acustico delle aree metropolitane. Il primo PTTA copre il triennio 1989-91, il secondo il triennio 1994-96, poi più nulla.

Gli anni '90.

A partire dalle ordinanze dei ministri Ruffolo e Conte del 20 novembre 1991 per il contenimento dell'inquinamento atmosferico e acustico in 11 città, esplose il problema della qualità dell'aria nelle aree urbane, cui si è tentato - e si cerca tuttora - di porre rimedio principalmente con misure emergenziali di limitazione o blocco temporaneo del traffico, misure che hanno il duplice svantaggio di essere scarsamente efficaci (soprattutto per gli inquinanti secondari), e di mettere a dura prova la *patienza* dei cittadini.

Peraltro nel corso degli anni '90 continua la ri-

⁹ Cirillo M.C., Bocola W., Triolo L., (1988), *Environmental impact of air pollutants with emphasis on crops: the Piacenza case study*, in Advances in Environmental Modelling, Editor A. Marani, Elsevier, Amsterdam
Bocola W. (1987), *Tecnologie e costi per la riduzione dell'inquinamento atmosferico da centrali termoelettriche a carbone*. Energia, 2-87
Ministero dell'Ambiente, (1987), *Nota preliminare alla relazione sullo stato dell'ambiente*

¹⁰ Ministero dell'Ambiente, (1989), *Nota aggiuntiva alla Prima relazione sullo stato dell'ambiente in Italia*

duzione delle concentrazioni di SO₂, CO, piombo e PST, grazie alla penetrazione del gas naturale, alla riduzione del tenore di zolfo nei combustibili derivati dal petrolio, all'introduzione della benzina senza piombo e alla penetrazione delle vetture catalizzate. Per il PST è essenzialmente la componente primaria a ridursi.

Si palesano le criticità relative a O₃, NO₂, benzene e IPA. Il PST nella normativa viene dapprima affiancato e poi sostituito dal PM10 (particolato di dimensioni caratteristiche inferiori a 10ppm). Crescente attenzione viene data alle diossine e ai metalli, le cui emissioni sono dovute in misura rilevante alla combustione (controllata e non) dei rifiuti.

La direttiva quadro sulla qualità dell'aria 96/62/CE del 1996 recepita nel nostro ordinamento nel 1999 (D.Lgs. 351/99) riorganizza la valutazione e gestione dell'inquinamento atmosferico, le direttive figlie fissano nuovi valori limite per gli inquinanti. Si riconfigurano i problemi dell'inquinamento atmosferico in Italia: non più gli inquinanti primari *tradizionali* come SO₂ (che già negli anni '90 è sotto controllo), CO e piombo (i cui trend in diminuzione li porteranno sotto controllo a cavallo tra la fine degli anni '90 e l'inizio del decennio successivo), ma il benzene (inquinante che si riuscirà a portare sotto controllo, analogamente a tutti gli altri inquinanti primari, riducendone le emissioni alla fonte) e gli inquinanti secondari o a rilevante componente secondaria come O₃, NO₂, PM10, che si rivelano molto più difficili da controllare in ragione del fatto che per essi non sussiste la proporzionalità tra emissioni e concentrazioni e che tuttora costituiscono importanti criticità. Accanto a questi, gli IPA in alcune aree urbane e industriali (poli siderurgici in particolare), le diossine e i metalli in talune zone industriali e a seguito di una non corretta combustione dei rifiuti.

Nel 1999 l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (Anpa), istituita insieme alle Agenzie Regionali/delle Province Autonome nel 1993, pubblica il *Primo rapporto Anpa sugli indicatori di pressione e di stato dell'ambiente atmosferico*¹¹.

Il Piano nazionale di tutela della qualità dell'aria: un'occasione persa. Il DPR 203 del 1988 *Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali*, ai sensi dell'art. 15 della l. 16 aprile 1987, n. 183 prevede-

¹¹ Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA), (1999), *Emissioni in atmosfera e qualità dell'aria in Italia, 1999 - Primo rapporto ANPA sugli indicatori di pressione e di stato dell'ambiente atmosferico*



va all'art. 3 (comma 4.b) la realizzazione, a cura del Ministero dell'Ambiente di concerto con la Sanità, del Piano nazionale di tutela della qualità dell'aria *sulla base dei piani regionali, previa verifica della loro compatibilità*.

Nel 1996 il Ministero dell'Ambiente affida all'Enea la realizzazione della Bozza di Piano nazionale di tutela della qualità dell'aria. La bozza viene realizzata e consegnata al Ministero nel giugno del 1997¹². Scopo del documento era quello di fornire *gli elementi per identificare le quote di riduzione delle emissioni atmosferiche dalle diverse attività antropiche sulla base delle relazioni tra gli obiettivi di qualità (in termini di concentrazioni in aria e/o di deposizioni al suolo e/o di effetti sull'uomo e l'ambiente) e la possibilità di raggiungerli*.

Il Piano nazionale di tutela della qualità dell'aria non vedrà mai la luce. Verrà abrogato con il D. Lgs. 351/99 che recepisce la direttiva quadro sulla qualità dell'aria 96/62/CE. L'abrogazione del Piano nazionale è stata probabilmente un errore. Già all'epoca era chiaro sul piano scientifico e tecnico che il controllo dell'inquinamento atmosferico, segnatamente degli inquinanti totalmente o parzialmente secondari – O₃, NO₂, PM10, PM2,5 – non può essere risolto a livello regionale, in particolare in aree critiche come la Pianura Padana.

La situazione presente. Il resto è storia recente. I valori limite di PM10 entrati in vigore dal 1° gennaio 2005 sono stati sforati in varie zone del paese – un evento ampiamente preannunciato. La risposta – a sfioramento avvenuto – è l'istituzione della Commissione Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico (CNEIA):

La frequenza e la distribuzione sul territorio dei superamenti del valore limite giornaliero delle concentrazioni atmosferiche del PM10 hanno indicato una situazione di emergenza che richiede la definizione di un piano di interventi urgenti, coordinato a livello nazionale, per contenere nella misura massima possibile i fenomeni di inquinamento atmosferico¹³.

Come purtroppo molto spesso accade in Italia, si cavalcano approcci emergenziali per problemi la cui soluzione richiede una programmazione pluriennale e cambiamenti strutturali.

L'ultimo atto rilevante di questa vicenda è l'emanazione della nuova Direttiva sulla qualità dell'aria 2008/50/CE recepita con il D. Lgs 155 del 2010. In proposito si rileva l'introduzione di limiti per il PM2,5 e l'abbandono dell'ipotesi di imporre limiti

più restrittivi per il PM10. Evidentemente si prende atto a livello europeo della difficoltà di alcuni paesi – l'Italia è tra questi – nel controllo dell'inquinamento da PM10.

Gli anni recenti vedono nel nostro paese un miglioramento dello stato delle conoscenze grazie all'attività del Sistema delle Agenzie Ambientali Ispra/Arpa/Appa, e la messa a punto di uno strumento modellistico la cui necessità era stata ampiamente invocata già negli anni '90, tra l'altro nella Bozza di Piano nazionale di tutela della qualità dell'aria: il sistema MINNI¹⁴.

Molto più deboli appaiono le risposte sul piano dei provvedimenti, dove si paga la tradizionale mancanza di integrazione della politica ambientale nelle politiche di settore, e tra i diversi livelli amministrativi: Stato, Regioni, Province, Comuni, eccetera. In tutto questo, la crisi economica non aiuta.

E' probabilmente solo con un cambio di visione che si può fare un salto di qualità nella tutela dell'ambiente, e dunque della qualità dell'aria: le istanze ambientali sono generalmente considerate come vincoli che non favoriscono la ripresa e la crescita economica. D'altra parte lungaggini e farraginosità nelle procedure non aiutano a cambiare opinione.

Stupisce come queste considerazioni, e molto più, siano presenti nella citata Nota aggiuntiva alla prima RSA del 1989, dove vengono lucidamente individuati tre limiti:

Il primo limite sta nell'indirizzo generale della politica economica, che resta fondamentalmente estraneo, indifferente, e tendenzialmente contraddittorio rispetto ai vincoli, alle esigenze e alle potenzialità di difesa e di sviluppo dell'ambiente. A questo limite culturale si aggiunge un limite istituzionale: l'assenza di qualunque valida struttura di programmazione economica, generale e territoriale, che consenta di coordinare gli obiettivi e le azioni e di controllare i risultati delle politiche settoriali. Il terzo limite consiste nella lentezza e nella vischiosità dei processi decisionali, politici, legislativi, amministrativi¹⁵.

L'impressione è che i limiti sopra descritti siano ancora ben presenti, e che nell'ultimo quarto di secolo il paese sia rimasto sostanzialmente immobile sotto questi profili.

¹² Enea, (1997), *Bozza di Piano nazionale di tutela della qualità dell'aria*

¹³ Commissione Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico (CNEIA), (2006), *Relazione conclusiva*

¹⁴ Enea, (2013), *Progetto MINNI. Sistema modellistico per le politiche di qualità dell'aria a supporto di governo e regioni*

¹⁵ Energia ed ambiente, (1988), op. cit.

Definizione del quadro normativo e istituzionale

In questo paragrafo si tratterà il quadro normativo e istituzionale relativo all'inquinamento atmosferico mentre per quanto riguarda i cambiamenti climatici si rimanda al paragrafo sui cambiamenti climatici di questo Capitolo e Capitolo 6, L'aria e il clima.

La prima legge italiana organica sull'inquinamento atmosferico, che individua l'aria come un bene giuridico da proteggere, è la legge 13 luglio 1996, n. 615 *Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico*. Il successivo provvedimento organico sarà il D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 di recepimento di quattro direttive europee in materia. Con il decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351 *Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente* si definiscono i principi base per il mantenimento e il miglioramento della qualità dell'aria ambiente¹⁶.

La normativa quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico è attualmente rappresentata dal Decreto Legislativo n. 155/2010, che recepisce la direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa e che ha abrogato il Decreto Legislativo n. 351/99 e i rispettivi decreti attuativi (il DM 60/02, il Decreto Legislativo n.183/2004 e il DM 261/2002). Il Decreto Legislativo n.155/2010 contiene le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo riferiti alle concentrazioni in aria degli inquinanti considerati. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), ozono (O₃), materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm (PM₁₀), materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (PM_{2,5}), Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni sullo stato della qualità dell'aria da inviare al Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare.

Il provvedimento individua nelle Regioni le autorità competenti per effettuare la valutazione della qualità dell'aria e per la redazione dei Piani di Risana-mento della qualità dell'aria nelle aree nelle quali sono stati superati i valori limite. Ai sensi dell'art. 10

del decreto sono le Regioni che devono predisporre anche i Piani di Azione per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, valori obiettivo e soglie di allarme.

Gli Allegati V e IX stabiliscono le modalità per la realizzazione o l'adeguamento delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria.

L'Allegato VI del decreto contiene i metodi di riferimento per la determinazione degli inquinanti. Gli allegati VII e XI, XII, XIII e XIV riportano i valori limite, i livelli critici, gli obiettivi a lungo termine e i valori obiettivo rispetto ai quali effettuare la valutazione dello stato della qualità dell'aria.

I valori limite/obiettivo per le specie inquinanti più critiche sono riportati nel seguito:

- PM₁₀ giornaliero (50 µg/m³ di concentrazione media nelle 24 ore da non superare più di 35 volte in un anno);
- PM₁₀ annuale (la concentrazione media annuale non deve superare i 40 µg/m³);
- PM_{2,5} annuale (la concentrazione media annuale non deve superare i 25 µg/m³);
- benzo(a)pirene annuale (il valore obiettivo per la concentrazione media annuale è pari a 1 ng/m³);
- arsenico (il valore obiettivo per la concentrazione media annuale è pari a 6,0 ng/m³);
- cadmio (il valore obiettivo per la concentrazione media annuale è pari a 5,0 ng/m³);
- nichel (il valore obiettivo per la concentrazione media annuale è pari a 20,0 ng/m³);
- NO₂ orario (200 µg/m³ di concentrazione media oraria da non superare più di 18 volte in un anno);
- NO₂ annuale (la concentrazione media annuale non deve superare i 40 µg/m³);
- benzene annuale (la concentrazione media annuale non deve superare i 5,0 µg/m³).

Per quanto riguarda l'Ozono sono definiti tre valori limite:

- valore obiettivo a lungo termine: la concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili effetti nocivi diretti sull'ambiente e sulla salute umana. Tale livello è pari a 120 µg/m³, con riferimento al valore massimo giornaliero della media della concentrazione di ozono calcolata su 8 ore consecutive;
- soglia di informazione: livello oltre il quale c'è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione (bambini, anziani, asmatici, bronchitici cronici, cardiopatici); raggiunto tale livello, pari a 180 µg/m³ (calcolati sulla media di un'ora),

¹⁶ Cirillo M.C., Zega L., (2007), *Piani e programmi per la qualità dell'aria: la situazione italiana, la nuova direttiva europea*, Rivista giuridica dell'ambiente Anno XXII, Fasc. 3-4



devono essere adottate le misure previste da norme e regolamenti;

- soglia di allarme: livello oltre il quale c'è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata; raggiunto tale livello, pari a 240 µg/m³ (calcolati sulla media di un'ora), devono essere adottate le misure previste.

Secondo quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010 (come dal precedente D.Lgs. 351/1999) i soggetti responsabili della valutazione e gestione della qualità dell'aria, ossia Regioni e Province autonome, hanno l'obbligo di predisporre un Piano di qualità dell'aria nei casi in cui i livelli in aria ambiente degli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e materiale particolato PM₁₀ superino i rispettivi valori limite o valori obiettivo stabiliti dal suddetto decreto. Obiettivo principale dei Piani di qualità dell'aria è quello di individuare misure/provvedimenti efficaci al fine di garantire il rispetto dei limiti entro i termini stabiliti.

Attualmente il formato con cui trasmettere le informazioni relative ai Piani è stato stabilito dalla Decisione 2004/224/CE, mentre dal 1° gennaio 2014 sono entrate in vigore nuove modalità di trasmissione stabilite dalla Decisione 2011/850/CE¹⁷.

Regioni e province autonome devono trasmettere le informazioni relative ai Piani di qualità dell'aria, al Ministero dell'Ambiente (MATTM) e all'Ispra entro diciotto mesi dalla fine dell'anno di riferimento, os-

¹⁷ Decisione di esecuzione della Commissione del 12 dicembre 2011 recante disposizioni di attuazione delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda lo scambio reciproco e la comunicazione di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente

sia quello in cui sono stati registrati i superamenti; il MATTM a sua volta, le trasmette alla Commissione Europea entro due anni dalla fine dell'anno di riferimento¹⁸.

Di recente sono stati emanati il DM Ambiente 29 novembre 2012 che, in attuazione del Decreto Legislativo n.155/2010, individua le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria e il Decreto Legislativo n.250/2012 che modifica e integra il Decreto Legislativo n.155/2010, definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei COV (Composti Organici Volatili).

Le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria, individuate con il DM 29/11/2012 sono:

- stazioni di fondo in siti rurali per la misurazione della concentrazione di massa totale e per speciazione chimica del PM_{2,5};
- stazioni di misurazione per la verifica della costanza dei rapporti tra il benzo(a)pirene e gli altri IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) di rilevanza tossicologica;
- stazioni per la misurazione indicativa delle concentrazioni di arsenico, cadmio, nichel, mercurio, benzo(a)pirene e altri IPA di rilevanza tossicologica e per la misurazione indicativa della relativa deposizione totale;
- stazioni per la misurazione della concentrazione di massa totale e per la speciazione chimica del PM₁₀ e del PM_{2,5} su base annuale;
- stazioni di fondo in siti rurali per la misurazione dell'ozono;
- stazioni di misurazione dei precursori dell'ozono.

¹⁸ Bonanni P., Cusano M., De Santis A., Sarti C., (2013), *Piani di qualità dell'aria*, in Qualità dell'ambiente urbano, IX Rapporto Ispra, Roma

Un esempio di buona pratica: Il caso Roma

A livello locale si ritiene utile riportare l'esperienza del Comune di Roma (Anselmi S., Cilia S., Donato E., Melocchi C., Petracca B.T., Ticconi L., Cignini B. (2013), *Gestione della qualità dell'aria: a Roma una Commissione tecnica interdisciplinare a supporto dei decisori locali* in Qualità dell'ambiente urbano, IX Rapporto, Ispra, Roma) in quanto spiega il passaggio delle competenze dal Servizio Sanitario Nazionale (SSN) ai servizi sull'ambiente e come a livello di amministrazione comunale è stato interpretato il ruolo del Comune in un contesto normativo che, come sopra descritto, individua la Regione come autorità competente per la qualità dell'aria.

Nel 1994 l'Amministrazione comunale di Roma istituisce una Commissione tecnico-scientifica interdisciplinare per le problematiche relative all'inquinamento atmosferico. La Commissione nasce con deliberazione di Giunta Comunale e, nell'oggetto stesso dell'atto, viene posta a diretto supporto dei decisori politici e gestionali.

La Commissione nasce e si colloca in un contesto ben caratterizzato. Negli anni '90 le politiche pubbliche in Italia, per quanto riguarda il tema ambiente, erano fortemente contrassegnate dall'esito quasi plebiscitario del Referendum abrogativo del 1993 che ha soppresso le competenze ambientali della vigi-

lanza e controllo locali del SSN esercitate tramite i Presidi multizonali di prevenzione (PMP) delle Unità Sanitarie Locali. La conseguente legge 21 gennaio 1994, n. 61 ha affidato questi compiti alle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), istituite assieme all'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente; la legge, realizzando la volontà popolare, ha introdotto una nuova concezione della materia ambientale, volta alla migliore armonizzazione fra le istituzioni statali e quelle territoriali, rinnovando gli ambiti di competenza, modificando le competenze ambientali amministrative e definendo una precisa demarcazione tra le materie *ambientali* rispetto a quelle propriamente *sanitarie*. Su questo argomento, la suddivisione tra ambiente e salute, già il Gruppo VESE dell'allora Cnen, oggi Enea, era arrivato a questa conclusione che era già nelle previsioni. In questa scelta si intersecano più linee di sviluppo: da un lato una progressiva e sempre più accentuata consapevolezza, a livello individuale, collettivo e pubblico, nazionale e internazionale, della nozione di ambiente con l'esigenza di politiche organiche e comportamenti consapevoli, dall'altro un processo di radicale riforma amministrativa che assegna sempre maggiori poteri agli enti territoriali anche nella regolamentazione del proprio territorio, inclusi gli aspetti ambientali. È questo, pertanto, il contesto normativo e culturale in cui si colloca la scelta di Roma di istituire la Commissione. Sono chiamati a farne parte componenti designati nominativamente o previsti come appartenenza o qualifica professionale, provenienti dai Ministeri dell'Ambiente e della Sanità, dalle Università, dall'Arpa Lazio (già PMP), come pure esperti dei maggiori enti di ricerca impegnati nel campo specifico, nonché degli Uffici comunali, provinciali e regionali, con compiti diretti nella materia o riconducibili alla stessa. È designato nominativamente a farne parte anche il presidente della maggiore associazione ambientalista di quegli anni, quale voce qualificata della società civile.

La Commissione inizialmente è stata istituita presso il settore dell'Amministrazione che si occupava di mobilità, cui veniva attribuita anche la competenza in materia di inquinamento atmosferico, in quanto si identificava nel traffico veicolare una causa primaria, nello specifico territorio, di tale criticità ambientale; a gennaio del 1998 è stato istituito un Dipartimento specifico per l'Ambiente, che ha assunto le competenze comunali inerenti alla qualità dell'aria e con esse il sostegno alla Commissione dedicata.

Dal 1994 la Commissione ha dato e continua a dare supporto ai decisori politici e gestionali di Roma non solo nel rispondere con efficacia a quanto disposto in materia dalla normativa nazionale e regionale, individuando idonee procedure e interventi applicativi locali, ma affiancando tale attività con approfondimenti tecnico-scientifici e valutazioni atti a garantire la più corretta interpretazione e attuazione delle norme, contestualizzata allo stato della qualità dell'aria, in una prospettiva di analisi, dal livello locale fino a quello sovranazionale.

Per quanto riguarda Roma Capitale, la Regione Lazio (con DGR n.11121 del 1992) ha individuato, ai sensi dell'art. 9 del DM 20 maggio 1991, l'intero territorio del comune di Roma quale zona particolarmente esposta al rischio di inquinamento atmosferico e nel Sindaco l'autorità competente all'adozione di provvedimenti conseguenti a stati d'inquinamento acuto. In particolare, il sopraccitato Decreto stabiliva, da parte dell'Autorità competente, la redazione di Piani di Intervento Operativo finalizzati ad individuare possibili provvedimenti da assumere per la riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico.

Nei primi anni, come definito nello stesso atto istitutivo, alla Commissione è stato affidato il compito di redigere il Piano di Intervento Operativo, disposto dall'art. 9 del DM 20 maggio 1991, con gli aggiornamenti successivi che si fossero resi necessari e, più in generale, di coadiuvare l'Amministrazione Comunale negli orientamenti da assumere in materia. Nell'ambito della Commissione era stato, peraltro, costituito anche un gruppo di carattere più operativo, incaricato di supportare l'Amministrazione nella gestione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico.

Con l'evolversi della normativa e il passaggio da una logica di interventi di tipo emergenziale verso una logica di interventi strutturali programmati e pianificati nel medio lungo termine, il coinvolgimento della Commissione ha costituito un valido supporto nell'analisi e valutazione degli interventi stessi in un'ottica interdisciplinare, per poterli efficacemente calare nella realtà complessa che caratterizza il Comune di Roma (oggi Roma Capitale). In particolare, a iniziare dal 1999, anno di entrata in vigore del DM 163/99 e, a seguire, del D. Lgs. 351/99, si è intrapreso un percorso di valutazione degli interventi da attuare, nonché di verifica dell'efficacia degli interventi già messi in campo che hanno portato, in ottemperanza alle norme suddette, alla elaborazione del Rapporto sulla Qualità dell'aria. La scelta di continuare gli aggiornamenti e approfondimenti in tale direzione, elaborando periodicamente il Rapporto anche dopo l'abrogazione del DM 163/99, ha consentito di poter approdare ai lavori, nell'ambito regionale, finalizzati alla elaborazione e redazione del Piano di risanamento, avendo a disposizione conoscenze e approfondimenti sulle tematiche connesse all'inquinamento atmosferico specificatamente per la città di Roma. Nel contempo, in ottemperanza ai decreti attuativi delle Direttive europee in materia, e in particolare del Decreto n. 60/2002, è



scaturita l'esigenza di adeguare e rinnovare le reti di monitoraggio. L'operazione di verifica e valutazione soprattutto in relazione al posizionamento delle stazioni di monitoraggio ha comportato, ai diversi livelli istituzionali, un confronto molto impegnativo che, a livello comunale, è stato affrontato avvalendosi anche delle competenze e della ormai ben consolidata esperienza di interazione professionale dei componenti della Commissione stessa.

Recentemente, il coinvolgimento della Commissione in merito ai lavori finalizzati alla elaborazione e stesura del Nuovo Piano di Intervento Operativo (PIO), approvato con DGC 242/2011, ha consentito di inquadrare nel modo più proprio gli interventi da adottare e soprattutto di impostare il nuovo PIO in un'ottica non soltanto di contenimento dell'inquinamento ma di intervento preventivo. Secondo tale impostazione è stato dato grande rilievo alla informazione preventiva alla cittadinanza, atta, da una parte, a limitare l'esposizione a situazioni di inquinamento critico in divenire e, dall'altra, a incoraggiare verso comportamenti virtuosi da assumere soprattutto per prevenire le situazioni previste di criticità.

Sarebbe riduttivo definire questo percorso ventennale ancora aperto, fra Amministrazione e Commissione, come un mero rapporto di collaborazione, per quanto proficuo. Le modalità di confronto e di interazione fra i componenti, diversi per competenze e appartenenza ma in una interdisciplinarietà del tutto complementare, hanno portato a una crescita comune. Molte volte, infatti, le riflessioni e le valutazioni sono state effettuate con la finalità di dare applicazione a livello locale a nuove disposizioni normative, ma in taluni casi il continuo confronto ha portato a promuovere approfondimenti e valutazioni anticipatorie rispetto all'itinerario normativo stesso.

Le fonti di pressione e gli impatti

L'impatto delle attività umane sull'ambiente rappresenta sicuramente una delle sfide che il mondo politico e scientifico dovranno affrontare con sempre maggiore attenzione ed obiettività. Risulta ormai evidente che i cambiamenti ambientali dovranno occupare le agende politiche dei prossimi anni. Tra le numerose problematiche ambientali quella che sta riscuotendo un sempre maggior interesse riguarda l'effetto dell'attività umana sull'alterazione chimico-fisica dell'atmosfera. L'acidificazione, l'incremento delle emissioni di gas ad effetto serra, la riduzione dell'ozono stratosferico e l'incremento di quello troposferico, l'incremento delle polveri ultrafini trovano sempre maggiore attenzione. Numerosi studi epidemiologici già a partire dagli anni '90 hanno dimostrato una correlazione tra la concentrazione di inquinanti nell'aria ed il peggioramento delle condizioni di salute della popolazione: aggravamento di sintomi respiratori e cardiaci in soggetti predisposti, infezioni respiratorie, sintomi respiratori cronici, diminuzione dell'aspettativa di vita. Lo Iarc (International Agency for Research on Cancer) nell'ottobre 2013 ha certificato che l'inquinamento dell'aria può provocare il cancro¹⁹. L'inquinamento dell'aria legato allo smog da traffico e ai fumi industriali è infatti una delle cause di tumore ai polmoni²⁰. Eviden-

ti sono poi anche gli effetti sull'ambiente che ci circonda: danni provocati alle strutture metalliche, alle opere d'arte, alle pitture, ai fabbricati, declino del patrimonio di biodiversità, forestale ed agricolo, riduzione della visibilità. I decisori politici dovranno pertanto trovare con urgenza soluzioni a questo sempre più pressante problema.

Le fonti di inquinamento

La normativa italiana definisce l'inquinamento atmosferico come *ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente*. Comunemente gli inquinanti si distinguono in primari e secondari. Gli inquinanti primari sono emessi direttamente in atmosfera, tra cui per esempio il biossido di zolfo (SO₂), il monossido di azoto (NO), il monossido di carbonio (CO), mentre gli inquinanti secondari derivano da trasformazioni chimiche tra quelli primari e tra primari e componenti naturali dell'atmosfera. Questa distinzione è importante ai fini delle misure utili per il controllo. Infatti, sebbene ci sia una relazione diretta tra l'emissione degli inquinanti primari e la loro concentrazione ambientale, la riduzione di un precursore non porta automaticamente a un decremento proporzionale nel livello di un inquinante secondario (per esempio, il livello di O₃ nell'aria può aumentare al diminuire delle emissioni di

¹⁹ http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf

²⁰ Raaschou-Nielsen O. et al., (2013), *Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE)*, The Lancet Oncology, Vol 14 n. 9, pp. 813-822

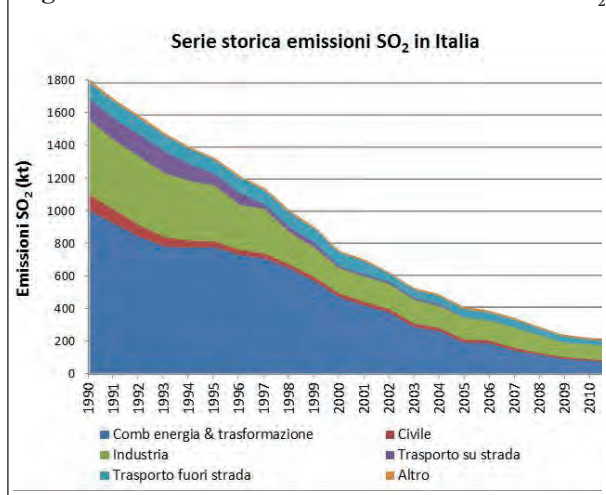
monossido di azoto (NO). Per quanto riguarda la loro origine, gli inquinanti si dividono in antropogenici e naturali. Gli inquinanti naturali hanno sempre accompagnato la vita dell'uomo: eruzioni vulcaniche, incendi delle foreste, decomposizione di composti organici, ma sono senza dubbio gli inquinanti di origine antropica a destare maggiore preoccupazione, a causa di una continua crescita dovuta ad un uso indiscriminato delle risorse naturali. Le sorgenti antropiche possono essere classificate in puntuali, diffuse e lineari.

Le sorgenti dei principali inquinanti

Nel corso dei successivi paragrafi verranno illustrate le sorgenti di emissione (Pressioni) dei principali inquinanti, iniziando dagli inquinanti tradizionali, SO₂, NO_x, PM_{2.5}, COV e NH₃ fino agli inquinanti che negli ultimi anni stanno destando maggiori preoccupazioni, come IPA, diossine, metalli pesanti. Le serie storiche delle emissioni sono di fonte Ispra²¹.

Ossidi di zolfo (SO_x). Gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera, comunemente indicati con SO_x, sono l'anidride solforosa (SO₂) e l'anidride solforica (SO₃). L'anidride solforosa è un gas incolore, dall'odore acre e pungente, non infiammabile e molto solubile in acqua. Proprio quest'ultima caratteristica rende l'SO₂ facilmente assorbibile dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio, di conseguenza solo piccolissime quantità di questa sostanza raggiungono la parte più profonda del polmone e il mediastino. L'accertato effetto sinergico dell'SO₂ con il particolato può però portare a fenomeni fisiopatologici anche a concentrazioni molto basse. Lo zolfo presente in atmosfera proviene per circa due terzi da fonti naturali, dai vulcani in particolare, mentre la parte antropogenica al 2011 deriva per il 45% dalla combustione e dai processi industriali, per il 34% dagli impianti termoelettrici e per il 14% dai trasporti fuori strada, in particolare dal settore marittimo. A causa delle numerose regolamentazioni, intervenute in particolare nel settore termoelettrico, le emissioni di SO₂ hanno subito forti riduzioni nel corso degli anni, riducendosi dell'89% dal 1990 al 2011 (vedi Figura 19.1).

Figura 19.1 - Serie Storica Nazionale delle emissioni SO₂

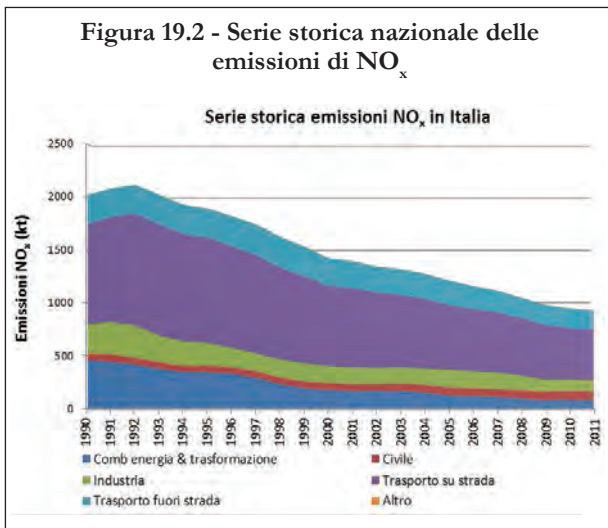


Ns. elaborazione su dati Enea- Ispra

Ossidi di azoto (NO_x). Pur rappresentando un insieme piuttosto complesso, per ossidi di azoto si intendono soprattutto il monossido di azoto (NO) ed il biossido diazoto (NO₂) provenienti dalla reazione tra di azoto (N₂) e ossigeno (O₂). Il monossido di azoto è un gas inodore, incolore, insapore con bassa tossicità che invece è notevolmente elevata per il biossido di azoto. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente, con grande potere irritante, ossidante, molto reattivo e quindi altamente corrosivo. L'NO₂ può essere considerato come un inquinante secondario, derivando soprattutto dall'ossidazione del monossido di azoto e svolge un ruolo fondamentale nello smog fotochimico rappresentando l'intermedio di base per la produzione di inquinanti secondari molto pericolosi, come per esempio ozono, acido nitrico e nitroso, alchilnitriti, perossiacetilnitriti (PAN). La principale sorgente di emissione di NO_x continua ad essere il trasporto su strada che al 2011 pesa per il 52% delle emissioni totali, seguita dal trasporto fuori strada (19%) e dall'industria (12%), come si vede nella Figura 19.2. Rispetto ai primi anni '90 le emissioni di NO_x si sono notevolmente ridotte soprattutto per l'introduzione della marmitta catalitica e dei denitrificatori, rispettivamente nel settore trasporto e negli impianti di combustione.

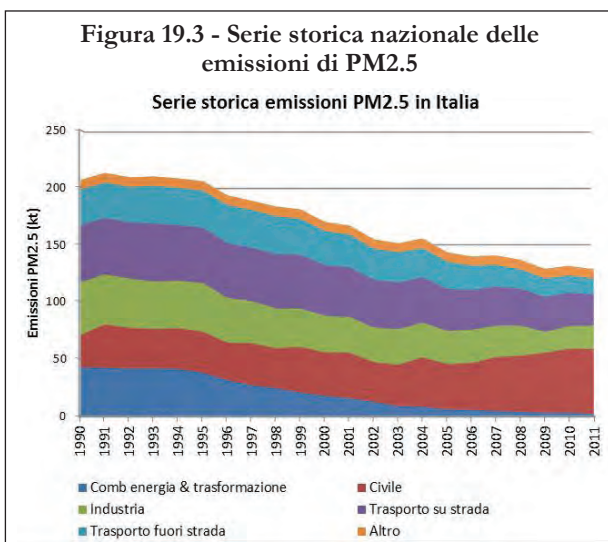
²¹ Ispra, (2013), <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni>





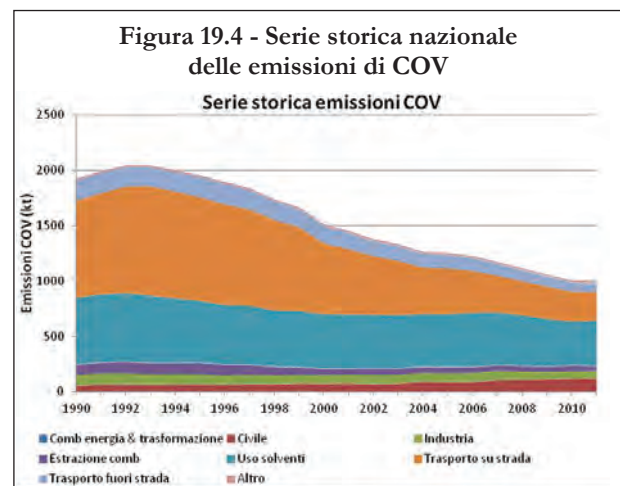
Ns. elaborazione su dati Enea- Ispra

Polveri sottili (PM). Il particolato atmosferico è un insieme di particelle solide e liquide, sospese in aria, differenti per caratteristiche dimensionali, composizione e provenienza. Può essere di tipo *primario* se emesso direttamente in atmosfera oppure *secondario* se formatosi in atmosfera da una serie di reazioni chimiche. Nel corso della loro vita le particelle si modificano attraverso processi di diluizione, dispersione, coagulazione e reazioni chimiche. Il particolato presente in atmosfera proviene sia da processi naturali (per esempio eruzioni vulcaniche, azione del vento, sabbie sahariane, aerosol marini) sia da processi antropogenici. In questi anni c'è stata una forte evoluzione nella stima delle emissioni di particolato. Se fino ai primi anni 2000 il settore che maggiormente contribuiva alle emissioni di totali di PM_{2,5} era il trasporto stradale, oggi il settore civile è il principale settore emissivo, con un contributo pari al 44% dovuto ad un forte incremento dei consumi di legna per riscaldamento (Figura 19.3).



Ns. elaborazione su dati Enea- Ispra

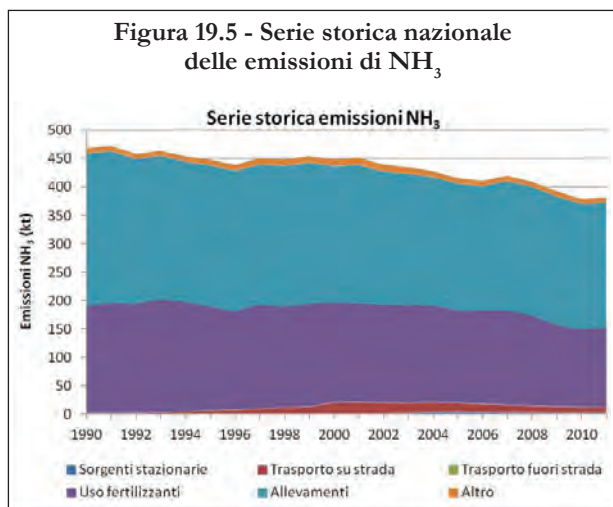
Composti Organici volatili (COV). I composti organici volatili (COV) sono composti organici che evaporano con facilità a temperatura ambiente e comprendono composti chimici caratterizzati da molecole con comportamenti fisici e chimici diversi. I COV possono essere divisi in composti biogenici, di origine naturale che comprendono principalmente terpeni e isoprene, e antropogenici, tra cui rientrano per esempio benzene, toluene, etano. Le emissioni di COV si sono significativamente ridotte dagli anni '90 ad oggi (Figura 19.4) a causa della progressiva sostituzione di autovetture non catalitiche. Attualmente la principale sorgente emissiva è legata all'uso di solventi, sia di tipo industriale che domestico, che contribuisce alle emissioni totali per il 41%, seguita dal trasporto su strada con il 26%. A causa dell'uso di biomassa per riscaldamento nel settore residenziale, si osserva un incremento delle emissioni di COV dal settore civile.



Ns. elaborazione su dati Enea- Ispra

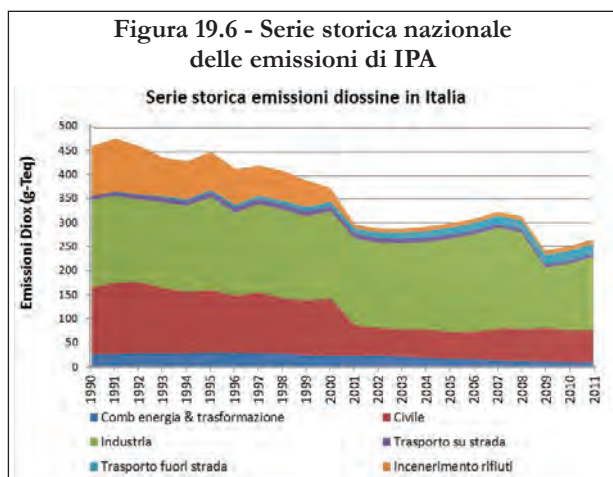
Ammoniaca (NH₃). L'ammoniaca è un composto dell'azoto che a temperatura ambiente si presenta come un gas incolore dall'odore pungente e soffocante, irritante e tossico. L'ammoniaca negli ultimi anni ha acquisito un ruolo molto importante nell'ambiente, partecipando al ciclo dell'azoto, contribuendo a fenomeni di eutrofizzazione e partecipando alla formazione del particolato atmosferico. Le emissioni di NH₃ derivano principalmente dall'agricoltura, con un contributo superiore al 95% (Figura 19.5) ed in particolare dall'uso esteso di fertilizzanti e dagli allevamenti animali. Tra gli allevamenti zootecnici i più emissivi sono quelli bovini, mentre le fasi di ricovero e stoccaggio delle deiezioni animali per tutte le specie zootecniche rappresentano un contributo del 58% alle emissioni totali. Una quota minima delle emissioni nazionali di NH₃ proviene dai processi produttivi, dal trattamento/smaltimento dei rifiuti e dai trasporti

stradali che negli ultimi anni hanno registrato un incremento, a causa dell'introduzione della marmitta catalitica.



Ns. elaborazione su dati Enea- Ispra

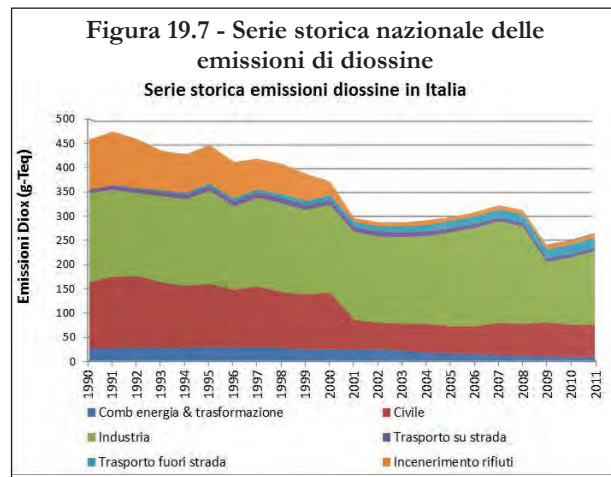
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono contaminanti organici che si formano per combustione incompleta di materiali organici, in particolare legno, carbone e petrolio. Le molecole degli IPA sono costituite da tre o più anelli benzenici. Il composto sicuramente più studiato per la sua elevata tossicità è il benzo(a)pirene (BaP). In Italia l'inquinamento da IPA è legato alle emissioni industriali dovute all'industria del ferro e dell'acciaio, seguita dal riscaldamento domestico, i cui contributi alle emissioni totali nel 2011 erano pari al 46% e 35% (Figura 19.6).



Ns. elaborazione su dati Enea- Ispra

Diossine. Con il termine generale di diossine viene descritto un gruppo di centinaia di composti chimici capaci di persistere per lungo tempo nell'ambiente. Almeno 13 di queste molecole sono considerate tossiche per l'uomo. Il composto più tossico è la tetraclorodibenzo-p-diossina o TCDD.

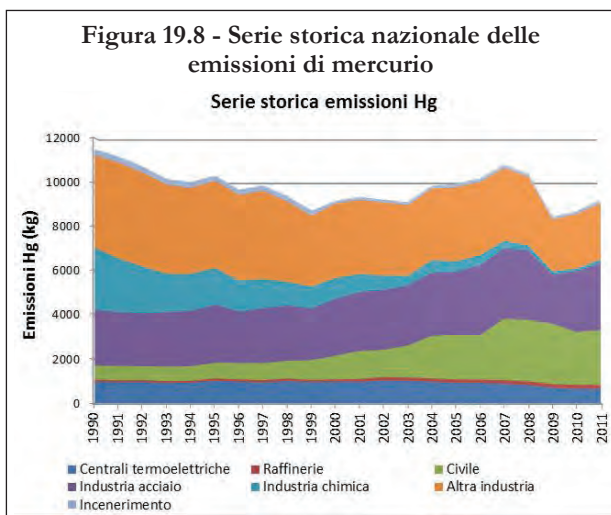
La tossicità delle altre diossine viene quindi espressa in relazione alla TCDD. Le diossine si formano nel corso di numerosi processi chimici in cui siano coinvolti prodotti clorurati. Le fonti principali di diossina sono inceneritori di rifiuti, fonderie di metalli, impianti di riscaldamento domestico a legna e il traffico veicolare. In Italia nel 2011 (Figura 19.7) la principale sorgente emissiva è stato il settore industriale, ed in particolare il settore siderurgico, con un contributo alle emissioni totali del 58% seguito dal settore residenziale (25%) legato alla combustione di biomassa per riscaldamento.



Ns. elaborazione su dati Enea - Ispra

Mercurio (Hg). Si definiscono pesanti quei metalli che hanno numero atomico superiore a quello del ferro (55), con densità molto elevata e che sono causa di inquinamento e tossicità per gli organismi biologici. Fra i metalli maggiormente responsabili dei danni ambientali, vi sono il mercurio, il cadmio, l'arsenico, il nichel, il cromo e il piombo. Per l'elevata permanenza media in atmosfera (6-12 mesi) e per la sua elevata tossicità si considera il mercurio tra i metalli più significativi e pericolosi. In Italia la principale sorgente emissiva è sicuramente l'industria, in particolare l'industria dell'acciaio e l'industria chimica, ma con l'incremento dei consumi di biomassa dagli anni 2000, anche il settore civile ha raggiunto livelli di mercurio preoccupanti (Figura 19.8).





Ns. elaborazione su dati Enea - Ispra

Le analisi degli impatti Gli effetti degli inquinanti chimici sulla salute umana

Le emissioni di inquinanti atmosferici sono generate da diversi settori produttivi industriali, come il metallurgico, il chimico ed il petrolifero, nonché dalle centrali termoelettriche, mentre per il settore dei servizi le emissioni sono dovute principalmente al trasporto sia pubblico che privato ed al riscaldamento di edifici civili e residenziali.

Gli ossidi di azoto (NO_x) vengono prodotti da qualsiasi combustione che utilizza aria. Secondo le condizioni di combustione si ottengono diverse quantità e qualità di miscele di ossidi di azoto che, dissolti nelle precipitazioni atmosferiche e nella nebbia, determinano la formazione di acidità minerale, le cosiddette *piogge acide*. Tali inquinanti provocano effetti tossici sull'apparato respiratorio, mucose e occhi (bronchiti, asma, allergie, enfisema e edemi polmonari) ed il rischio è più elevato in gruppi di popolazione sensibili, quali i bambini e gli asmatici.

Il monossido di carbonio (CO) è un gas velenoso prodotto dalla combustione incompleta di sostanze organiche contenenti carbonio. La sua tossicità si può manifestare, anche a basse concentrazioni, riducendo l'afflusso di ossigeno attraverso il sangue al sistema nervoso centrale, ai polmoni ed al cuore e può essere causa di asfissia, ischemie cardiache e cerebrali.

L'ozono (O_3) è il più importante ossidante fotochimico che si forma in atmosfera con complesse reazioni a partire da NO_x e da idrocarburi, in presenza di radiazione ultravioletta. I suoi principali effetti sulla salute umana si evidenziano a carico delle vie respiratorie, dove si ha l'induzione di una rispo-

sta infiammatoria ed alterazioni che determinano una riduzione della funzione polmonare, comparsa di iper-reattività bronchiale fino alla possibile insorgenza di edema polmonare.

I composti organici volatili non metanici (NMVOC) sono emessi dagli impianti delle raffinerie di prodotti petroliferi, dall'evaporazione dei carburanti durante il rifornimento nelle stazioni di servizio e dagli autoveicoli, mezzi di trasporto marittimo e riscaldamenti civili e privati come prodotti incombusti. Gli effetti sulla salute comprendono danni al fegato, ai reni ed al sistema nervoso centrale. A questa classe di composti appartiene anche il benzene, la cui fonte principale di emissione è costituita dal traffico veicolare. Secondo lo Iarc (International Agency for Research on Cancer) è accertata la cancerogenicità del benzene per l'uomo (gruppo 1). La normativa vigente (D. Lgs. 155/2010) definisce per questo inquinante un valore limite medio annuale nell'aria di 5 mg/m^3 per la protezione della salute umana.

Ad alcuni *Idrocarburi Policiclici Aromatici* (IPA) sono imputati effetti teratogeni, cancerogeni e mutageni. Numerosi studi hanno evidenziato che l'esposizione a queste sostanze può comportare vari danni a livello ematico e respiratorio e di immunosoppressione. Alcuni IPA hanno dimostrato in test di laboratorio di essere in grado di causare il cancro ai polmoni per inalazione, allo stomaco per ingestione, e alla pelle per contatto. Lo Iarc ha da tempo classificato numerosi IPA con 4-6 anelli condensati nelle classi di probabili o possibili cancerogeni per l'uomo²² ed ha inserito il benzo(a)pirene tra i cancerogeni per l'uomo²³.

Il *particolato atmosferico* (PM) è costituito da un insieme molto eterogeneo di particelle solide e liquide sospese in aria, le cui caratteristiche dimensionali, morfologiche e chimiche possono variare anche sensibilmente in funzione delle sorgenti e dei fenomeni di trasporto e trasformazione. Tali particelle possono essere immesse direttamente nell'atmosfera (primarie) o generate da reazioni gas-solido all'interno dell'atmosfera stessa (secondarie). La loro dimensione può variare da pochi nanometri (10^{-9} m) alle decine di micrometri (10^{-6} m) ed è proprio a causa delle ridotte dimensioni che restano in sospensione. Studi epidemiologici e studi di tossicità hanno reso sempre più consistente l'ipotesi che gli effetti tossici del particolato fine (PM_{10} e $PM_{2.5}$) siano da attribuire anche alla presenza di nanoparticelle (diametro $<100 \text{ nm}$),

²² Gruppo 2A: agenti probabili cancerogeni per l'uomo. Gruppo 2B: agenti possibili cancerogeni per l'uomo

²³ Gruppo 1: agenti cancerogeni per l'uomo (questa categoria è riservata alle sostanze con sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo)

che derivano da processi di combustione (impianti per la produzione di energia, impianti di riscaldamento, traffico veicolare), e da fonti naturali (vulcani, incendi, erosione, spray marini). Le dimensioni ridotte delle particelle facilitano la penetrazione nell'apparato respiratorio fino agli alveoli polmonari. Ciò determina direttamente patologie polmonari e l'assorbimento ematico dei composti contenuti nel particolato stesso. Può produrre sia effetti acuti, dovuti ad esposizioni per brevi periodi di tempo, sia effetti cronici, dovuti ad esposizioni prolungate. Per quanto riguarda gli effetti acuti, quelli più rilevanti comprendono infiammazioni polmonari, patologie respiratorie e cardiovascolari, aumento della richiesta di cure mediche e di ricoveri ospedalieri. Gli effetti cronici includono un aumento delle patologie dell'apparato respiratorio inferiore, quali le malattie polmonari ostruttive croniche e la riduzione delle funzioni polmonari nei bambini e negli anziani, patologie cardiache e cancro al polmone. Per il particolato non esiste una soglia di concentrazione minima al di sotto della quale non sia possibile verificare delle conseguenze sanitarie, quindi nella scelta di valutazioni di sostenibilità sono definiti dei limiti normativi che accettano il rischio delle inevitabili patologie e dei decessi associati. Se in Europa il settore residenziale è la prima fonte di emissione del PM_{10} e del $PM_{2,5}$, in Italia lo è il settore dei trasporti.

Nel particolato sono contenuti diversi composti ed elementi tossici, tra i quali l'*arsenico* (As), il *cadmio* (Cd), il *cromo* (Cr), il *piombo* (Pb), il *vanadio* (V) ed il *nicel* (Ni), oltre gli IPA sopra menzionati.

L'arsenico può essere inalato e assorbito nell'apparato respiratorio e nel sangue, sia assorbito dal tratto gastrointestinale. E' stato valutato cancerogeno per l'uomo (classe 1) dallo Iarc, in particolare per i tumori della pelle, della vescica, e del sistema respiratorio. E' stata dimostrata l'influenza nociva sul sistema cardiovascolare e cerebrovascolare. Le principali vie di assorbimento anche per il cadmio sono quella respiratoria e quella gastrointestinale. Gli effetti tossici comprendono principalmente nefropatie, lesioni ossee, enfisemi polmonari e disturbi cardiovascolari. Il cromo, assorbito sia per via respiratoria che gastrointestinale, sebbene nella forma trivalente in piccole dosi sia essenziale per l'organismo umano, nella forma esavalente può causare danni al fegato ed ai reni, emorragie interne, dermatiti, perforazione del setto nasale e cancro ai polmoni. Il piombo, assorbito per ingestione ed inalazione, entra nel circolo sanguigno e può determinare anemia, aumento della pressione sanguigna, patologie cardiovascolari e ritardo nello sviluppo dei processi cognitivi. Il vanadio è assorbito prevalentemen-

te per via respiratoria e in quantità trascurabile per via alimentare: come effetti principali dà patologie cardiovascolari e respiratorie (compreso il tumore polmonare). L'assorbimento di quantità elevate di nichel può provocare reazioni allergiche cutanee, effetti patologici di tipo infiammatorio delle vie respiratorie ed effetti citotossici e metabolici complessi. Il nichel è un cancerogeno del tratto respiratorio. Lavoratori degli impianti per la raffinazione del metallo, esposti per tempi lunghi ad elevate concentrazioni di ossidi, solfuri, nichel metallico e nichel tetracarbonile, presentavano un'elevata incidenza di cancro al polmone e al naso. I composti responsabili degli effetti cancerogeni sembrerebbero essere i solfuri.

Altro elemento tossico è il *mercurio*, presente prevalentemente nelle emissioni di centrali termoelettriche a carbone, di acciaierie, di impianti industriali, di miniere e di inceneritori di rifiuti. Gli effetti principali di questo contaminante sulla salute umana si manifestano sotto forma di disturbi del sistema nervoso e del sistema cardiovascolare. Per quanto attiene l'inquinamento da radioisotopi in atmosfera, sia nel particolato che in forma gassosa, si rimanda al Capitolo 20.

Un composto tossico gassoso presente in atmosfera è anche l'*ammoniaca*, la cui principale sorgente di emissione è l'agricoltura, mentre la seconda risulta essere il trasporto stradale a causa del contributo dei processi catalitici per ridurre le emissioni di NO_2 . Irritante delle vie respiratorie e delle mucose, è uno dei precursori della formazione del particolato secondario.

In ordine generale è importante, per un'amministrazione locale, conoscere l'impatto di provvedimenti mirati alla salvaguardia del benessere collettivo.

Per quanto attiene l'inquinamento atmosferico, di seguito è riportato un esempio applicativo che consente, attraverso studi e metodologie associate, di valutare l'impatto sanitario del PM_{10} derivante dall'uso dei trasporti in ambito urbano. Quali potrebbero essere gli effetti di politiche ambientali volte a disincentivare l'uso del mezzo privato e favorire il cambio modale verso il trasporto pubblico? Quali sono i benefici in termini sanitari legati all'abbattimento delle emissioni generate dal trasporto privato? Utilizzando i metodi di valutazione di impatto sulla salute (VIS), il progetto APHEKOM²⁴ ha mostrato che la diminuzione fino a $10 \mu g/m^3$ nella

²⁴ APHEKOM (Approfondimento della conoscenza e della comunicazione per il Processo Decisionale su Inquinamento Atmosferico e salute in Europa): progetto coordinato dall'Istituto Francese per la Sorveglianza della Salute Pubblica (InVS) e presentato a Parigi nel 2011, che riguarda lo studio degli impatti sulla salute e i costi dell'inquinamento atmosferico in 25 città europee (negli anni 2008-2010)



concentrazione del particolato $PM_{2.5}$ in venticinque grandi città europee, può comportare un aumento fino a ventidue mesi della aspettativa di vita a persone di trenta anni di età ed oltre. Inoltre, i benefici sanitari e finanziari ammonterebbero a circa 31,5 miliardi di euro annui.

Recentemente lo Iarc ha collocato *l'inquinamento outdoor dell'aria* nel gruppo 1 di cancerogenicità. Il particolato, classificato separatamente, è stato ugualmente collocato nel gruppo 1. Lo Iarc ha valutato un notevole incremento di cancro al polmone con l'aumento dell'esposizione al particolato ed all'inquinamento outdoor dell'aria. Sebbene la composizione chimico-fisica dell'aria vari notevolmente da paese a paese, lo Iarc ha comunque stabilito che la collocazione dell'inquinamento atmosferico nel gruppo 1 sia valida per tutti i Paesi.

Per valutare l'impatto sanitario delle polveri sottili, uno studio sulle tredici città italiane con più di duecentomila abitanti è stato condotto nel 2007 dall'Ufficio Regionale per l'Europa dell'Oms, su incarico dell'Apat²⁵. Lo studio valuta sia la morbilità (bronchiti, asma, e ricoveri ospedalieri per malattie cardiache e respiratorie), sia la mortalità per effetti a lungo termine attribuibili a concentrazioni di PM_{10} superiori a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I risultati indicano, tra il 2002 e il 2004, una media di 8220 morti l'anno causate da concentrazioni di PM_{10} superiori a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ovvero pari al 9% della mortalità per individui con età superiore ai trenta anni per tutte le cause, esclusi gli incidenti stradali. Tale indice di mortalità comprende varie tipologie: cancro al polmone (742 casi/anno), infarto del miocardio (2562 casi/anno) e ictus (329 casi/anno).

Sul piano della mobilità, a livello nazionale, esistono diverse banche dati complementari tra loro come: i dati Aci sul parco veicolare circolante; i dati Ispra sulle emissioni in atmosfera; i dati Arpa/Appa sui giorni di superamento del valore limite medio giornaliero delle concentrazioni di agenti inquinanti; i dati Audimob di Isfort, un Osservatorio sui comportamenti in mobilità degli italiani²⁶. Una metodologia sviluppata simulando scenari alternativi al trasporto privato, attraverso processi d'interazione tra le citate banche dati e i coefficienti di rischio determinati da studi epidemiologici e tossicologici dell'Oms, ha consentito di stimare la quota di abbattimento delle emissioni nocive generate

dalla mobilità urbana e di valutare i benefici per la salute dell'intera popolazione²⁷. Ad esempio, nelle città sopra i duecentomila abitanti, se le persone che esprimono una propensione positiva al minor uso dell'auto privata o al maggior utilizzo del trasporto pubblico fossero incentivate al cambio modale, si otterrebbe una riduzione delle emissioni di PM_{10} che consentirebbe di evitare più di settecento casi di mortalità annue per tutte le cause, circa sessanta casi l'anno in meno per mortalità dovuta al tumore polmonare e circa duecentocinquanta casi in meno ogni anno legati agli effetti cronici (infarto del miocardio, aterosclerosi coronarica e altre malattie ischemiche del cuore); inoltre si potrebbe evitare l'uso di broncodilatatori per asma da parte di adulti, complessivamente per più di un milione di giorni in un anno (1.137.446 e 9.146 giorni per asma da parte di bambini) ed evitare l'insorgenza di 286 casi l'anno di bronchite cronica nella popolazione sopra i ventisette anni²⁸.

Questo è solo un esempio di applicazione di conoscenze scientifiche e di dati disponibili per la realtà sociale. Tali metodologie analitiche possono divenire pratica solo attraverso corrette politiche ambientali.

Gli effetti degli inquinanti sulle specie vegetali

L'esposizione agli inquinanti atmosferici provoca effetti nocivi all'ambiente, alla salute umana e all'agricoltura. Occorre distinguere tra gli inquinanti, quelli che sono detti climalteranti da quelli che producono effetti locali. I primi (quali CO_2 , CH_4 e N_2O) diffondono nell'intera atmosfera e producono innalzamento della temperatura terrestre. Ciò può causare desertificazione di alcune aree già a rischio, con forte compromissione della produzione agricola in paesi delle fasce equatoriali e tropicali, nonché scioglimento dei ghiacciai, con conseguenti enormi perdite d'acqua dolce, innalzamento del livello del mare e aumento considerevole del numero di cicloni nelle aree tropicali ed extratropicali. Tali tipi di effetti, ovviamente, non sono misurabili *in situ*, in quanto appartenenti alla categoria degli effetti *transfrontalieri*.

Considerando invece gli inquinanti atmosferici che agiscono localmente in aree più o meno este-

²⁵ Lo studio considera venticinque aspetti di patologie associate all'inquinamento, sia acute sia croniche, nelle tredici città italiane che superano i duecentomila abitanti

²⁶ Aci, Automobile Club d'Italia; Ispra, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale; Arpa, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale; Appa, Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente; Isfort, Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti

²⁷ Pieralice E., Triolo L., (2013), *Scelte modali e impatto sanitario del PM_{10}* , REPoT, Rivista di Economia e Politica dei Trasporti, SIET

²⁸ Questa ipotesi di trasferimento verso il trasporto pubblico, ovvero la propensione positiva al cambio modale, è stata espressa dal 17,9% della popolazione tra i 14 e gli 80 anni e interessa circa il 26,0% degli spostamenti in auto con una percorrenza media di 10 km (elaborazione su dati Aci, Ispra, Arpa/Appa, Oms e Isfort, anno 2007)

se, la valutazione dell'impatto sulle colture agrarie si basa sulla misura delle concentrazioni di inquinanti atmosferici come gli ossidi di zolfo e di azoto, gli ossidanti fotochimici, le polveri totali sospese (TSP) e le polveri sottili (PM₁₀ e PM_{2,5}). Numerosi studi hanno dimostrato che in Europa l'ozono troposferico (O₃) è il più importante degli inquinanti fitotossici e la sua concentrazione è fortemente in aumento sia negli ambienti urbani che rurali, anche perché i precursori della sua sintesi sono generalmente associati alla combustione dei prodotti petroliferi. Gli effetti dell'O₃ sono inclusi nell'ambito dei cambiamenti ambientali globali per il loro carattere transfrontaliero *long range* e si propagano in vaste aree rurali europee.

Gli effetti prodotti sui vegetali dagli inquinanti atmosferici sono di due tipi: *acuto e cronico*.

Gli effetti acuti sono determinati da concentrazioni elevate di O₃ e/o SO₂ e/o NO_x anche per brevi esposizioni e producono effetti visibili sugli organi delle piante²⁹. L'evoluzione dei sintomi in una prima fase presenta aree marginali e intercostali delle foglie rigonfie di liquido (effetto di tipo *edematoso*); in un secondo tempo la patologia si manifesta attraverso l'essiccamento e la colorazione color avorio (per la distruzione della clorofilla) o rosso-bruno provocando il fenomeno di *necrosi* dei tessuti. Gli effetti acuti non sono sempre imputabili, in base ai sintomi, ad un particolare inquinante.

Più frequentemente si manifestano effetti cronici, Figure 19.9 e 19.10, quali la diminuzione dell'*efficienza fotosintetica* e della *velocità d'accrescimento* della *biomassa vegetale*. Nel caso delle colture agrarie tale parametro è convenzionalmente rappresentato dal calo delle rese agricole, che è direttamente associabile al danno economico per l'impresa.

Figura 19.9 - Foglie di grano (*Triticum Sp*): danni da SO₂ (necrosi diffusa)



²⁹ Triolo L., (1983), *Le interazioni degli inquinanti atmosferici con i sistemi vegetali*, RTI/STUDI-VALSAMB (83)1, Enea, Direzione Centrale Studi, Roma

Figura 19.10 - Foglie di erba medica (*Medicago sativa*): danni da O₃ (clorosi e necrosi)



Per quantificare i cali di resa in funzione dell'esposizione agli inquinanti atmosferici si utilizzano funzioni *dose/risposta*. Per quanto riguarda in particolare O₃ e SO₂, esiste una vasta letteratura nella quale sono riportate le diverse metodologie sperimentali e di valutazione e le funzioni relative a pomodoro, frumento, leguminose, patata, lattuga, erba medica, vite, foraggiere, agrumi, olivo ed alcune specie arboree (abete rosso, abete bianco, pino silvestre, faggio)³⁰.

Gli effetti cronici degli ossidi di azoto (NO_x) consistono essenzialmente nel rallentamento dei processi fotosintetici e nell'incremento della respirazione e della fotorespirazione, che producono notevole diminuzione della velocità di crescita della biomassa. Non sono disponibili funzioni dose/risposta per questo inquinante, data la sua rapida conversione, attraverso reazioni chimiche, in O₃.

I danni economici alle colture connessi all'azione fitotossica del particolato atmosferico sono associati soprattutto alle emissioni dei cementifici. Per quanto attiene alle funzioni dose/risposta, questo inquinante ha un effetto lineare sulla velocità di crescita della biomassa dipendente dal tasso di deposizione. Relativamente alle specie forestali, la deposizione di polveri produce effetti nocivi su parametri fisiopatologici ed ecologici, quali l'accelerazione dei processi di senescenza ed il mutamento della composizione del popolamento forestale.

Le polveri totali sospese possono influenzare la composizione chimica dei suoli e conseguentemente provocare l'assorbimento e l'accumulazione

³⁰ Triolo L. et al., (2003), *Metodologie sperimentali e di valutazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico sull'agroecosistema*, in Artemisia 2, Uno strumento per valutare gli effetti ambientali e sanitari degli inquinanti aeriformi emessi da insediamenti produttivi e per indirizzare la scelta di nuovi siti. Applicazione all'area di Milazzo, Cap III, pp 43-90. A cura di Enea, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Regione Siciliana



di elementi tossici (quali alluminio, arsenico, cadmio, cromo, manganese, piombo, nichel e vanadio) nei tessuti delle piante. Questi fenomeni possono alterare i meccanismi biochimici del metabolismo vegetale, compromettere lo sviluppo delle piante e diminuire la qualità del prodotto agroalimentare, costituendo un rischio per la salute umana e degli animali.

Per quanto riguarda la protezione della vegetazione, la normativa vigente in materia di qualità dell'aria, rappresentata dal testo unico D. Lgs. N. 155 del 13/08/2010, impone il rispetto di valori limite di concentrazione in atmosfera per O_3 , SO_2 e NO_x .

L'indice rappresentativo dell' O_3 è denominato AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb) e corrisponde alla somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 mg/m^3 (pari a 40 ppb) e 80 mg/m^3 da maggio a luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00, ora dell'Europa centrale.

Le concentrazioni di ozono ritenute dannose per le specie vegetali di interesse agrario e spontanee sono riportate nella Tabella 19.1.

Tabella 19.1 - Concentrazione di Ozono nella vegetazione

Valore limite	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore obiettivo per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari come media su 5 anni): 18.000 ($mg/m^3 \cdot h$)	da maggio a luglio	D. Lgs. 155/2010 All. VII
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari) 6.000 ($mg/m^3 \cdot h$)	da maggio a luglio	D. Lgs. 155/2010 All. VII

La stessa normativa stabilisce per il biossido di zolfo (SO_2) e gli ossidi di azoto (NO_x) i seguenti livelli critici per la protezione della vegetazione sono riportate nella Tabella 19.2.

Tabella 19.2 - Concentrazione di SO_2 e di NO_x nella vegetazione

Inquinante	Livello critico annuale (anno civile)	Legislazione
Biossido di zolfo (SO_2)	20 mg/m^3	D. Lgs. 155/2010 All. XI
Ossidi di azoto (NO_x)	30 mg/m^3	D. Lgs. 155/2010 All. XI

Gli effetti degli inquinanti sulle specie animali

Gli effetti degli inquinanti atmosferici sulla componente animale di un ecosistema possono essere monitorati attraverso l'utilizzo di opportuni bioindicatori che, oltre a fornire preziose indicazioni sullo status dell'ambiente, rappresentano gli organismi più sensibili all'azione degli inquinanti. Per bioindicatori si intendono, quindi, quegli organismi (o più genericamente strutture biologiche) che permettono l'individuazione di una trasformazione (in genere negativa) dell'ambiente circostante, dovuta verosimilmente ad attività antropiche. Tale individuazione può avvenire attraverso lo studio di correlazioni causa-effetto tra alterazioni ambientali e risposte degli stessi organismi³¹. Tale generica caratterizzazione ecotossicologica è stata più recentemente riferita non soltanto ai singoli gruppi di organismi (chiamati bioindicatori), ma a strutture e processi biologici che si presentano con frequenze differenziate nella distribuzione, in conseguenza all'evento considerato normale nel fenomeno in studio, i cosiddetti biomarcatori.

Tra i diversi animali terrestri, volatori ed acquatici utilizzati per il biomonitoraggio vanno sicuramente menzionati gli *apoidei* e i *coleotteri* per gli insetti, i *pesci dulciacquicoli*, gli *anuri* (rane e rospi) per gli anfibi, gli *strigiformi* o *rapaci notturni* (civetta, barbagianni) e gli *uccelli insettivori* (rondini, storni), nonché i *chiroteri* o *pipistrelli*, i *roditori* e i *soricomorfi* (piccoli mammiferi o micromammiferi erbivori, granivori e insettivori), nonché numerosi animali domestici e i loro prodotti (latte, miele, uova, feci, urine, sperma). In particolare, poiché un numero rilevante di specie ornitiche e di mammiferi risulta essere all'apice della catena alimentare, si ritiene che queste specie abbiano un'ampia valenza ecologica (in termini di bioindicazione) dipendente dallo stato di salute delle popolazioni animali predate. Quindi, un'alterazione dell'ecosistema può riflettersi nella modifica degli equilibri lungo le catene alimentari, che inevitabilmente si ripercuote sulle specie animali superpredatrici.

La componente ornitica della fauna potrebbe a prima vista risultare la meno colpita dagli effetti dell'inquinamento atmosferico, in quanto dotata di elevata mobilità sul territorio, tuttavia spesso gli uccelli, e non solo, vengono utilizzati per il monitoraggio di contaminazioni ambientali da elementi tossici come il mercurio e il piombo, insetticidi, policlorobifenili (PCB), erbicidi, anti-coagulanti.

³¹ Welch W. J., (1993), *Come le cellule reagiscono allo stress*, Le Scienze, 299, 50-57

Alcuni studi dimostrano, soprattutto nel caso di uccelli dalla dieta strettamente insettivora o carnivora, la comparsa di effetti sia diretti a causa della presenza di inquinanti nell'ambiente che indiretti, ovvero dovuti all'accumulo di sostanze inquinanti negli organismi predati dagli stessi uccelli.

Tra gli effetti avversi dovuti ai contaminanti, quello più rilevante è senza dubbio rappresentato dall'interferenza sull'attività riproduttiva sotto forma di inibizione dello sviluppo embrionale, teratogenesi, assottigliamento dello spessore del guscio delle uova, alterazione del comportamento riproduttivo, incremento dell'intervallo di ovodeposizione, ridotto successo della schiusa, accumulo delle sostanze contaminanti nelle lipoproteine del tuorlo (Figura 19.11), ma sono stati registrati danni anche a carico delle vie respiratorie, come alterazioni dell'epitelio tracheale come l'aumento della quantità di muco prodotto e accorciamento delle ciglia delle cellule ciliate, osservate vicino a centrali elettriche a carbone a seguito di esposizione degli uccelli ad alcuni composti, come SO_2 , NO_x e il particolato in genere.

A titolo di esempio dell'interferenza sull'attività riproduttiva, si cita un caso di studio che evidenzia l'importanza dell'intervento normativo a tutela dell'ambiente. Negli anni '60 alcuni ricercatori registrarono la quasi completa scomparsa delle popolazioni di Falco pellegrino (*Falco peregrinus*) nelle zone orientali dell'America settentrionale.

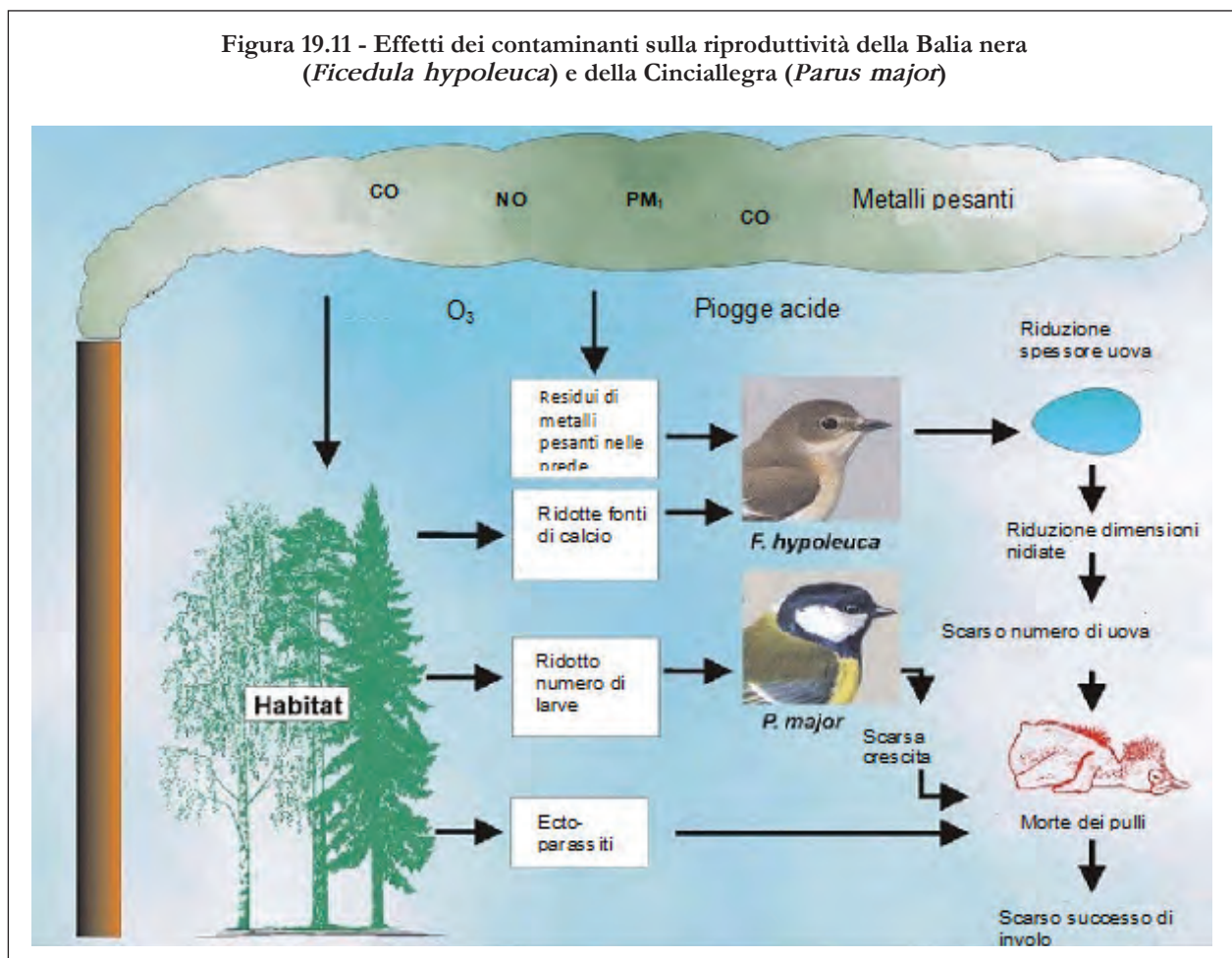
Sulla base di evidenze sperimentali è stato possibile dimostrare una correlazione tra la diminuzione dello spessore del guscio delle uova di tale specie e l'incremento della concentrazione di DDE³² (prodotto di degradazione del DDT³³) nelle matrici ambientali. Il DDE interferisce con l'enzima che regola la distribuzione del calcio e quindi rende le uova più fragili. È importante sottolineare come, a seguito dell'introduzione di una specifica normativa che ha vietato l'uso del DDT, le popolazioni di Falco pellegrino si siano riprese.

Tra gli effetti indiretti si può sicuramente ricordare il caso della rondine comune (*Hirundo*

³² Dichlorodiphenyldichloroethylene

³³ DDT, insetticida molto in uso dal dopoguerra fino a metà anni '70 in Italia. La sigla sta per diclorodifeniltricloroetano

Figura 19.11 - Effetti dei contaminanti sulla riproduttività della Balia nera (*Ficedula hypoleuca*) e della Cinciallegra (*Parus major*)



Tratto e modificato da Eeva, 1996



rustica), che un tempo popolava frequentemente le città e le campagne italiane dalla primavera alla fine dell'estate. Tra il 2000 e il 2010 si è assistito in Italia ad una riduzione delle popolazioni (-25%) a causa anche della presenza di inquinanti atmosferici, soprattutto in contesti urbani. La presenza di queste sostanze, infatti, ha decimato le popolazioni di insetti di cui questi uccelli si nutrono, decretando quindi una riduzione delle popolazioni di uccelli insettivori, in primis appunto la rondine, facendola rientrare nella categoria di *Specie Quasi Minacciata* nel 2012 dall'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN). Stessa situazione è stata registrata per la Cinciallegra (*Parus major*).

Tra i vertebrati terrestri, i micromammiferi selvatici (pipistrelli, topi, ratti, arvicole, toporagni, crocidure, talpe) possono rappresentare un eccellente gruppo per la bioindicazione ambientale *in situ* e per la valutazione del rischio ecotossicologico. Il vantaggio, rispetto agli uccelli, è infatti rappresentato dalla loro minore mobilità (topo = τόπος, cioè luogo), dal ruolo che assumono nelle catene alimentari (consumatori secondari e prede), e dalla possibilità di essere comparati alla specie umana dal punto di vista anatomico-fisiologico in quanto Mammiferi.

L'utilizzo di tali biomarcatori tossicologici (prove di tossicità e analisi mutagenetiche) risulta di estrema importanza nello studio della valutazione del rischio ambientale, andando ad integrare metodologie già applicate in igiene ambientale ed industriale (analisi epidemiologiche, fisiche e chimiche). Tali bioindicatori rappresentano validi mezzi per evidenziare l'azione tossica, mutagena e/o cancerogena, di moltissime sostanze prodotte durante i processi industriali e nella applicazione su campo, come l'uso dei pesticidi in agricoltura, nonché per la valutazione dell'impatto ambientale pregresso in aree antropizzate. Ad esempio per i roditori, i mammiferi più diffusi in ambiente terrestre, vanno citati gli utilizzi ecotossicologici delle mutazioni rilevabili sugli eritrociti, e quindi sul circolo sanguigno. Tali mutazioni rappresentano il potenziale sistema di diffusione delle cellule cancerogene (metastasi, ma non solo) nel corpo del mammifero, che diviene, escludendo deontologicamente l'uso sperimentale della specie umana, il miglior biomarcatore di danno ambientale per cause dipendenti da fattori singoli e/o multipli.

Queste metodologie di analisi apportano differenti vantaggi, tra cui la possibilità di valutare situazioni complesse in cui la sinergia tra inquinanti (o con sostanze naturali) dà origine a sottoprodotti spesso sconosciuti, nonché nei casi in cui l'inquinamento non sia esaurientemente rilevabile per limiti connessi alla scarsa sensibilità dei metodi analitici.

L'uso dei micromammiferi (in particolare dei roditori) come bioindicatori, consente di rilevare, attraverso opportuni *biomarker* non distruttivi, come il test dei micronuclei su sangue periferico e test della Cometa, la frequenza di alterazioni genetiche e di monitorare il loro andamento nel tempo.

Il test dei micronuclei è un'analisi citogenetica *in vivo* con la quale è possibile valutare la frequenza di micronuclei in cellule di differenti tessuti. I micronuclei sono corpi rotondeggianti (extranucleari) contenenti DNA che si vengono a formare durante la mitosi da cromosomi o frammenti di cromosomi. I processi mutagenetici che portano alla comparsa dei micronuclei possono essere indotti dall'azione di agenti chimici e fisici diffusi nell'ambiente. Il test dei micronuclei, quindi, può essere utilizzato come biomarker per evidenziare l'esposizione degli organismi viventi a tali agenti.

Diversi studi, in cui è stato impiegato il test dei micronuclei, sono stati compiuti su Roditori selvatici sin dal 1978, per controllare gli effetti dell'inquinamento ambientale. In particolare sono state riscontrate correlazioni significative tra pesticidi, radionuclidi, contaminazione da metalli pesanti e micronuclei o aberrazioni cromosomiche in roditori selvatici provenienti da aree contaminate. A titolo di esempio si cita l'utilizzo del test dei micronuclei per verificare i danni genetici in ambienti contaminati da *fallout* radioattivo (dovuto all'incidente di Chernobyl). In tal caso è stata rilevata una correlazione tra le concentrazioni di Cesio-137 presente nel corpo degli animali e nel suolo con il numero di eritrociti micronucleati presenti nel midollo di topo domestico (*Mus domesticus*) e di arvicola rossastra (*Myodes glareolus*).

Il test della Cometa (*Comet assay*), invece, permette lo studio del danno primario al DNA rilevato come rotture a singolo o doppio filamento nelle cellule di diversi tessuti in: organismi vegetali, molluschi, pesci, uccelli, roditori, uomo. L'estrema sensibilità del *Comet assay* e la capacità che ha di misurare il danno al DNA di ciascuna cellula, lo hanno reso uno strumento estremamente utile per la valutazione della genotossicità³⁴ di xenobiotici³⁵.

In letteratura sono presenti diversi studi che si sono avvalsi della tecnica del *Comet assay* applicato

³⁴ Per *genotossico* s'intende un composto capace di indurre o le mutazioni propriamente dette, a livello genico, cromosomico o genomico, o altri effetti rilevabili come cambiamenti nella struttura del DNA (rotture, addotti, cross-links) e/o nei processi fondamentali nei quali esso è coinvolto (duplicazione, ricombinazione, riparazione, distribuzione dei cromosomi)

³⁵ Composti estranei all'organismo, contaminanti ambientali assorbiti attraverso la pelle, i polmoni o introdotti con l'alimentazione. Prodotti chimici industriali (pesticidi, inquinanti) e prodotti di pirolisi della cottura dei cibi (definizione tratta da http://www.uniroma2.it/didattica/mecc_biochim/deposito/2005_2006.pdf)

a differenti tessuti di roditori: sangue periferico,³⁶ cellule della mucosa nasale, ovaie e testicoli. Ad esempio, in uno studio del 2003, si evidenzia una correlazione tra il danno riscontrato nel DNA dei leucociti di topo algerino (*Mus spretus*) e la contaminazione ambientale dovuta allo sversamento di metalli tossici causato dall'incidente della miniera di pirite di Aznalcollar nell'area protetta di Doñana (Siviglia, Spagna).

I micromammiferi possono essere, inoltre, utilizzati per studiare il fenomeno del bioaccumulo dovuto alla contaminazione da metalli pesanti attraverso diversi organi esterni e interni. Infatti è stata riscontrata una correlazione significativa tra le concentrazioni di metalli pesanti nei tessuti e quelle trovate nei peli di topi selvatici. Nei micromammiferi, ad esempio, il mercurio inorganico si accumula principalmente nel rene e, in minor misura, nel fegato (organi bersaglio). Il metilmercurio (derivato dal mercurio inorganico) è invece in grado di oltrepassare la barriera emato-encefalica e di accumularsi nel cervello (principale organo bersaglio di questo metabolita). Studi condotti sugli animali di laboratorio hanno confermato, come gli studi condotti sull'uomo, effetti sullo sviluppo neurologico nei feti di madri esposte a metilmercurio attraverso la dieta. Per quanto riguarda i micromammiferi è stato stabilito che concentrazioni di mercurio superiori a 1100 ppb in qualsiasi tipo di tessuto (fegato, rene e pelo) di mammifero selvatico rappresentano un'evidenza di danno ambientale da parte di tale elemento.

Un ordine molto attendibile come *indicatore sentinella* è rappresentato dai Soricomorfi (talpe, crocidure e toporagni). Questi insettivori, date le loro abitudini a nutrirsi di un elevatissimo numero di prede ricche di piombo, presentano un elevato carico corporeo del metallo in questione. Inoltre, è stato dimostrato, prevalentemente attraverso studi su ceppi murini di laboratorio, come anche per i micromammiferi selvatici, quanto gli inquinanti organici persistenti (POPs) nell'ambiente, soprattutto pesticidi organoclorurati e PCB, interferiscano con i processi riproduttivi, riducendo la frequenza di accoppiamento, la numerosità della prole alla nascita e la sopravvivenza della stessa allo svezzamento. Infine, in un contesto di inquinamento locale e globale, si sottolinea l'importanza dello studio degli effetti del riscaldamento climatico in atto sulle cenosi a piccoli mammiferi, che quindi ne possono rappresentare anche un adeguato in-

dicatore. Recenti studi^{37,38} hanno infatti messo in evidenza effetti sulla composizione delle cenosi a micromammiferi negli ultimi 30 anni in Italia: in particolare è stata osservata una riduzione dell'abbondanza delle specie mesofile (*Sorex*) e un incremento dell'abbondanza di quelle termofile (*Suncus etruscus*, *Mus domesticus* e *Rattus rattus*) in concomitanza con un aumento delle temperature medie e una riduzione del numero di giorni di pioggia nel corso degli anni. Tale alterazione può comportare effetti negativi a lungo termine su interi ecosistemi, determinando *in primis* una banalizzazione delle cenosi stesse (riduzione della biodiversità). Importante anche il discorso sanitario, in quanto l'aumento di abbondanza delle specie termofile commensali dell'uomo (ovvero topo domestico e ratto nero) favorisce il contatto di tali animali con l'uomo e quindi la diffusione di patologie di cui questi roditori sono serbatoi e vettori.

Per quanto riguarda altri mammiferi, alcuni autori hanno riscontrato modificazioni enzimatiche nel sangue e nelle cornee, oltre a cambiamenti del pH delle urine di lepri catturate in aree con inquinamento da SO₂ e polveri sottili. E' stato riscontrato come elementi acidificati e contaminanti presenti nel particolato atmosferico riescano ad alterare le caratteristiche di struttura delle classi di età, le interazioni comportamentali, lo stato e le capacità riproduttive dei mammiferi.

Un gruppo animale molto utilizzato come organismo sentinella è quello degli anfibi. Essi sono particolarmente sensibili all'inquinamento e più del 30% delle specie anfibie è oggi inserita nella lista rossa delle specie minacciate (IUCN), rappresentando quindi il gruppo di vertebrati a maggior rischio di estinzione. Tra le principali cause, la distruzione dell'habitat, la riduzione delle aree umide, l'introduzione di specie aliene e la loro estrema sensibilità alle sostanze xenobiotiche. Gli anfibi, essendo dotati di epidermide molto sottile e permeabile e potendo quindi assorbire inquinanti sia dall'acqua che dall'aria, sono particolarmente sensibili agli effetti degli agenti contaminanti. Ad esempio, è stato scoperto che alcuni erbicidi inducono ritardo nello sviluppo ed ermafroditismo in una delle specie più comuni di rospo, *Xenopus laevis*, anche a concentrazioni comunemente ritenute ecologicamente non rilevanti. Tali evidenze sperimentali hanno richiesto ricerche

³⁶ Festa F., Cristaldi M., Ieradi L.A., Moreno S., Cozzi R., (2003), *The Comet assay for the detection of DNA damage*, in *Mus spretus* from Donana National Park, *Environmental Research*, 91: 54-61

³⁷ Cristaldi M., Szpunar G., (2006), *L'impatto dei cambiamenti climatici sugli animali*, in Antonoli F., Colacino M., Cristaldi M., Di Menno Di Bucchianico A., Ferrara V., Lionello P., Pasini A., Sciortino M., Szpunar G., F.N. Tubiello F.N. Kyoto e dintorni, I cambiamenti climatici come problema globale, Franco Angeli, Milano, 189-212

³⁸ Szpunar G., Aloise G., Mazzotti S., Nieder L., Cristaldi M., (2008), *Effects of global climate change on terrestrial small mammals communities in Italy*, *Fresenius Environmental Bulletin*, 17: 1526-1533



più approfondite sulla tossicità di classi di erbicidi che, pur avendo emivita breve e scarsa tendenza al bioaccumulo ed alla biomagnificazione, potrebbero rappresentare una seria minaccia per la biodiversità.

Un effetto indiretto molto importante sulle specie anfibe è quello di una graduale riduzione delle popolazioni di tali animali, sia per la loro diretta sensibilità che per la crescita delle popolazioni di specie antagoniste meno sensibili ai contaminanti. Questo fa sì che si produca una riduzione rilevante di biodiversità nell'ambiente. La scomparsa delle specie anfibe è senz'altro il sintomo di profondo deterioramento degli habitat in cui essi vivono.

Numerosi lavori scientifici hanno mostrato, inoltre, che in aree inquinate le api, il miele, il polline e la propoli siano bioaccumulatori di elementi tossici.

Gli esempi riportati sono importanti e significativi, anche se rappresentano solo una piccola parte degli effetti che si possono riscontrare sugli animali a causa dell'inquinamento atmosferico. Bisogna comunque sottolineare che il rispetto e l'applicazione di determinate leggi o normative (come evidenziato in alcuni esempi) possano nel tempo limitare i danni ai delicati equilibri ecologici che caratterizzano gli ecosistemi di cui anche l'uomo fa parte.

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sul patrimonio storico artistico esposto all'aperto

Le principali cause di degrado a cui sono generalmente soggetti i materiali possono avere due differenti origini: quella naturale (come il gelo, la cristallizzazione salina, il microclima e gli sbalzi termici) e quella antropica rappresentata principalmente dall'inquinamento atmosferico.

Il degrado naturale cui sono soggette le opere d'arte è fortemente accelerato e reso più intenso dall'inquinamento ambientale. Innumerevoli studi ed indagini scientifiche hanno evidenziato e misurato un notevole incremento della velocità di alcuni processi coinvolti nel degrado dei monumenti.

L'impatto dell'inquinamento atmosferico sui materiali che costituiscono i monumenti è ingente ed irreversibile, a causa della mancanza di sistemi di autorigenerazione, presenti invece negli esseri viventi. Nel caso dei manufatti le sostanze inquinanti che si depositano tendono ad accumularsi con un meccanismo continuo sul materiale costituente il manufatto stesso.

Le sostanze inquinanti considerate maggiormente aggressive sono:

1. l'anidride carbonica (CO_2). La presenza di acqua leggermente acidulata a causa della pre-

senza di CO_2 provoca effetti di dissoluzione della matrice costitutiva della superficie dei manufatti lapidei;

2. i composti dello zolfo in particolare l'ossido di zolfo (SO_x). La presenza del biossido di zolfo nell'atmosfera è la causa principale dei processi di solfatazione che portano alla formazione/trasformazione del calcare in gesso facilmente dilavabile dalle piogge; gli effetti negativi del gesso sulla superficie sono inoltre amplificati dal suo diffondersi, penetrare e cristallizzare all'interno dei pori del materiale, causandone la disgregazione;
3. gli ossidi di azoto (NO_x). In generale gli ossidi di azoto si ossidano nell'atmosfera ad acido nitrico (HNO_3) che esplica la sua azione corrosiva depositandosi sulle superfici dei materiali;
4. il particolato atmosferico e in particolare le particelle carboniose³⁹ in esso contenute sono spesso ritrovate quali componenti delle croste nere che ricoprono i monumenti. La deposizione di particolato sulle superfici dei monumenti non costituisce un semplice fenomeno di assorbimento superficiale, ma le polveri vengono cementate in un processo fisico-chimico che dà origine a vere e proprie reazioni chimiche fra strati più profondi del materiale e gli acidi contenuti in soluzione.

Azione ed effetti degli inquinanti sui monumenti. Le alterazioni dovute ai fattori ambientali (primo fra tutti la presenza di inquinanti) che contribuiscono al deterioramento del monumento possono essere suddivise in due grandi classi:

- *l'erosione* (Figura 19.12) ossia la perdita di materiale che viene così pian piano *consumato*;
- *l'annerimento* o sporcamento determinato dal deposito delle particelle carboniose, presenti nel materiale particolato, sulla superficie del monumento.

³⁹ Le particelle carboniose sono delle particelle sferiche di dimensione variabile da meno di 1 a 10 μm , spesso con presenza di zolfo, vanadio e nichel, prodotte in maggioranza dai processi di combustione dei combustibili fossili. Esse sono presenti in concentrazioni elevate nelle aree urbane ed hanno la caratteristica di depositarsi su monumenti e materiali, formando su di essi una pellicola scura

Figura 19.12 - Statua di Madama Lucrezia a Piazza San Marco (Roma)



Erosione

L'azione dei fattori ambientali quali pioggia, vento, sole, unitamente agli inquinanti presenti nell'atmosfera sono i responsabili della perdita e dell'allontanamento di materiale dalla superficie del monumento, fenomeno definito come *erosione*.

L'indice di erosione quantifica la perdita di materiale nell'unità di tempo ($\mu\text{m}/\text{anno}$) e la correla ai singoli fattori ambientali che la influenzano, in particolare la pioggia, la sua acidità e più in generale il contenuto di sostanze inquinanti.

L'erosione causata dalla dissoluzione chimica del materiale può essere indotta dalle piogge acide e dalle deposizioni di inquinanti (SO_2 , NO_x e PM_{10}); questo processo di dissoluzione viene definito come *recessione superficiale* dei materiali R (espressa in $\mu\text{m}/\text{anno}$) ed è funzione di quei fattori climatici (precipitazioni, umidità relativa) e ambientali (inquinamento atmosferico) che *sinergicamente* contribuiscono ad accelerare i naturali processi di degrado.

Figura 19.13 - Fontana delle Tartarughe a Piazza Mattei (Roma)



Annerimento

Il particolato atmosferico è caratterizzato da più componenti: la componente carboniosa proveniente principalmente da processi di combustione, la componente inorganica, caratterizzata da sali solubili di provenienza sia antropica (in particolare solfati e nitrati d'ammonio) che naturale (aerosol marino, composti insolubili terrigeni contenenti prevalentemente silicati e carbonati) e *la componente biologica*.

L'indice di annerimento è funzione della concentrazione del particolato totale sospeso e della sua velocità di deposizione. Anche i fattori associati alla porosità e alla struttura dei materiali sono in grado di influire sulle interazioni fra il materiale e gli inquinanti atmosferici (Figura 19.13). Per tale motivo è stato introdotto il cosiddetto *stress fisico*, valutato attraverso alcuni parametri quali:

1. *tempo di inumidimento* valutabile come periodo annuo in cui l'umidità relativa è superiore all'80%;
2. la frequenza di oscillazione della temperatura ambiente attorno a 0°C ;
3. *gelività*⁴⁰ del materiale.

Ai tre parametri considerati si affianca, inoltre, un indicatore che tiene conto dell'effetto degli agenti biologici sul monumento: l'indice di contaminazione biologica, attraverso il quale è possibile conoscere il grado di colonizzazione del materiale costituente ad opera di organismi quali funghi, licheni e muschi. Tali organismi instaurano stretti rapporti con il substrato e la loro azione biodegradativa viene sostanzialmente esplicitata tramite due meccanismi: il primo di tipo puramente meccanico, dovuto alla penetrazione di apparati di sostegno specializzati con i quali essi si fissano al

⁴⁰ La *gelività* è l'attitudine di un corpo a rompersi a seguito di sollecitazioni dovute ai cicli gelo/disgelo



substrato (rizine, rizoidi), il secondo meccanismo è invece di natura chimica-corrosiva ed è attribuibile alle sostanze acide rilasciate nell'ambiente.

La sinergia dei fattori considerati, sia fisici che chimici, determina quindi un degrado dell'opera d'arte, obbligando ad ingenti spese per le conseguenze necessarie opere di restauro e di pulitura. Le opere di restauro e consolidamento non rivestono poi carattere risolutivo o definitivo e spesso devono essere ripetute a distanza di brevi periodi di tempo rappresentando comunque un intervento che in qualche modo interagisce con il manufatto e ne altera le condizioni originarie.

Un percorso applicabile, alternativo al restauro, è quello della *programmazione dei tempi ottimali di manutenzione* per l'abbattimento dei costi di intervento ed il miglioramento dello stato di conservazione del bene. Tale programmazione permette un rallentamento del degrado del bene (beneficio non quantizzabile economicamente, ma sommabile al beneficio totale), individuando, per area geografica, i tempi di pulitura in funzione del tipo di materiale da trattare e delle condizioni ambientali al contorno.

Le analisi delle risposte agli impatti Tipologie di risposte agli impatti dovuti all'inquinamento atmosferico

Seguendo la base concettuale dell'approccio DPSIR, in riferimento alla matrice aria, tutte le attività umane, intese come l'insieme delle attività produttive ed energetiche distribuite sul territorio oggetto di analisi, sono da considerarsi come le forze motrici determinanti (D) che producono emissioni di inquinanti in aria che esercitano così pressioni (P) sull'ambiente, andandone a modificare lo stato (S). Queste perturbazioni dello stato hanno come conseguenza la ricaduta di impatti (I) negativi sia sull'ambiente naturale che sulla salute umana. Per mitigare o contenere gli impatti vengono elaborate delle azioni di risposta (R) che possono agire su uno o tutti gli elementi del modello DPSIR e che pertanto possono consistere: in interventi di tipo strutturale, in soluzioni di tipo prescrittivo e/o tecnologico, in politiche di conservazione, oppure in azioni messe in atto dalla società per prevenire, compensare, mitigare direttamente gli impatti dovuti all'inquinamento atmosferico (Figura 19.14).

Tali tipi di interventi, intesi come risposte alla problematica dell'inquinamento dell'aria, rientrano quasi tutti in iniziative di tipo legislativo, normativo, amministrativo e fiscale, che i soggetti preposti

al governo del territorio attuano per contenere gli effetti delle pressioni. È importante qui sottolineare che gli indirizzi di tipo tecnico/politico spesso non sono sufficienti a contenere/mitigare gli impatti negativi dovuti all'inquinamento dell'aria, se non co-adiuvati da azioni di tipo non-tecnico. Quest'ultima tipologia di misure, che richiede una modifica delle abitudini sia del singolo cittadino che dell'intera società, è attualmente riconosciuta come parte integrante del processo di gestione dell'ambiente, da cui non si può più prescindere per il raggiungimento degli obiettivi di tutela della risorsa aria. In ogni caso non esiste comunque la sicurezza a priori che le risposte agli impatti siano effettivamente utili ed efficienti. Il loro successo può essere valutato solo tramite il monitoraggio, continuo nel tempo, degli indicatori di pressione, stato, e impatto. Occorre anche evidenziare che in alcuni casi le decisioni da prendere devono riflettere la fattibilità economica e tecnologica delle misure adottate; di conseguenza è molto probabile che gli standard fissati dalle autorità siano differenti dagli obiettivi *ideali* o dai criteri scientifici. In un contesto di gestione adattativa e attraverso un processo di valutazione ex-ante, sulla base dei risultati del monitoraggio delle risposte, sarebbe possibile attuare eventuali correzioni e interventi gestionali necessari per il raggiungimento degli obiettivi prefissati di tutela della salute e dell'ambiente. Un'analisi di tale portata richiede però l'impiego di strumenti idonei a valutare gli indicatori di risposta in funzione degli interventi previsti, riuscendone a quantificare le ricadute in termini di: variazioni apportate alle pressioni, raggiungimento/mantenimento dei previsti standard di qualità di stato e contenimento degli impatti negativi. Nella sezione successiva si darà descrizione di un sistema in grado di soddisfare in *toto* tali esigenze e di supportare in modo integrato il processo di valutazione delle risposte agli impatti. Tale sistema è in grado di fornire appropriati indicatori di risposta per ciascuno degli impatti causati dall'inquinamento atmosferico, unitamente ad un'opportuna valutazione dei costi.

Figura 19.14 - Modello DPSIR relativo alla matrice aria

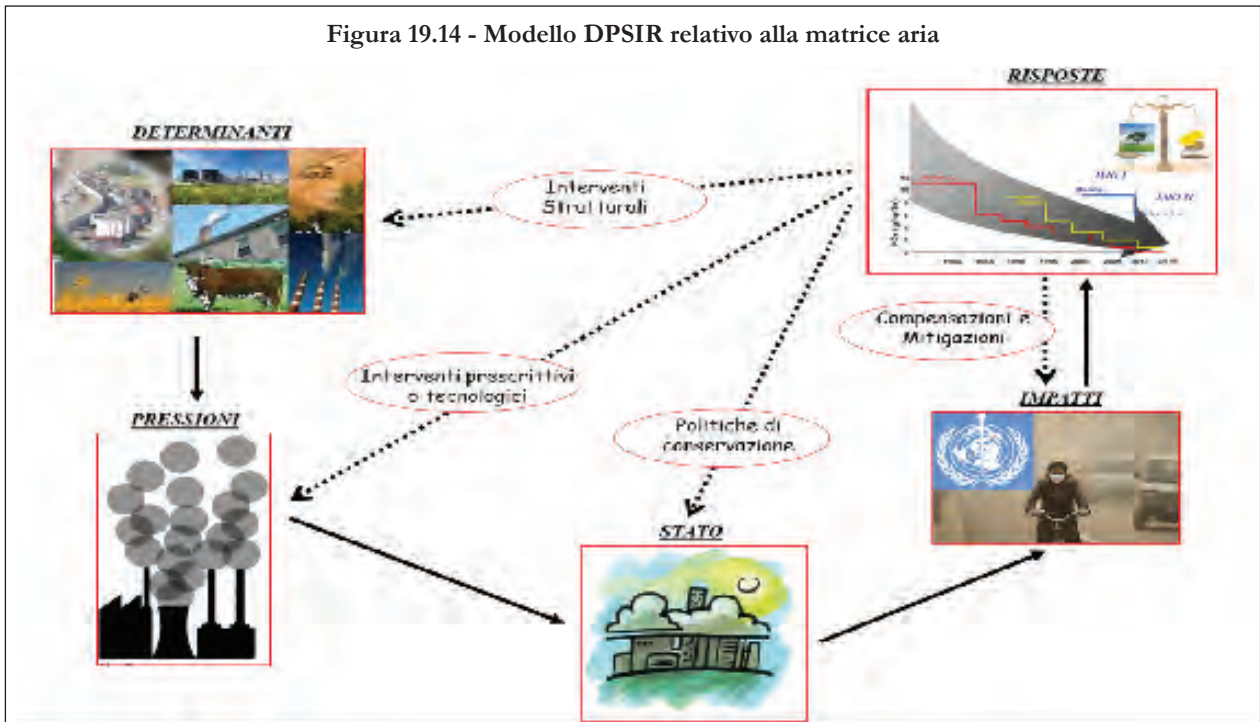
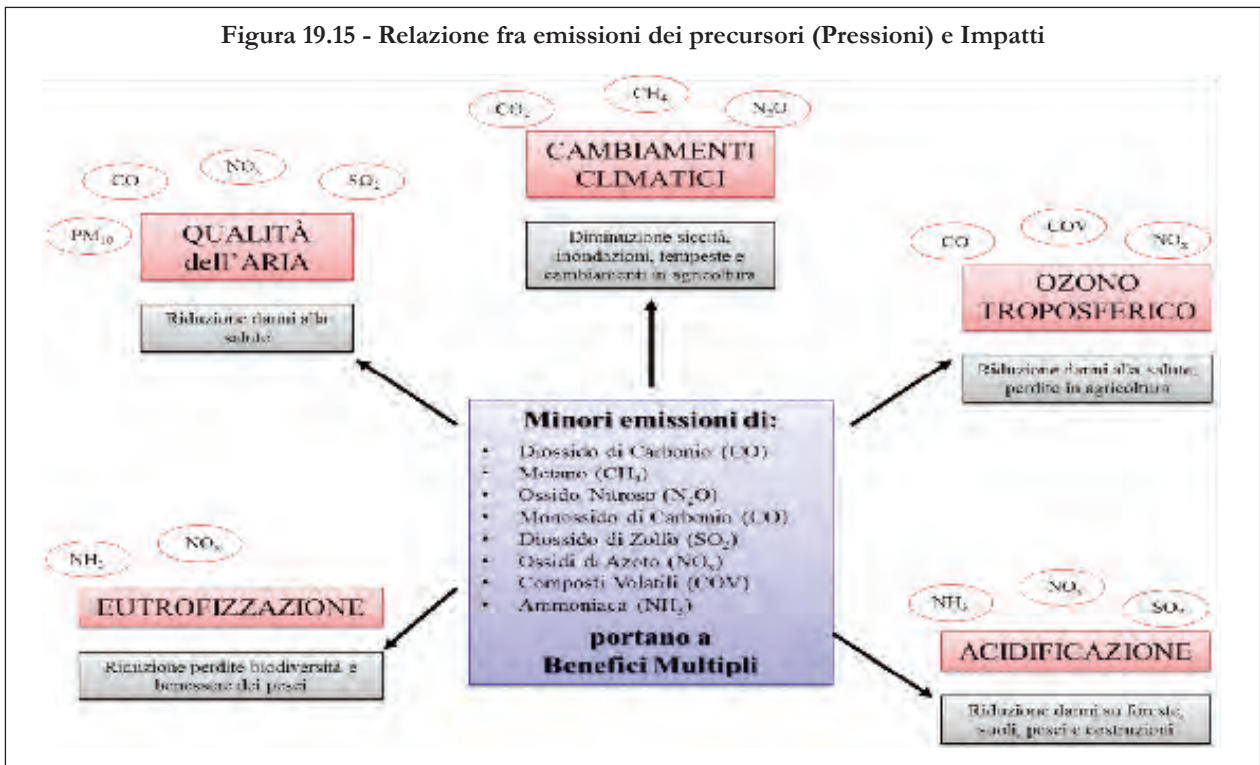


Figura 19.15 - Relazione fra emissioni dei precursori (Pressioni) e Impatti



Indicatori di risposta e approccio multi-inquinante/multi-effetto

I principali problemi causati dall'inquinamento atmosferico sono:

1. la qualità dell'aria a scala urbana;
2. acidificazione;
3. eutrofizzazione;

4. cambiamenti Climatici;
5. ozono Troposferico.

Come sintetizzato in Figura 19.15, ciascuno degli impatti sopra riportati viene originato dalle emissioni di precursori di specifici inquinanti atmosferici. Gli ossidi di azoto, ad esempio, risultano determinanti per tutti gli impatti, sono infatti alla base del ciclo dell'ozono ed i loro composti ossidati sono presenti



nelle polveri sottili (sotto forma di nitrati) e nelle deposizioni (acido nitrico e azoto nutriente). Il PM primario, invece, influenza solamente le concentrazioni di polveri sottili con ripercussioni sulla qualità dell'aria. I COV (Composti Organici Volatili) influiscono sulle concentrazioni di ozono - essendo precursori di processi ossidativi dell'atmosfera - e delle polveri sottili - sempre per effetto dei processi che ossidano SO₂ e NO_x a solfati e nitrati e dei processi di condensazione dei COV non reattivi. L'ammoniaca incide sulle concentrazioni di PM come sale di ammonio e sulla deposizione al suolo di azoto totale nutriente.

È pertanto evidente come per le specifiche problematiche legate alla matrice atmosfera non si possa prescindere da un'analisi delle risposte agli impatti che sia in grado di gestire un approccio integrato multi-inquinante e multi-effetto (Tabella 19.3). Nello specifico, un'adeguata analisi delle risposte agli impatti causati da inquinanti atmosferici dovrebbe dotarsi di opportuni indicatori di risposta in grado di quantificare in modo integrato le variazioni, in termini di pressione, stato ed impatto, conseguenti a determinate azioni di intervento. Attraverso tale tipo di approccio risulterebbe inoltre fattibile una valutazione delle possibili sinergie e trade-off fra tipologie di interventi e di politiche finalizzate al raggiungimento di obiettivi diversi.

Strumenti idonei ad analizzare le risposte agli impatti e valutazione delle misure contenute nei Piani Regionali di Qualità dell'Aria (PRQA)

Lo strumento che in questi anni si è rivelato più idoneo a valutare l'efficacia delle misure di piano sono i cosiddetti modelli di valutazione

integrata, tra cui merita particolare menzione il modello GAINS (Greenhouse and Air pollution Interaction and Synergies) che è stato applicato in molti processi negoziali quali, ad esempio, il protocollo di Göteborg e la Revisione della Strategia Tematica sull'Inquinamento Atmosferico dell'Unione europea. La peculiarità del modello integrato GAINS consiste proprio nel basarsi su un approccio di tipo multi-inquinante e multi-effetto come quello schematizzato in Tabella 19.3. Nello specifico il modello GAINS è in grado di fornire tutta una serie di indicatori di pressione, di stato e di impatto idonei pertanto a supportare adeguatamente una valutazione integrata delle risposte agli impatti dovuti all'inquinamento atmosferico. In tale contesto, l'Italia si è dotata di un proprio modello di valutazione integrata: il modello MINNI, Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico. Il progetto è nato nel 2002 con l'intento di superare i limiti dell'applicazione dei modelli utilizzati su scala continentale su un territorio come l'Italia, in modo tale da supportare in modo più efficace il decisore nazionale, nel caso specifico il Ministero dell'Ambiente, nella negoziazione internazionale sulle politiche di qualità dell'aria e nella definizione di politiche su scala sia nazionale che regionale. Con il supporto del Ministero dell'Ambiente, e in collaborazione con Arianet S.r.l. e Iiasa (International Institute for Applied Systems Analysis), è stato così sviluppato un sistema modellistico che considera in modo adeguato le peculiarità italiane. GAINS- Italia, in particolare, è frutto della collaborazione tra Enea e Iiasa, che aveva sviluppato la metodologia sulla modellistica integrata

Tabella 19.3 - Schema multi-inquinante/multi-effetto e relazione fra le emissioni dei precursori (righe) e gli indicatori di impatto (colonne)

	Salute		Ecosistemi			Forzante Radiativo		
	PM	O ₃	O ₃	Acidificazione	Eutrofizzazione	diretto	via aerosol	via OH
SO ₂	X			X			X	
NO _x	X	X	X	X	X		X	X
COV	X	X	X				X	X
NH ₃	X			X	X		X	
PM	X						X	
CO ₂						X		
CH ₄		X	X			X		X
N ₂ O						X		
CFC, HFC, SF ₆						X		

nel modello GAINS-Europa. L'impiego del modello GAINS- Italia ha consentito in una recente ricerca nazionale⁴¹ di esaminare l'efficacia dei piani regionali di gestione della qualità dell'aria (PRQA) attraverso idonei indicatori sia di pressione che di stato e di impatto.

Per quanto riguarda la qualità dell'aria a livello urbano, col recepimento nazionale della direttiva sulla qualità dell'aria (la Direttiva 96/62/CE poi sostituita dalla 2008/50/CE), la gestione della qualità dell'aria, nelle diverse fasi di prevenzione, miglioramento e conservazione, è stata affidata a ciascuna delle 20 Regioni italiane. Tale assegnazione istituzionale implica l'elaborazione di differenti Piani Regionali di gestione della Qualità dell'Aria (PRQA), nei quali devono essere definite le misure necessarie a conseguire il rispetto dei valori di qualità dell'aria entro i termini prescritti dalla direttiva stessa. I piani valutati comprendevano sia misure tecniche, come le misure *end-of-pipe*, che le cosiddette misure non tecniche. Uno degli obiettivi dello studio citato è consistito nello stilare un elenco di tutte le misure, sia tecniche che non tecniche, presenti in tutti i piani di qualità dell'aria adottati dalle Regioni italiane. Successivamente, attraverso il modello GAINS-Italia, e scegliendo il 2010 come anno di riferimento, si è proceduto a stimare la riduzione delle emissioni di SO₂, NO_x e PM₁₀ nei settori energia, civile e trasporti (indicatori di pressione), valutando inoltre le riduzioni nelle concentrazioni di PM₁₀ (indicatore di stato) e l'impatto sulla salute, quest'ultimo in termini di riduzione dell'aspettativa di vita media dovuta alle concentrazioni di PM_{2,5} (indicatore di impatto).

Bisogna comunque notare che le misure adottate con maggiore frequenza non sempre apportano il maggiore contributo alla riduzione delle emissioni. Ad esempio, la misura della ZTL, adottata da 7 Regioni, dà un contributo alla riduzione delle emissioni di NO_x pari solo al 2,3% mentre gli incentivi al *Rinnovo parco autocarri ed automezzi*, inseriti nel PRQA da una sola Regione, hanno contribuito alla riduzione delle emissioni di NO_x per il 31,4%. Da tale studio⁴² è anche emerso come dal trasporto su strada provenga il maggiore contributo, pari all'81,1%, alla riduzione delle emissioni di NO_x seguito dal settore civile con il 17,4%. Per quanto riguarda invece SO₂ e PM₁₀, il settore che determina la maggiore riduzione delle emissioni è risultato essere il settore civile, con

un contributo rispettivamente pari al 92,9% e al 63,6%.

In termini invece di indicatori di stato, la Figura 19.16 riporta le concentrazioni medie annue di PM₁₀, mostrando come con l'anno target 2010 il valore limite annuo di 40 µg m⁻³ venga superato nelle principali aree metropolitane Italiane. In termini di indicatore di impatto il modello GAINS considera la perdita dell'aspettativa media di vita a causa dell'esposizione al PM_{2,5}. Come si può vedere dalla Figura 19.17, le più importanti aree metropolitane ed industriali hanno al 2010 una perdita dell'aspettativa di vita dovuta al PM_{2,5} che ricade nel range di 12-23 mesi. Se si confronta lo scenario di *Current Legislation* (CLE) del 2010 con quello di scenario contenente i piani di qualità dell'aria adottati dalle regioni italiane, sempre al 2010, si può osservare come le misure adottate nei piani di qualità delle regioni non mostrino significativi miglioramenti. Le regioni che hanno adottato le misure più efficaci riescono a raggiungere le più alte riduzioni nelle concentrazioni medie annue del PM₁₀, con un valore massimo di riduzione pari al 7.5% nel nord e nel centro Italia, anche se non sufficiente ad assicurare il rispetto degli standard di qualità dell'aria fissati al 2010 (Figura 19.16). Analogamente, il miglioramento dell'indicatore sulla perdita dell'aspettativa di vita media raggiunge la riduzione pari ad un mese solo nella regione Lombardia (vedi Figura 19.17)

⁴¹ D'Elia I., Bencardino M., Ciancarella L. et al., (2009), *Technical and Non-Technical Measures for air pollution emission reduction: The integrated assessment of the regional Air Quality Management Plans through the Italian national model*, Atmospheric Environment, 43: 6182-6189

⁴² D'Elia I., Bencardino M., Ciancarella L. et al., (2009), op. cit.



Figura 19.16 - Concentrazioni di PM10 ($\mu\text{g m}^{-3}$) all'anno target 2010: a) scenario CLE; b) differenza ($\mu\text{g m}^{-3}$) fra lo scenario contenente i Piani di Gestione della Qualità dell'Aria (AQ) e lo scenario CLE

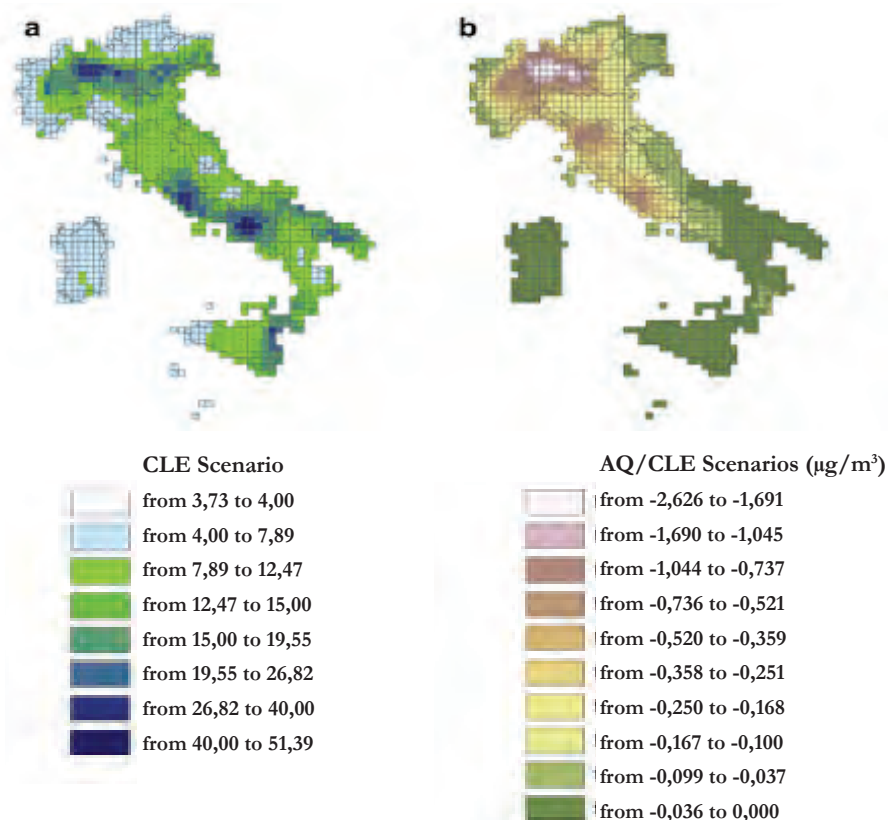
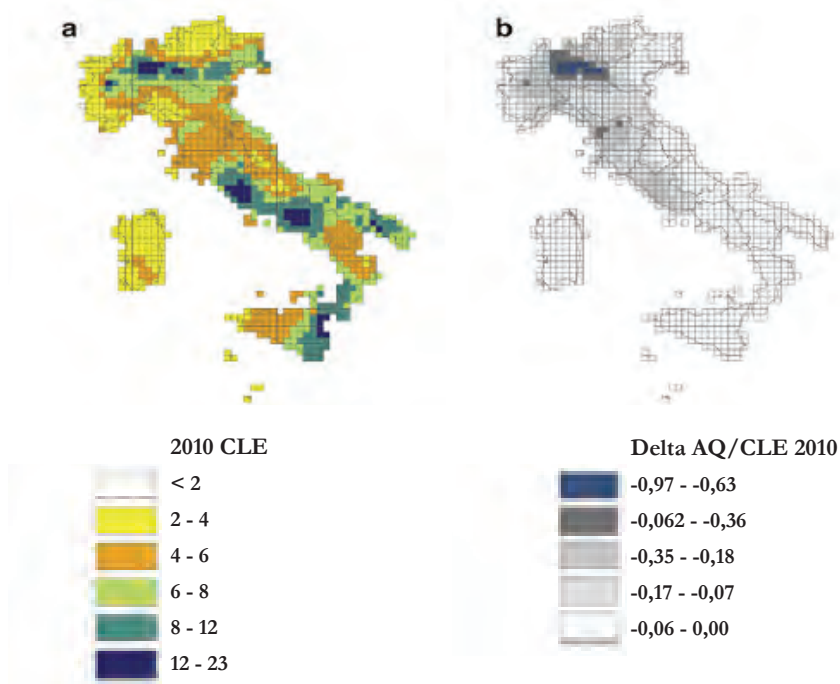


Figura 19.17 - Perdite nell'aspettativa di vita media (mesi) attribuibile alle concentrazioni di PM2.5 al 2010: a) scenario CLE; b) differenza (mese) fra lo scenario di Qualità dell'Aria (AQ) e lo scenario CLE



I cambiamenti climatici

In questo paragrafo viene trattato, seppur brevemente, il tema dei cambiamenti climatici a livello internazionale che è strettamente correlato all'inquinamento atmosferico, trattato in altri capitoli. Ciascuno degli ultimi tre decenni è stato più caldo del precedente sulla superficie terrestre rispetto a qualsiasi decennio precedente, a partire dal 1850.

Nell'emisfero settentrionale, il trentennio 1983-2012 è stato probabilmente il più caldo degli ultimi 1400 anni. Le concentrazioni in atmosfera di anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O) sono aumentate a livelli mai raggiunti, almeno negli ultimi 800.000 anni. Le concentrazioni di CO₂ sono aumentate del 40% rispetto all'epoca pre-industriale, principalmente per le emissioni dai combustibili fossili e in secondo luogo per le emissioni legate ai cambiamenti nell'uso del suolo. L'oceano ha assorbito all'incirca il 30% dell'anidride carbonica emessa, il che è all'origine dell'acidificazione degli oceani.

L'influenza umana sul sistema climatico è evidente. La variazione della temperatura media globale sulla superficie terrestre entro la fine del 21° secolo sarà probabilmente superiore a 1,5° C rispetto al 1850, in tutti gli scenari. Il livello medio del mare su scala globale continuerà ad aumentare nel 21° secolo. Per limitare i cambiamenti climatici saranno necessarie riduzioni delle emissioni di gas-serra sostanziali e prolungate nel tempo.

Gli impatti futuri dei cambiamenti climatici sono i seguenti:

sulle produzioni agricole:

- calo delle rese agricole in molte aree, particolarmente nei Paesi in via di sviluppo;
- possibile aumento delle rese agricole alle alte latitudini dell'emisfero boreale;
- calo delle rese in molti Paesi industrializzati.

sull'acqua:

- scomparsa dei ghiacciai alpini – risorse idriche a rischio in molte aree;
- significativo calo della disponibilità d'acqua in molte aree, incluso il Mediterraneo e l'Africa Settentrionale;
- aumento del livello del mare con minaccia per molte città.

sugli ecosistemi:

- danni estesi alle barriere coralline (si veda Capitolo 9 - Il mare);
- numero crescente di specie in estinzione.

eventi meteorologici estremi:

- intensità crescente di tempeste, incendi forestali, siccità, alluvioni ed ondate di calore.

rischio di cambiamenti irreversibili e repentini:

- rischio crescente di feedback dannosi e repentini, cambiamenti del sistema climatico su larga scala.

I danni causati da eventi meteorologici catastrofici sono cresciuti di 10 volte dagli anni '50 a oggi.

Come prevenire la destabilizzazione del clima?

La Convenzione-quadro sui cambiamenti climatici del 1992, ratificata da 191 Paesi, fissa come obiettivo: *la stabilizzazione delle concentrazioni atmosferiche dei gas-serra ad un livello che prevenga una pericolosa interferenza antropogenica con il sistema climatico.*

Ma nel 1992 non si registrò nessun consenso formale su che cosa costituisca una *pericolosa interferenza antropogenica* o su quale livello di concentrazione dei gas-serra la determini.

Ancora oggi non c'è nessun consenso *ufficiale* su questo punto, ma chiaramente l'attuale livello di interferenza è pericoloso.

Il problema è: come evitare interferenze non gestibili?

- La temperatura media aumenterebbe di circa 0,5°C (fino a circa 1,3°C al di sopra dei valori pre-industriali) anche se le concentrazioni fossero stabilizzate oggi;
- potenziali *punti critici* verso cambiamenti catastrofici si moltiplicano per una differenza di temperature media maggiore di 1,5°C rispetto ai valori pre-industriali, ad esempio: rapida disintegrazione delle calotte glaciali e aumento del livello del mare; drastica alterazione della circolazione oceanica e della pesca; gravi episodi di siccità, impatto di micro-organismi sull'agricoltura e sulle foreste e rilascio di metano dai suoli boreali.

Gli obiettivi di riduzione della Convenzione e del Protocollo.

- La Convenzione non introduce obiettivi vincolanti di riduzione delle emissioni per tutte le Parti firmatarie della Convenzione, ma soltanto l'impegno generico per i Paesi industrializzati a riportare, individualmente o insieme, le emissioni antropogeniche di anidride carbonica e degli altri gas-serra non controllati dal Protocollo di Montreal ai livelli del 1990.
- Il Protocollo di Kyoto ha introdotto l'impegno legalmente vincolante per i Paesi industrializzati di ridurre le proprie emissioni complessive di gas-serra di almeno il 5% rispetto ai livelli del 1990 entro il periodo 2008-2012.

Gli assorbimenti di carbonio. Le Parti possono detrarre dalle proprie emissioni le quantità di carbonio rimosse dall'atmosfera dai cosiddetti *carbon sinks* legati all'uso del suolo, ai cambiamenti nell'uso del suolo e alle foreste (LULUCF). Tuttavia, solo alcune attività di questo settore sono eleggibili, e precisa-



mente: l'afforestazione, la riforestazione e la deforestazione, definite nell'articolo 3.3 del Protocollo di Kyoto, la gestione forestale, la gestione dei suoli agricoli e dei pascoli e la rivegetazione, aggiunte alla lista delle attività eleggibili dagli Accordi di Marrakech, sulla base dell'articolo 3.4 del Protocollo di Kyoto.

Regole precise definiscono le modalità in base alle quali questi crediti possono essere considerati nell'ambito del Protocollo. Ad esempio, i crediti ottenibili dalla gestione forestale sono soggetti a un limite specifico per ciascuna Parte, che è incluso negli accordi di Marrakech.

I meccanismi di Kyoto. Il Protocollo di Kyoto ha istituito tre meccanismi di flessibilità basati sulla cooperazione tra le Parti: la *joint implementation*, il *clean development mechanism* e l'*emissions trading*.

La *Joint Implementation (JI)* consente ai Paesi industrializzati e con economia in transizione di acquisire o cedere unità di riduzioni di emissioni certificate (ERUs), risultanti da progetti realizzati in cooperazione con altri Paesi industrializzati e con economia in transizione.

Il *Clean Development Mechanism (CDM)* consente ai Paesi industrializzati di realizzare progetti per la riduzione di gas-serra nei Paesi in Via di Sviluppo (PVS) e di contabilizzare le riduzioni di emissioni derivanti dalla realizzazione di tali progetti (CERs), per raggiungere i propri obiettivi di riduzione.

L'*International Emissions Trading (IET)* consente ai Paesi industrializzati e con economia in transizione di commerciare tra loro unità di riduzioni delle emissioni per raggiungere il loro obiettivo quantificato di limitazione/riduzione.

Gli obiettivi di riduzione del Protocollo di Kyoto sono rappresentati nella Tabella 19.4.

Tabella 19.4 - Paesi e Obiettivi di riduzione gas serra previsti dal Protocollo di Kyoto

Paese	Obiettivo di riduzione di gas-serra (CHECK) (1990 ÷ 2008-2012)
EU-15, Bulgaria, Estonia, Lettonia, Liechtenstein, Lituania, Monaco, Romania, Slovacchia, Slovenia, Svizzera	-8%
USA	-7,00%
Canada, Giappone, Polonia, Ungheria	-6,00%
Croazia	-5,00%
Federazione Russa, Nuova Zelanda, Ucraina	0
Norvegia	1,00%
Australia	8,00%
Islanda	10,00%

Nel 2010 le emissioni di gas-serra nei Paesi industrializzati sono state inferiori dell'8,9% rispetto ai livelli del 1990. Gli ultimi anni sono stati caratterizzati dalla flessione dovuta alla crisi economica e solo nel 2010 c'è stata un'inversione di tendenza.

Le emissioni di gas-serra nei Paesi dell'area OCSE, esclusi quelli a economia in transizione, sono aumentate rispetto al 1990 dell'11,2% nel 2005 e del 4,9% nel 2010.

L'Italia, in base al Protocollo di Kyoto, dovrebbe riportare le proprie emissioni nel periodo 2008-2012 a livelli del 6,5% inferiori a quelli del 1990, ossia a 483,26 Mt CO₂eq⁴³ (milioni di tonnellate di CO₂ equivalente).

Considerando le stime preliminari per il 2012 il Paese ha accumulato dal 2008 un debito annuo di emissioni pari a 22,7 Mt di CO₂ equivalente.

Questo gap, di entità ridotta, può essere colmato attraverso l'utilizzo dei crediti consentiti dai meccanismi flessibili del Protocollo di Kyoto (*Emissions Trading, Clean Development Mechanisms*) e dei crediti derivanti dalle attività forestali.

Le emissioni globali di CO₂ derivanti dall'uso dei combustibili fossili e del cemento continuano ad aumentare, a dispetto della congiuntura internazionale. Nel 2012 sono state pari a 9.7 ± 0.5 GtC (gigatonnellate di Carbonio), il 58% in più rispetto ai livelli del 1990. Nel 2013 hanno superato del 2,1% quelle dell'anno precedente.

I quattro maggiori emettitori nel 2012 hanno coperto il 58% delle emissioni globali di gas-serra. In particolare, la Cina ha emesso il 14%, gli Stati Uniti il 14%, l'EU28 il 10% e l'India il 6%.

Nel 2012, la crescita delle emissioni è stata dominata dalla Cina. La Cina è stata responsabile del 71% della crescita delle emissioni globali nel 2012.

Sulla base del trend attuale di emissione dei gas-serra, le temperature medie al 2100 potrebbero crescere di 3,2-5,4°C rispetto a quelle dell'epoca pre-industriale, ben al di là quindi dell'obiettivo dei 2°C.

Negli accordi di Copenhagen e di Cancún si è stabilito che:

- l'aumento della temperatura globale deve essere inferiore a 2°C (nessun riferimento all'obiettivo di riduzione delle emissioni e di dimezzare le emissioni entro il 2050 rispetto ai livelli del 1990);
- riconoscono gli impatti dei cambiamenti climatici e delle misure di risposta;
- l'adattamento è richiesto e deve essere finanziato;
- i Paesi dell'Allegato I (industrializzati) deci-

⁴³ La CO₂eq è indice dell'impatto delle attività umane verso il sistema climatico terrestre e del riscaldamento climatico

deranno obiettivi di riduzione delle emissioni per il 2020:

- gli obiettivi possono essere raggiunti *congiuntamente*;
- i Paesi che hanno aderito al Protocollo di Kyoto rafforzeranno i loro impegni;
- le comunicazioni vanno effettuate entro il 31 gennaio 2010;
- un sistema di reporting e verifica (MRV) rigoroso, robusto e trasparente.
- i Paesi *non-Allegato I* (in via di sviluppo) intraprenderanno azioni di mitigazione appropriate al contesto nazionale, secondo quanto comunicato all'UNFCCC:
- i Paesi meno sviluppati e i piccoli stati insulari intraprenderanno azioni volontarie;
- le azioni e gli inventari delle emissioni saranno comunicati ogni due anni;
- saranno realizzati sistemi nazionali di misura, reporting e verifica per le azioni unilaterali;
- con una consultazione internazionale, nel rispetto della sovranità nazionale;
- le azioni da realizzare con un supporto internazionale saranno elencate in un registro e saranno soggette a meccanismi internazionali di misura, reporting e verifica;
- azione sulla deforestazione e sul degrado delle foreste, REDD;
- l'uso dei mercati per realizzare azioni di mitigazione *cost-effective*;
- supporto finanziario nuovo, aggiuntivo e definito per:
- mitigazione (incluso REDD), adattamento, sviluppo e trasferimento tecnologico, capacity-building;
- risorse immediate dai Paesi industrializzati: 30 miliardi di dollari USA (2010-12);
- rendere disponibili 100 miliardi l'anno entro il 2020:
- origine dei finanziamenti: pubblica, privata, bilaterale, multilaterale e alternativa
- finanziamenti significativi attraverso il Copenhagen Green Climate Fund;
- un meccanismo per la tecnologia:
- sviluppo e trasferimento tecnologico.

Obiettivi quantificati di riduzione delle emissioni al 2020 per i Paesi industrializzati (Tabella 19.5).

Tabella 19.5 - Obiettivi Riduzione Emissioni al 2020 nell'anno di riferimento, presenti nell'Allegato I

Paese Allegato I	Riduzione delle emissioni al 2020	Anno di riferimento
Unione Europea	20-30 %*	1990
Australia	5%- 15-25%*	2000
Bielorussia	5-10%	1990
Canada	20%	2006
Giappone	8%*- 25%	1990
kazakhstan	15%	1992
Nuova Zelanda	10-20%	1990
Norvegia	40%	1990
Russia	20-25%	1990
Usa	17%	2005

*A condizione che sia raggiunto un accordo ambizioso

** Equivalente al -15% rispetto ai livelli del 2005

Azioni di mitigazione appropriate al contesto nazionale dei Paesi in via di sviluppo nella Tabella 19.6.

Tabella 19.6 - Azioni dei Paesi in via di Sviluppo in non-Allegato I

Paese non-Allegato I	Azione
Brasile	Riduzione delle emissioni del 38-42% entro il 2020 Obiettivo di ridurre la deforestazione dell'80% entro il 2020
Cina	Riduzione dell'intensità energetica del 40-45% entro il 2020 rispetto al 2005
India	15% di energia da fonti rinnovabili entro il 2020 Riduzione dell'intensità energetica 20-25% entro il 2020
Indonesia	Riduzione delle emissioni del 26% entro il 2020
Sudafrica	Riduzioni delle emissioni del 32% rispetto allo scenario <i>business as usual</i> * entro il 2020; del 42% entro il 2025
Corea del Sud	Riduzione delle emissioni del 4% entro il 2020, rispetto al 2005
Messico	Riduzioni delle emissioni del 20% dal <i>business as usual</i>
Maldivi	Diventare <i>Carbon neutral</i> * entro il 2019**
Costa Rica	Diventare <i>Carbon neutral</i> * entro il 2012**

* *Business as usual* o BAU: scenario nel quale il trend continua senza cambiamenti e si assume che le emissioni continuino fino al 2020 senza politiche correttive

** Paesi *carbon neutral*: questi Paesi hanno deciso di ridurre le proprie emissioni del 100%, tagliando le emissioni dai combustibili fossili e aumentando l'assorbimento di carbonio dalle foreste

Alla Conferenza sul clima delle Nazioni Unite svoltasi nel 2012 a Doha, in Qatar (COP18/CMP8), i governi avevano deciso:

- di rafforzare la loro determinazione e approvare un calendario per l'adozione entro il 2015 di un accordo sul clima che entrerà in vigore nel 2020;
- di semplificare i negoziati, completare i lavori del Piano d'azione di Bali per concentrarsi sul nuovo lavoro in vista dell'accordo del 2015 nell'ambito del Gruppo di Lavoro ad



hoc sulla Piattaforma di Durban per un'Azione Rafforzata (ADP);

- di rafforzare il proprio impegno per la riduzione delle emissioni dei gas-serra e l'aiuto ai Paesi vulnerabili ad adattarsi agli impatti dei cambiamenti climatici;
- di lanciare un nuovo periodo di impegno del protocollo di Kyoto (2013-2020), al fine di mantenere in vigore la struttura legale e la contabilità degli impegni del protocollo e ribadire che i Paesi industrializzati devono guidare l'azione per il taglio delle emissioni di gas-serra;
- di compiere ulteriori progressi verso l'istituzione del sostegno finanziario e tecnologico e di nuove istituzioni per consentire investimenti in energie pulite e la crescita sostenibile nei Paesi in via di sviluppo.

Le conclusioni di Varsavia (2013).

Il percorso negoziale verso il nuovo accordo:

- il progetto di testo per un nuovo accordo globale sul clima dovrà essere presentato alla prossima Conferenza delle Parti (COP20), che si svolgerà a Lima nel 2014;
- nel corso del 2015, tutti i Paesi avvieranno o intensificheranno la propria preparazione per definire i contributi nazionali all'accordo, che entrerà in vigore a partire dal 2020. I Paesi che sono già pronti presenteranno piani chiari e trasparenti con largo anticipo rispetto alla COP 21, che si svolgerà a Parigi, possibilmente entro il primo trimestre del 2015;
- i Paesi hanno inoltre ribadito il proprio impegno a colmare il gap tra obiettivi globali e contributi previsti per il 2020, intensificando il lavoro tecnico e rendendo più frequente l'impegno dei ministri.

In merito alla riduzione delle emissioni da deforestazione/trasferimento di tecnologia:

- gli accordi di Varsavia includono un insieme significativo di decisioni sui modi per aiutare i Paesi in via di sviluppo a ridurre le emissioni di gas-serra causate dalla deforestazione e dal degrado delle foreste, che rappresentano circa un quinto di tutte le emissioni generate dall'uomo. Il *Warsaw Framework for REDD+* è sostenuto da promesse di 280 milioni di dollari di finanziamento da parte degli Stati Uniti, della Norvegia e del Regno Unito;
- è stato completato il lavoro sul Centro e sul Network per la Climate Technology (CTCN), in modo che possa rispondere

immediatamente alle richieste dei Paesi in via di sviluppo per consulenza e assistenza sul trasferimento di tecnologia. Il CTCN è aperto alle imprese e sta incoraggiando i Paesi in via di sviluppo a creare punti focali per accelerare il trasferimento di tecnologia.

Per quanto riguarda l'adattamento dei Paesi più vulnerabili:

- la Conferenza ha deciso di istituire un meccanismo internazionale per dotare le popolazioni più vulnerabili di una migliore protezione contro le perdite economiche e i danni causati da eventi meteorologici estremi e da eventi lenti come l'innalzamento del livello del mare.
- La definizione della struttura e del funzionamento del *Meccanismo internazionale di Varsavia per le perdite e i danni* inizierà nel 2015;
- inoltre, i governi continueranno a impegnarsi per mobilitare finanziamenti a sostegno dei Paesi in via di sviluppo per favorire azioni di riduzione delle emissioni e promuovere l'adattamento al cambiamento climatico;
- nel corso del 2014, il Consiglio del Green Climate Fund avvierà il suo processo di mobilitazione iniziale di risorse; i Paesi sviluppati sono stati invitati a fornire contributi per garantire l'operatività del meccanismo entro la COP20.

Al momento, l'unico accordo internazionale per la riduzione delle emissioni è quello relativo al secondo periodo di impegno del Protocollo di Kyoto, al quale hanno aderito Australia, Bielorussia, Islanda, Kazakistan, Norvegia, Svizzera, Ucraina e Unione Europea (con i suoi 28 Stati membri) che, nel loro insieme, rappresentavano nel 2010 il 13,4% delle emissioni globali. Un ulteriore accordo globale per la riduzione delle emissioni di gas-serra potrà essere concluso non prima del 2015, ed entrerà in vigore non prima del 2020. Dal punto di vista istituzionale, si tratta di un accordo molto più debole di quello di Kyoto, visto che si basa su *conditional pledges*, offerte sottoposte a una serie di condizioni, con un meccanismo di verifica dell'attuazione molto più debole di quello di Kyoto. Infine, secondo l'UNEP, l'attuazione di questi *pledges* porterebbe a una riduzione di 3-7 GtCO₂ rispetto ai 59 GtCO₂ previsti come *baseline*, e resterebbe un gap di 8-12 GtCO₂ rispetto al raggiungimento dell'obiettivo di 2°C. Ulteriori ritardi nell'attuazione degli impegni renderebbero impossibile il raggiungimento dell'obiettivo ricorrendo solo a tecnologie convenzionali.



Inquinamento elettromagnetico da radiazioni ionizzanti, non ionizzanti e da rumore

Lucio Triolo, Carlo Brini, Mauro Cristaldi, Cristiano Foschi, Fiorenzo Marinelli

Premessa

Nel mondo, al novembre 2013, sono operativi per la produzione di energia elettrica 435 reattori nucleari e in 14 paesi si stanno costruendo 72 nuove centrali¹. Il Governo francese, inoltre, avrebbe già preso la decisione di prorogare di 10 anni la durata di vita delle centrali nucleari del paese, passando così da 40 a 50 anni di esercizio. D'altra parte, però, i nuovi impianti elettronucleari russi, del dopo Chernobyl, che presentano indubbi elementi di maggiore sicurezza², vengono adottati in diversi paesi del Terzo Mondo.

Mentre in futuro non si può più teoricamente escludere che accada qualche incidente nucleare grave, è opportuno considerare anche la possibilità che si continuino a verificare alcune delle emergenze radiologiche, verificatesi in Italia negli ultimi anni.

Per fronteggiare in maniera adeguata le emergenze dovute alla contaminazione radioattiva di alimenti e mangimi è richiesta ai Pubblici Amministratori la conoscenza di nozioni giuridiche, scientifiche e delle procedure tecniche specialistiche, indispensabili non solo nel caso sia necessario tutelare la sicurezza alimentare, ma anche, per quanto di competenza, nel caso di interventi di Protezione Civile che coinvolgono il loro territorio.

Le procedure previste per gli Enti Locali in caso di emergenze nucleari o radiologiche sono riportate in vari documenti ufficiali, che danno indicazioni di carattere generale, non sempre reperibili in rete su internet e non mirate alle specificità locali. Inoltre, la riforma del Titolo V della Costituzione, richiede un lavoro di riorganizzazione delle competenze a livello di Regioni e Province Autonome, ridisegnando quindi anche le competenze che de-

vono rimanere a livello centrale (Ministeri), attività sono ancora in corso.

Recentemente alcune Regioni hanno istituito programmi di formazione per il personale dei Dipartimenti di Prevenzione delle ASL, mirati a fornire conoscenze di Radioecologia e Radioprotezione applicabili alle attività di informazione, educazione sanitaria e promozione della salute. Sarebbe auspicabile che, a livello locale, venisse reso disponibile anche ad amministratori pubblici e decisori l'accesso a nozioni di base sui limiti e livelli di riferimento, in caso di contaminazione radioattiva negli alimenti. Poiché la radioprotezione ha come oggetto la protezione dell'uomo e dell'ambiente dagli effetti nocivi delle radiazioni, una descrizione delle basi scientifiche per la valutazione del rischio sulla salute, causato dalle radiazioni ionizzanti e sui corrispondenti limiti delle concentrazioni di radionuclidi nei prodotti alimentari, viene presa in esame in questo Capitolo.

Natura e meccanismi d'azione sui sistemi biologici delle radiazioni ionizzanti

La presenza nell'ambiente di radiazioni ionizzanti è dovuta a fattori naturali e antropici. I primi si riferiscono alla radiazione cosmica e ai radionuclidi presenti nella crosta terrestre, i secondi, ai processi industriali (fissione nucleare per la produzione di energia e uso dei radiazioni e radioisotopi per i processi produttivi), sanitari (impiego delle radiazioni e dei radioisotopi per diagnostica e terapie) e alla ricerca scientifica e tecnologica. Le differenti forme di radiazioni vengono emesse con energie e capacità di penetrazione differenti, quindi presentano effetti diversi sui sistemi biotici. Esistono tre differenti tipi di radiazioni: alfa (α), beta (β) e gamma (γ). Le radiazioni alfa, costituite

¹ <http://www.world-nuclear.org/Nuclear-Basics/Global-number-of-nuclear-reactors/>

² Conant E., (2013), *Nucleare, il terzo nuovo impero russo*, Le Scienze, 544:60-65

da due neutroni e due protoni (un nucleo di elio), sono le più pesanti, ma hanno una capacità di penetrazione molto bassa (possono essere schermate da un foglio di carta). Esse risultano dannose quindi solo se riescono ad entrare all'interno di un corpo attraverso una ferita aperta o per via respiratoria e gastrointestinale. Le radiazioni beta, costituite da elettroni, sono più penetranti rispetto alle alfa e arrivano fino a due centimetri nei tessuti vivi. Anche in questo caso il danno biologico risulta più rilevante se l'emittente è introdotto nell'organismo. Le radiazioni gamma sono onde elettromagnetiche che viaggiano alla velocità della luce e sono estremamente penetranti; possono essere schermate solo da strati spessi di piombo o cemento. L'energia posseduta dalla radiazione (proporzionalmente le emissioni alfa sono nell'ordine più cariche energeticamente delle beta e delle gamma), è ciò che determina il danno. La quantità della stessa energia assorbita nel tessuto vivo è detta *dose*. Si definisce dose sia che il radionuclide emettitore sia esterno ad un corpo vivente, sia che venga immesso all'interno del corpo stesso (respirazione e/o ingestione). La dose viene espressa in modi diversi a seconda di quali organi corporei vengano irradiati e in relazione alla durata dell'esposizione. La *dose assorbita* è la quantità di energia assorbita per grammo di tessuto, ed è misurata in Gray (Gy); tale definizione di dose non considera il differente potenziale dannoso delle tre tipologie di radiazioni, tra le quali, la radiazione alfa è da considerarsi 20 volte più dannosa delle altre (beta e gamma). Per tale motivo, attraverso dei coefficienti di correzione (fattori di qualità), che nel caso di esposizione esterna a raggi gamma e beta corrispondono a 1 mentre nel caso di una esposizione interna (radiazioni alfa) risulta pari a 20 (coefficiente empirico), si può quantificare la dose equivalente (dose equivalente = dose assorbita · coefficiente empirico). La definizione che prende in considerazione l'entità del danno è detta *dose equivalente*, misurata in Sievert (Sv)³. Nello studio degli effetti biologici è utile impiegare il mSv (10⁻³ Sv). Va inoltre considerata la differente vulnerabilità degli organi che assorbono le radiazioni, le quali possono causare, negli stessi, differenti patologie. Da tale considerazione è definita la *dose efficace*, misurata anch'essa in Sievert (Sv), la quale si ottiene moltiplicando la dose equivalente assorbita per il fattore di rischio associato a ciascun organo. La *dose efficace collettiva* corrisponde al valor medio delle dosi efficaci individuali assorbite dai componenti di una comunità, l'unità di misura è il Sv/uomo. Infine, la *dose efficace impegnata* si riferisce all'espressione della dose ef-

ficace collettiva in considerazione all'esposizione a radionuclidi, con tempi di decadimento lunghi, protratta negli anni⁴.

Nei paesi industrializzati, considerando le diverse applicazioni delle radiazioni ionizzanti e dei radionuclidi che sono associate alla produzione di energia, al monitoraggio ambientale, all'uso di traccianti e a scopi medici, risulta che questi ultimi sono i responsabili della maggior parte dell'esposizione subita dagli esseri umani. Le radiazioni per uso medico hanno due diversi obiettivi, la diagnosi e la terapia. Nella diagnosi medica il tipo di radiazione più utilizzata è costituita dai raggi X, che sono onde elettromagnetiche di frequenza inferiore ai raggi gamma. L'esposizione a raggi X provoca, in alcuni individui sottoposti a diagnosi, fino a migliaia di volte la dose media annuale relativa alle sorgenti naturali. Sebbene le radiazioni mediche risultino un grande vantaggio per la salute umana, è anche vero che, spesso, sono riscontrabili degli eccessi inutili di esposizioni a raggi X. Non vengono, ad esempio, debitamente valutate le esposizioni a raggi X per problematiche di tipo odontoiatrico. L'utilizzo della TAC (Tomografia Assiale Computerizzata) rappresenta l'innovazione più rilevante nell'applicazione dei raggi X per uso diagnostico. Va altresì detto che l'utilizzo dei radioisotopi per uso terapeutico e diagnostico è notevolmente aumentato nel corso degli ultimi due decenni, determinando un notevole incremento dell'esposizione interna a radiazioni.

La maggior parte degli esperti di agenzie e organizzazioni internazionali, Aiea (Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica), Oms (Organizzazione Mondiale della Sanità), Icpr (International Commission on Radiation Protection), affermano che il problema centrale delle radiazioni esiste solo alle medie e alte dosi, ovvero quando si verificano esposizioni a dosi notevolmente superiori a quelle della radioattività naturale che è determinata dalla presenza nella crosta terrestre degli isotopi naturali e dall'impatto dei raggi cosmici. Attraverso tale assunto essi calcolano che nelle immediate vicinanze di siti che sono associati al rischio radioattivo, i più rilevanti dei quali sono le centrali nucleari, i siti di stoccaggio dei rifiuti e le aree interessate da contaminazione radioattiva di origine bellica e/o convenzionale (civile), le emissioni sono basse e i livelli di esposizione meno preoccupanti. I modelli di valutazione correnti non spiegano quindi le patologie sulle popolazioni non esposte direttamente alle emissioni radioattive causate dall'incidente di Chernobyl, né le patologie sui bambini residenti

³ 1 Sv = 1 joule /Kg

⁴ Unep (United Nations Environment Programme), (1985), *Radiation Doses, Effects, Risks*, 64 pp.

in aree prossime alle centrali nucleari o sviluppate in bambini i cui genitori siano stati esposti a radiazioni ionizzanti. I modelli dosimetrici finora adottati per la valutazione del rischio infatti sono basati sulla quantificazione dell'energia trasferita sulla materia vivente e sul danno conseguente al DNA. Negli anni recenti, tuttavia, l'interazione tra radiazione e sistemi viventi è stata studiata in modo sistemico considerando le interazioni multiple che si sviluppano ai livelli tissutale, cellulare e genetico-molecolari: tale approccio innovativo ha investito anche il dibattito sulla cancerogenesi.

Per valutare il danno da radiazione su organismi viventi è stata finora impiegata da parte delle agenzie competenti la relazione lineare dose/effetto che ispira il modello lineare senza soglia (LNT, *Linear No-Threshold*) impiegato per la previsione a lungo termine dei danni biologici causati da radiazioni ionizzanti. Tale modello indica che non esiste una soglia al di sotto della quale il rischio sia zero, che lo stesso rischio è direttamente proporzionale alla dose assorbita, indipendentemente se assorbita a piccole dosi o a dosi elevate in tempi brevi. Su tale assunto formale deriva la posizione di agenzie e esperti, finora considerata autorevole, ovvero che i rischi di cancro per esposizioni a basse dosi di raggi X o gamma diminuiscono direttamente con il diminuire della dose.

Tale posizione è smentita da studi epidemiologici secondo i quali l'insorgenza di tumori e di danni neurologici è stata riscontrata in bambini esposti in età fetale o nelle prime settimane di vita dopo l'incidente di Chernobyl, ovvero fino all'età di 5 anni nei bambini esposti alle emissioni di routine nelle centrali nucleari tedesche in aree prossimali all'impianto⁵.

Le dosi assorbite in queste circostanze dai bambini erano molto basse e tali da non far prevedere, secondo il modello LNT, alcune delle patologie al contrario riscontrate. Secondo il modello adottato dalle agenzie ufficiali occorre aggiungere la radiazione di fondo che è costituita dalle emissioni naturali terrestri, dai raggi cosmici e dalla radiazione di origine antropica (sommatoria dei test nucleari del dopoguerra, degli incidenti nucleari e dell'industria nucleare): totale 5mSv/anno.

Le critiche al modello LNT: fin dal 1980 erano stati considerati oggetto di approfondimento scientifico gli effetti biologici alle basse dosi che comunque si formavano dalle emissioni continue

dagli impianti nucleari. Inoltre la funzione lineare senza soglia degli effetti rispetto alla dose (modello LNT) sostenuta dalla Commissione per la Sicurezza Nazionale del governo italiano era criticata poiché non considerava gli effetti potenziali delle basse dosi di esposizione e degli effetti cumulativi. Questi si determinavano anche a causa dell'irraggiamento intracorporeo dei radionuclidi accumulati e al loro metabolismo nei diversi tessuti e organi⁶.

La conoscenza scientifica che il bersaglio delle radiazioni ionizzanti fosse l'intera cellula e non solo il DNA, determinò la genesi del pensiero critico sul modello che si imponeva nelle agenzie internazionali e negli enti di ricerca, ovvero che la dose totale determina l'entità del danno. Le cellule che avevano subito irradiazione ed erano sopravvissute, non erano identiche alle cellule mai irradiate, perché, pur apparendo normali, sembrava avessero accumulato danni che tuttavia si sarebbero potuti manifestare dopo anni. Alcuni studi dimostrano che il danno indotto dalle radiazioni su cellule midollari consisteva in una instabilità genomica progressiva per le popolazioni cellulari del midollo irradiato. In particolare gli studi di ematologia concernenti cellule midollari irradiate indicano un'instabilità genomica che si traduce in tumori linfo-ematopoietici (quelli a più brevi tempi di latenza).

L'instabilità genomica dovuta all'esposizione globale al fall-out dei test nucleari (soprattutto anni '50 e '60)⁷, dei disastri e degli incidenti (Hiroshima, Nagasaki, Winscale oggi Sellafield, Chelyabinsk, Three Miles Island, Arcipelago della Maddalena, Chernobyl, Fukushima), delle emissioni continue di routine funzionale delle centrali nucleari, dei depositi di rifiuti nucleari, sembra svilupparsi nelle cellule germinali, trasmettendosi e amplificandosi da una generazione all'altra.

Il meccanismo transgenerazionale del danno biologico e dell'instabilità epigenetica determinano in tempi successivi rischi rilevanti nelle cellule embrionarie che proliferano (subletali e/o letali) con conseguenze sullo sviluppo di tessuti innescando, nei tempi medio-lunghi, la formazione di malattie cronico-degenerative e di tumori. Questi possono perciò manifestarsi con latenza di anni o decenni dall'evento di esposizione⁵.

La formazione di Enti e Agenzie di ricerca e controllo indipendenti sugli effetti delle radiazioni ionizzanti, Ecrr (European Committee on Radiation Risk), Cerrie (Committee Examining Radia-

⁵ Burgio E., (2011), *I rischi per la salute umana da radiazioni ionizzanti*, in SCRAM ovvero la fine del nucleare. Baracca A. e Ferrari G., (eds.) Jaka book, pp. 297-342

⁶ Cristaldi M., (1980), *Atti della Conferenza Nazionale sulla Sicurezza Nazionale*, Venezia, 25-27

⁷ Unep Radiation, (1985), *Doses, Effects, Risks*, 64 pp.



tion Risk from Internal Emitters), Irsn (Agenzia francese per il rischio nucleare), ha consentito il superamento del modello LNT da parte di alcune comunità scientifiche e anche dalla International Commission on Radiation Protection è stata avanzata una riforma sostanziale del modello LNT.

Le metodologie di valutazione del rischio finora adottate hanno ampiamente sottovalutato i rischi di esposizione alle radiazioni ionizzanti di bambini e organismi in sviluppo. Se infatti si utilizzano modelli di esposizione innovativi nei quali sono considerati gli effetti epigenetici transgenerazionali e le possibili alterazioni genomiche nelle generazioni successive dovranno essere condotti studi epidemiologici negli stessi territori dove sono valutate o misurate esposizioni esterne ed interne da radioisotopi. Si manifestano non solo incidenze di tumori, ma a causa di esposizioni in utero, gravi patologie cardiache in bambini associate ad alte concentrazioni di ^{137}Cs nei tessuti miocardici⁸ e disturbi nel sistema immunitario e nel sistema nervoso centrale⁹.

Il rapporto PINCHE (Policy Interpretation on Children's Health and Environment)¹⁰ relativo ad un progetto di ricerca della Commissione Europea considera tali evidenze sperimentali e sottolinea la mancanza di valutazione di tali effetti da parte del modello LNT. Conseguentemente ha emesso indicazioni ispirate dal principio di precauzione, nelle quali:

- i bambini residenti entro 5 Km da sorgenti puntiformi di radiazioni dovrebbero essere sottoposti ad accurati controlli sanitari;
- si propone un ampio programma di monitoraggio chimico analitico nelle matrici ambientali biotiche e abiotiche e nelle catene alimentari di radioisotopi quali ^{90}Sr , ^{238}U , ^{239}Pu .

Tale rapporto è premonitore di uno studio^{11,12}

⁸ Bandashevsky Yu I., (2001), *Incorporated radiocaesium and cardiovascular pathology*, International Journal of Radiation Medicine, 3:1-2

⁹ Burlakova B., (2006), *Consequences of Chernobyl catastrophe for human health*, Centre for Russian Environmental Policy, Scientific Council for Radiobiology, Russian Academy of Sciences Moscow; C. Busby, A.V. Yablokov (Eds.), 1996 *Chernobyl 20 years on. The Health Effects of Chernobyl Accident*, Documents of the European Committee on Radiation Risk, ECRR, Aberystwyth: Green Audit

¹⁰ PINCHE (Policy Interpretation Network on Children's Health and Environment) è un network tematico, finanziato dalla Direzione Generale della Commissione Europea per la Ricerca - Quinto Programma Quadro *Quality of Life and management of Living resources (LIFE) Programme, key Action 4; Environment and Health*; Cfr. Van den Hazel P., Zuurbier M., Bistrup M.L., (2006), *Policy Interpretation Network on Children's Health and Environment*, Acta Paediatrica, Suppl. 95(453):6-12

¹¹ Kaastch P., Spix C., Schulze-Rath R., Blettner M., (2008), *Leukemias in young children living in the vicinity of German Nuclear Power Plants*, Int. J. Cancer 122, 721-726

¹² Spix C., Schmiedel S., Schulze-Rath R., Blettner M., (2008), *Case-control study on childhood cancer in the vicinity of German Nuclear power Plants*, Eur. J. Cancer 44:275-284

realizzato delle autorità federali tedesche denominato KIKK (Kinderkrebs in der Umgebung von KernKraftwerken) che ha esaminato tutte le forme di cancro in 16 siti nucleari tra il 1980 e il 2003. La zona interna ai 5 km dall'impianto ha mostrato un fattore di rischio di cancro per bambini più alto di 1.6 volte rispetto a quelli che vivono fuori da quell'area. Anche il rischio di leucemia infantile risultava 2.2 volte più alto nella stessa area.

Anche in altri paesi (Inghilterra, Galles, Francia e Spagna), nei territori prossimali ad impianti nucleari, sono stati riscontrati da studi epidemiologici incidenze maggiori dei valori attesi di leucemia e di linfoma di Hodgkin rispetto alle attese regionali, nei giovani fino a 25 anni¹³. Nell'impianto di Sellafield, già Windscale (Inghilterra), dove esiste anche un impianto di riprocessamento del combustibile, che nel 1957 subì uno dei più catastrofici incidenti nucleari, è stata riscontrata un'incidenza doppia di leucemia infantile e di linfoma non-Hodgkin rispetto alle attese, nei figli di lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti in periodi precedenti al concepimento (ipotesi di Gardner). Incrementi netti di leucemia sono stati riscontrati su bambini sopravvissuti a Hiroshima, in quelli esposti alle ricadute radioattive di Chernobyl e al fall-out dei siti test del Deserto del Nevada negli Stati Uniti. Tali dati sono confermati da uno studio condotto in Inghilterra su bambini esposti per diagnosi a raggi X nei quali è stata trovata associazione statisticamente significativa con la leucemia.

Il rilascio ambientale di radioattività, le radiazioni ionizzanti dirette (raggi gamma, raggi X), le emissioni di vapor acqueo contenente trizio ($\text{T}_2 = ^3\text{H}_2$) e di anidride carbonica con ^{14}C emessi da impianti nucleari, i gas nobili radioattivi emessi sia da impianti che da fonti naturali, le radiazioni ad alta intensità e bassa frequenza emesse da linee ad alta tensione, sono cause di esposizione causate da emissioni di radionuclidi e radiazioni elettromagnetiche ionizzanti e non. La maggior parte del trizio, $^3\text{H}_2$, presente in natura è di origine antropica, ma questo gas radioattivo si forma anche nella stratosfera per azione dei raggi cosmici sull'azoto e sull'ossigeno. Proprio per la produzione antropica negli ultimi anni la concentrazione del trizio è incrementata notevolmente. L'assorbimento avviene per ingestione sia di alimenti sia perché può essere presente nell'acqua, anche se a basse concentrazioni sotto forma di H_2O triziata ma anche per inalazione. Il trizio si concentra nel sangue e si fissa nella matrice organica alla quale si lega attraverso vari composti contenenti H_2 (amminoacidi, protei-

¹³ Triolo L., (2011), *L'inquinamento ambientale delle centrali nucleari*, ISDE (International Society of Doctors for Environment), Italia:1-12

ne, acidi nucleici) con lo stesso meccanismo di assorbimento la CO₂ contenente ¹⁴C si fissa nell'organismo in composti organici costituenti proteine, lipidi, enzimi, ormoni, (¹⁴C tempo di dimezzamento 5700 anni).

Tali rischi da esposizione sono causati da condizione di funzionamento di routine degli impianti, non da incidenti. Inoltre occorre citare, quali fonti di esposizione radioattiva, gli impianti di riprocessamento del combustibile esaurito - che in Italia non esistono: infatti una parte dei rifiuti nucleari viene trattata negli impianti francesi di Le Hague e inglesi di Sellafield già Windscale - e le centrali nucleari inattive contenenti al loro interno ancora rifiuti radioattivi non ancora trattati e in attesa di esserlo e in seguito collocati nei depositi definitivi, così come accade ancora per gli impianti di Borgo Sabotino (Latina), Garigliano (Caserta), Trino Vercellese e Saluggia (Vercelli) e Caorso (Piacenza), chiusi dopo il referendum del 1986.

Diffusione e bioaccumulo dei radionuclidi

I radionuclidi sono immessi nell'ambiente sotto forma di gas o di deposizione di polveri o aerosol determinando ricadute sugli umani, sul suolo, nelle acque, sui vegetali, sugli animali e sulle superfici costruite.

La maggior parte dell'esposizione alle radiazioni ionizzanti, a cui la popolazione è continuamente sottoposta, è di origine naturale. Le componenti principali di questo fondo naturale sono dovute ai raggi cosmici e alla radiazione terrestre. I primi determinano livelli di radiazione variabile a seconda dell'altitudine: 13 μS (*micro Sievert*) per ora a 20000 metri sopra il livello del mare, 5 μS per ora a 12000 metri (altezza caratteristica dei voli intercontinentali di linea), 0,2 μS per ora a 4000 metri e 0,03 μS per ora al livello del mare. I principali responsabili della radiazione terrestre sono: ⁴⁰K (potassio), ⁸⁷Rb (rubidio), ²³²Th (torio) e ²³⁸U (uranio) dal quale deriva, per decadimento, il ²²²Rn (radon). Il solo gas radon è responsabile di circa il 50% dell'esposizione di origine naturale.

Il radon è un gas nobile inerte, inodore, insapore, incolore e solubile in acqua. La Iarc ha classificato il radon come cancerogeno per l'uomo di gruppo 1, collocandolo al secondo posto come causa di tumori polmonari, dopo il fumo di tabacco. La sua densità (circa otto volte più alta rispetto a quella dell'aria) fa sì che il radon tenda a concentrarsi in spazi confinati, spesso sotterranei, rappresentando un rilevante rischio sanitario per diversi strati di

popolazione. Il radon deriva dalla catena di decadimento dell'uranio. L'uranio è uno dei più antichi elementi radioattivi naturali presenti sulla terra; è ubiquitario sulla crosta terrestre, quindi rappresenta una sorgente permanente di gas radon. Il gas radon, generatosi per decadimento all'interno delle rocce o dei suoli, a causa di fratture, faglie e in generale di ciascun elemento di discontinuità, tende a diffondere fino alla crosta terrestre. In alcuni casi può essere emesso da materiali edili in quantità non trascurabili. Il radon riesce a penetrare negli edifici, grazie al cosiddetto effetto camino, cioè allo squilibrio di pressione che si crea per via della temperatura più elevata dell'aria all'interno degli spazi chiusi. Arieggiare i locali, può essere il miglior sistema di diluizione in aria del gas. Il problema investe soprattutto cantine e locali sotterranei o seminterrati (dove non risulta facile arieggiare i locali), quindi interessa anche tipologie particolari di persone che per motivi occupazionali svolgono attività nei tunnel, nelle sottovie, nelle grotte e più in generale in locali sotterranei (minatori, addetti alle metropolitane e ai tunnel, guide di catacombe, impiegati bancari addetti ai caveau).

Esistono tre isotopi del radon in natura: il ²²²Rn, il ²²⁰Rn e il ²¹⁹Rn, chiamati rispettivamente radon, thoron e actinon. Essi appartengono rispettivamente alle tre serie di decadimento radioattivo dell'²³⁸U, del ²³²Th e dell'²³⁵U di origine naturale. Dei tre isotopi del radon, solo il ²²²Rn ha un tempo di dimezzamento sufficientemente lungo (3,82 gg.) da consentire il rilascio dal suolo e dalle rocce, dove si genera, fino all'atmosfera.

Dal punto di vista sanitario i prodotti di decadimento rilevanti nella catena dell'²³⁸U sono: ²¹⁴Po, ²¹⁸Po, ²¹⁴Bi e ²¹⁴Pb, che si formano a loro volta dal decadimento del ²²⁶Ra e, successivamente, del ²²²Rn. Studi di dosimetria polmonare, iniziati già nel 1950 hanno dimostrato il ruolo preminente dei prodotti di decadimento del radon nei confronti del radon stesso nell'indurre il tumore al polmone, in quanto la dose associata da questi è molto superiore a quella dovuta al radon. Questi elementi derivati hanno un tempo di dimezzamento fino a trenta minuti e, a differenza del radon, una volta formati, possono dissolversi nelle particelle di aerosol sospese nell'atmosfera (*frazione attached*) o assorbirsi su qualunque superficie solida. Solo una piccola frazione di essi rimane in forma gassosa, a seconda di diversi fattori quali la concentrazione e la dimensione delle particelle di aerosol presenti nell'ambiente, la ventilazione. Quando il radon e i suoi prodotti di decadimento vengono inalati, il danno al tessuto polmonare è dovuto principalmente alle particelle emesse dai prodotti di decadi-



mento (alfa e beta); l'inalazione di questi elementi avviene sotto forma di aerosol sia di piccole (particolato ultrafine) che di grandi dimensioni (frazione aerodinamica) oppure in forma libera. L'aerosol si deposita lungo il tratto dell'apparato respiratorio in modo non omogeneo e questa deposizione è fortemente influenzata dalla distribuzione granulometrica. Nel caso dei prodotti di decadimento del radon una accentuata deposizione avviene in particolare a livello dei bronchi che vengono così irradiati ad alte dosi. Per queste cellule e tessuti esposti maggiormente alle radiazioni ionizzanti aumenta significativamente la probabilità di sviluppare patologie tumorali. Il contributo alla dose al polmone dovuto esclusivamente al radon è trascurabile, in quanto il gas, una volta inalato, viene pressoché completamente eliminato con l'aria espirata e la probabilità che possa decadere mentre si trova nel polmone è molto improbabile.

Per i luoghi di lavoro, la concentrazione di radon, misurata come media annuale, non deve superare il limite di 500 Bq/m^3 , come prevede la normativa di riferimento relativa al Radon indoor costituita

dal D.Lgs. n. 241 del 26/05/2000¹⁴. A livello internazionale la normativa prevede una soglia di dose effettiva a cui può essere esposto un individuo soggetto a rischio professionale da radiazioni ionizzanti. Tale dose è fissata a 20 mSv all'anno, per un massimo di 5 anni, con divieto di superare 50 mSv in un singolo anno¹⁵. Nel caso specifico di situazioni di esposizione a radon i livelli di riferimento, o soglia, sono 10 mSv all'anno, sia nel caso di esposizioni residenziali che in ambiente di lavoro. Per quanto riguarda le abitazioni, i limiti raccomandati dalla Commissione Europea, sono di 200 Bq/m^3 per le costruzioni da edificare e 400 Bq/m^3 per le abitazioni già esistenti. Secondo le raccomandazioni del Who (World Health Organization) 2009, nelle abitazioni la soglia corrisponde ad una concentrazione di 300 Bq/m^3 , mentre nei luoghi lavorativi, in relazione al minor tempo di esposizione, corrisponde a 1500 Bq/m^3 .

Per i radioisotopi a vita lunga come il ^{137}Cs e lo ^{90}Sr (emivita rispettivamente di 30 e 28 anni) il bioaccumulo di radioisotopi nella catena alimentare avviene secondo questi step:

suolo → *pianta* → *animale* → *uomo*

Per i radioisotopi a vita breve quali lo Iodio¹³¹, emivita 8 giorni, l'impatto sull'uomo può avvenire solo in catene alimentari corte:

vegetale → *uomo*

Nel caso di radioisotopi (sia a emivita lunga che breve), direttamente respirati per via gassosa o per particolato, è attivo il meccanismo di assorbimento diretto:

aria → *uomo*

e gli organi bersaglio sono: polmoni, fegato, rene apparato digerente, milza, tiroide, tessuti adiposi, muscolatura, scheletro¹⁶.

I vegetali possono essere contaminati per deposizione diretta passiva, ma anche per assorbimento attivo all'interno degli organi della pianta e questo avviene sia attraverso la superficie fogliare che per assorbimento radicale. Naturalmente tale meccanismo è rilevante soprattutto per i radioisotopi a vita lunga. I meccanismi di assorbimento sono regolati da vari parametri quali la concentrazione nel suolo dei radioisotopi stessi, la natura chimica del suolo, la concentrazione di sostanza organica, la temperatura e il pH del suolo, nonché la presenza nella parte acquosa del suolo di ioni (Na^+ , K^+ , NH_4^+). La natura chimica dei radioisotopi è decisiva, come nel caso degli elementi freddi, nel processo di assorbimento che è controllato anche dai processi biochimici vegetali e animali, nonché dalla microbiologia dei suoli. Anche la condizioni fisiopatologiche dell'uomo, delle piante e degli animali è importante nella regolazione di questi processi di assorbimento.

Il percorso del radionuclide nelle catene alimentari è simile in relazione alla natura chimica dell'elemento a quello degli elementi che sono i soggetti attivi nei meccanismi biochimici e fisiopatologici vegetali e animali. Lo ^{131}I (iodio) è assorbito dalla tiroide con la stessa velocità di assorbimento dello ^{129}I che è un costituente fondamentale del funzionamento della stessa ghiandola endocrina. La somministrazione di elevate concentrazioni nella dieta di ^{127}I è un valido strumento per la prevenzione di contaminazione nell'eventualità di ricadute ambientali inquinanti di iodio radioattivo.

La ricaduta di emissioni radioattive nelle acque determina rischi per l'uomo a causa dell'ingestione non solo della stessa acqua, ma anche di organismi acquatici. L'ingestione di pesce soprattutto proveniente da corpi idrici chiusi può provocare assunzione massiccia di ^{137}Cs per la bioaccumulazione di elementi nei tessuti assorbiti dall'acqua stessa. Il rischio di contaminazione di vegetali si manifesta soprattutto se le acque contaminate sono impiegate per irrigazione.

Così come il pesce costituisce un valido bioindicatore di contaminazione radioattiva delle cate-

¹⁴ Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

¹⁵ Icrp del 2007

¹⁶ Zappa G., (2011), *Incidente nucleare: i rischi per la sicurezza alimentare*, News, UTAgri: Updates.utagri.enea.it/en/news/

ne alimentari nei sistemi acquatici, anche animali terrestri quali alcune specie murine (topi e ratti) possono essere utilizzati come bioindicatori di contaminazione radioattiva. In aree in cui era necessario monitorare la presenza di mutageni ambientali a causa della presenza di un centrale nucleare, il test dei micronuclei e quello delle anomalie spermatiche di tali animali, hanno fornito risultati positivi rispetto a quelli delle aree di controllo e dimostrato una correlazione positiva con il danno biologico¹⁷. La applicazione di tale metodologia ne ha permesso l'uso anche ad altri tipi di contaminazione territoriale (traffico urbano, trattamenti antiparassitari per l'agricoltura, agglomerati industriali, aree militari, aree protette, contaminazione da radar, elettrosmog), verificandone di volta in volta la suscettibilità per varie tipologie di inquinanti¹⁸.

Oltre ai radionuclidi citati occorre ricordare il Plutonio (Pu) inevitabile prodotto dell'attività nucleare a fini energetici (importante contaminante nelle emissioni occorse alla Maddalena -sommersibile Harford - e a Fukushima), che ha un tempo di dimezzamento di 25000 anni ed è estremamente tossico (dose letale 10^{-6} g).

Nell'incidente della centrale di Fukushima la causa prima è stata l'insufficiente refrigerazione del nocciolo dei reattori, dovuta alla mancanza di alimentazione elettrica e dei motori diesel dei sistemi di emergenza, provocata dall'acqua marina penetrata nella centrale di seguito allo tsunami. A distanza di 500-1000 m dalla centrale le analisi chimiche hanno mostrato presenza di Pu che era presente nel particolato depositato, proveniente da esplosioni che hanno liberato frammenti di combustibile avvenute nelle unità 3 e 4, dove nelle piscine di combustibile irraggiato (ovvero esaurito), c'erano decine di tonnellate di combustibile MOX (contenente Pu). Tra i grandi incidenti catastrofici è incluso naturalmente anche quello di Chernobyl, dove la stessa Oms ha riconosciuto 4000 decessi, mentre ricercatori ucraini hanno determinato 34550 decessi tra gli addetti agli interventi nel sito intorno alla centrale. Si sono verificati, inoltre, una lunghissima serie di incidenti di varia gravità che sono classificabili secondo la scala INES (International Nuclear and radiological Event Scale).

Essi riguardano:

i. fuoriuscita di materiale radioattivo nelle acque di falda e in atmosfera da impianti nucleari;

ii. incidenti in sottomarini nucleari, in Italia avvenuti nei pressi della Maddalena ex-base Nato situata in Sardegna;

iii. fuoriuscite di Pu da laboratori o da depositi di rifiuti, per esplosioni od altre cause;

iv. Contaminazioni da ⁶⁰Co e ¹³⁷Cs di grandi quantità di acciaio all'interno della produzione di impianti siderurgici;

v. negli ultimi anni azioni della criminalità organizzata hanno prodotto numerosi trafugamenti di elementi radioattivi quali ⁹⁹Tc (tecnezio), ¹³¹I (iodio), radio e plutonio.

Sempre ad attività di criminalità organizzata - per consentire lo smaltimento a più basso costo ad imprese industriali - sono riconducibili l'identificazione di rifiuti tossici industriali, che includono spesso rifiuti radioattivi, sepolti nelle discariche di rifiuti urbani in territori della Campania, come è emerso recentemente nell'analisi del contesto ambientale della cosiddetta *terra dei fuochi*. Come è noto tale tipologia criminale di smaltimento è stata effettuata anche in mare, affondando deliberatamente alcune navi da carico. Sebbene i responsabili istituzionali siano stati avvisati alla fine degli anni '90 di alcune azioni gravi, in particolare relative alle discariche inquinate da rifiuti tossici industriali, l'informazione non è circolata a livello pubblico né sembra ci sia stata un'efficace risposta degli organi competenti ad interrompere tale meccanismo criminoso che allo stato attuale è ancora attivo. L'impatto sanitario e ambientale di tale attività ha raggiunto un livello e una diffusione tali da provocare alterazioni nocive sul territorio e sulla società civile in esso presente.

Sempre secondo la scala INES, definita nel 1989 dalla Iaea (Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica) e applicata a diversi eventi dal trasporto, al deposito e impiego di materiali radioattivi e a guasti o incidenti in impianti industriali, vengono considerati 7 livelli nei quali l'entità dei danni varia tra l'uno e il successivo con scala logaritmica:

Livello 0, deviazione

Evento senza conseguenze sulla sicurezza.

Livello 1, anomalia

Anomalia che supera i livelli di sicurezza del normale regime operativo.

Livello 2, guasto

Evento senza impatto esterno. Significativa contaminazione all'interno dell'impianto e/o sovraesposizione dei lavoratori dell'impianto.

Livello 3, guasto grave

Evento con impatto esterno molto lieve, con esposizione radiologica della popolazione circostante inferiore ai limiti prescritti. Grave contaminazione all'interno dell'impianto e/o conseguenze

¹⁷ Cristaldi M., Ieradi L.A., Licastro E., Lombardi Boccia G., Simeone G., (1985), *Wild rodents as biological indicators of environmental impact in nuclear sites*, Acta Zoologica Fennica, 173: 205-207

¹⁸ Cristaldi M., Foschi C., Szpunar G., Brini C., Marinelli F., Triolo L., (2013), *Toxic Emissions from a Military Test Site in the Territory of Sardinia, Italy*, International Journal of Environmental Research and Public Health, 10(4):1631-1646



acute sulla salute dei lavoratori dell'impianto, come ad esempio l'incidente all'impianto di riprocessamento del combustibile di Sellafield (già Windscale), Regno Unito, 2005.

Livello 4, incidente senza conseguenze significative all'esterno dell'impianto

Incidente con impatto esterno minore, con esposizione radiologica della popolazione circostante dell'ordine dei limiti prescritti. Danni significativi al nocciolo del reattore o alle barriere protettive. Esposizione di un lavoratore dell'impianto con conseguenze fatali, come ad esempio l'incidente all'impianto di riprocessamento del combustibile nucleare di Windscale (oggi Sellafield), Regno Unito, 1973 o l'incidente alla centrale nucleare Cap de la Hague di Saint-Laurent, Francia, 1980.

Il centro nucleare è collocato in Normandia. Fin dal 1966 è funzionante un impianto di riprocessamento del combustibile esaurito di reattori commerciali a grafite/gas; di seguito è stato riprocessato combustibile esaurito di reattori LWR (Light Water Reactor). Migliaia di tonnellate di combustibile provenienti da questo tipo di reattori sono state trasportate all'impianto di Le Hague dall'Europa e dal Giappone. Il 6 gennaio 1981 si è verificato un incidente per un incendio del combustibile solido in silo di stoccaggio raffreddato ad aria che causò una fuoriuscita di vapore radioattivo. La Cogéma (Compagnie générale des matières nucléaires) affermò che la radioattività non causava il superamento del 20% della dose consentita. Fu accertato un raggiungimento dei livelli massimi di radioattività in alcuni luoghi all'interno dell'impianto secondo la Commissione per la Sicurezza Sanitaria, mentre i Sindacati dichiararono che le misure all'esterno, nelle vicinanze dell'impianto (200 mt.), indicavano valori 10 volte superiori a quelli permessi all'interno dell'impianto stesso¹⁹.

Livello 5, incidente con possibili conseguenze all'esterno dell'impianto

Rilascio all'esterno di materiale radioattivo, in quantità radiologicamente equivalente ai valori compresi tra 100 e 1000 TBq²⁰ (TBq = Tera-

becquerel), richiedente una parziale attuazione di pianificate contromisure. Danni gravi al nocciolo del reattore o alle barriere protettive. Ad esempio l'incidente di Windscale (oggi Sellafield), Regno Unito, 1957 o l'incidente di Three Mile Island, Stati Uniti, 1979. Danni seri al nocciolo del reattore nucleare e alle barriere di protezione radiologica.

L'impianto di Sellafield, già Windscale, è il più grande del BNF (British Nuclear Fuel), situato nella costa ovest del Regno Unito, in Cumbria, sul Mare d'Irlanda. Il centro del BNF comprende, oltre alla centrale nucleare anche un impianto di riprocessamento del combustibile esaurito e vetrificazione dei rifiuti ad alta attività, funzionante dal 1952. Il reattore per la produzione di plutonio (²³⁹Pu) destinato alla fabbricazione di bombe ha subito nell'ottobre del 1957 un incidente causato dalla combustione della grafite a contatto con le barre di combustibile. L'incidente di Windscale produsse un rilascio dei seguenti radioisotopi: ¹³⁷Cs, ¹³¹I, ²¹⁰Po, ²³⁹Pu, ¹⁰⁶Ru, ⁹⁰Sr, ¹³²Te e ¹³³Xe. Una percentuale minore di radioattività prodotta si è diretta verso Belgio, Olanda e Germania (6%) mentre la maggior parte è ricaduta nel sud dell'Inghilterra, in particolare su Londra. Le deposizioni più rilevanti sono state di ¹³¹I e ⁹⁰Sr, seguite da quelle di ¹³⁷Cs e ¹⁰³Ru. Tali deposizioni che hanno interessato il Mare d'Irlanda e i Pesci, erano costituite da polveri molto fini dell'ordine dei micron, mentre nelle vicinanze del reattore le polveri erano di dimensioni tra i 20 e i 100 micron. La contaminazione dell'acqua potabile da ¹³¹I e da altri radionuclidi non superò le concentrazioni massime permesse dall'Icrp. Anche gli ortaggi coltivati nelle aree prossimali all'impianto di Windscale non vennero ritenuti pericolosi per il consumatore. La contaminazione più rilevante (da ¹³¹I e ⁹⁰Sr) fu evidenziata, grazie alle emissioni gamma, nel latte di bovini. I livelli di ¹³¹I nella tiroide degli bovini, presenti nel territorio londinese, raggiunsero valori di circa 20 volte superiori a quelli prima dell'incidente. Nel 1982 Crick e Lindsey del National Radiological Protection Board valutarono la dose

¹⁹ Appeby L.J., Luttrell S.P., (1993), *Case-studies of Significant Radioactive Releases*, Radioecology after Chernobyl., ed. Frederick Warner and Roy M. Harrison, John Wiley & Sons, pp.33-53

²⁰ 1TBq = 10¹² Bq

collettiva e la dose collettiva effettiva equivalente per la tiroide in Europa, pari rispettivamente a: $2,6 \cdot 10^4$ e $2 \cdot 10^3$ Sv per persona²².

L'incidente di Three Mile Island avvenne nel 1979 nel reattore ad acqua pressurizzata da 800 MW elettrici di Three Mile Island (TMI) in Pennsylvania. Fu causato da un guasto all'impianto di raffreddamento. L'incremento di temperatura causato dal decadimento dei prodotti di fissione nel *core* del reattore determinò la fusione di quasi il 50% del combustibile e quindi il rilascio dei prodotti di fissione nel *vessel* e nel sistema di raffreddamento del reattore. Tuttavia è stato constatato che davvero poca radioattività si diffuse nell'ambiente in quanto sia il *vessel* del reattore che il contenitore strutturale rimasero intatti. La quantità di radioattività rilasciata nell'ambiente era dell'ordine di 10^{17} Bq e consisteva prevalentemente nei gas nobili ^{133}Xe e ^{135}Xe . Fu effettuata la determinazione di piccole quantità di ^{131}I che furono valutate nell'ordine di 1,11 TBq, secondo alcune stime. Le analisi effettuate nel territorio di TMI mostrarono un incremento di radioattività da ^{131}I nel latte vaccino, di capra, nell'acqua non potabile e nell'aria, e di ^{137}Cs nel pesce. La stima della dose collettiva sulla popolazione entro un raggio di 80 Km da TMI era di 20 Sievert per persona, sebbene l'impatto più rilevante fu subito dalle persone che vivevano entro un raggio di 3,2 Km²².

Livello 6, incidente grave

Significativo rilascio all'esterno di materiale radioattivo, in quantità radiologicamente equivalente a valori compresi fra 1 e 10 PBq²¹ (PBq = Petabecquerel) di ^{131}I , tale da richiedere la completa attuazione di pianificate contromisure facenti parte di un piano di emergenza esterno al fine di limitare gravi effetti sulla salute della popolazione, come ad esempio Incidente di Kyshtym (Chelyabinsk), Russia, URSS, 1957 che provocò un guasto al sistema di raffreddamento di un deposito di ritrattamento di materiale nucleare, surriscaldamento ed esplosione (non nucleare) del deposito.

Il deposito conteneva rifiuti ad alta radioattività che derivavano da opera-

zioni per la produzione di Pu. Furono rilasciati in atmosfera $7,4 \cdot 10^{17}$ Bq. Mentre il particolato più grossolano si è depositato nelle vicinanze dell'impianto, una nube diretta verso nord-nord est, contenente particolato più fine ha percorso più di 300 km, contaminando un territorio di circa 20000 Km². Essa conteneva prevalentemente ^{144}Ce e ^{144}Pr , ma anche: ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{90}Sr , ^{90}Y , ^{106}Ru , ^{106}Rh e ^{137}Cs . Gli alberi di pino che avevano incorporato una radiazione superiore a 30 Gy morirono entro breve tempo. Gli animali colpiti da dosi elevate di radiazioni morirono entro 9-10 giorni. Furono evacuate 11000 persone da un territorio di 700 Km² in cui la contaminazione rilevata era in un *range* di: 74-148 GBq/Km² dovuto a ^{90}Sr . La dose di esposizione media equivalente fu di 0,52 Sievert. Sebbene una parte di territori, dopo operazioni di bonifica, fu recuperata ad uso agro-zootecnico, 170 Km² sono tuttora interdetti a qualsiasi utilizzo ed accesso. Si è valutato che per i trent'anni successivi all'incidente, la popolazione della provincia di Chelyabinsk, al di fuori dell'area più contaminata, è stata esposta ad una radioattività fino al 10% in più rispetto al background naturale²².

Livello 7, incidente catastrofico

Rilascio all'esterno di un impianto di grandi dimensioni di ingenti quantità di materiale radioattivo (maggiori di 10 PBq equivalenti di ^{131}I) in un'area molto vasta con conseguenti effetti acuti sulla salute della popolazione esposta e conseguenze gravi sull'ambiente, come ad esempio il disastro di Chernobyl, Ucraina, URSS, 1986. Surriscaldamento, fino a fusione, del nocciolo di un reattore nucleare scarsamente protetto, esplosione (non nucleare) del reattore e rilascio in ambiente di materiale radioattivo. Dello stesso tipo il disastro di Fukushima Dai-ichi (reattori 1, 2, 3) a seguito del Terremoto di Sendai del 2011 e dello Tsunami successivo.

Il reattore, moderato a grafite e raffreddato ad acqua leggera, durante un'esercitazione per la verifica del funzionamento a basso regime, dopo esser stato portato al valore di 30MW di potenza per errore, nel tentativo di recuperare, in 4 secondi, fu raggiunta, in maniera incontrollabile,

²¹ 1PBq = 10^{15} Bq



una potenza di funzionamento di 100 volte superiore a quella di routine. Il combustibile fratturato per la forte escursione termica causò un'esplosione che spostò la pesante (1000 tonn.) copertura del reattore; ciò determinò il contatto, estremamente nocivo, del *core* con l'ambiente esterno. Le emissioni erano composte da combustibile esaurito, gas nobili radioattivi e radionuclidi di Iodio, Tellurio e Cesio. Di seguito all'incendio della grafite, il tentativo di coprire il *core* con materiale inerte (dolomite, piombo, argilla) determinò un ulteriore notevole incremento di temperatura, causando una nuova emissione di elementi radioattivi, della durata di 5 giorni. La fuoriuscita finale di materiale radioattivo in atmosfera ammonta a circa il 3-4% del complessivo carico radioattivo del *core*. Gli elementi emessi in maniera significativa furono ^{131}I (20% circa del carico), ^{137}Cs e ^{134}Cs (10% circa del carico). Circa 10-15% della radioattività emessa si è depositata nel sito di emissione, mentre nel raggio entro 20 km dal sito della centrale è ricaduto tra il 50 e il 60% della radioattività. Le emissioni non soggette a forza di gravità (depositate nell'immediato intorno della centrale), sono ricadute principalmente in Scandinavia e in Europa Centrale (Polonia, Germania, Regno Unito, Italia e la Francia che inizialmente dichiarò di non aver subito ricadute radioattive), una parte della nube diretta verso l'interno della URSS ha raggiunto poi principalmente Turchia e Grecia. Dopo l'incidente venne immediatamente evacuata l'area di 30 km² intorno alla centrale; 20000 km² di area intorno al sito vennero dichiarati inquinati. Inoltre vennero vietate le colture quando la contaminazione di ^{137}Cs superava la concentrazione di $1,5 \cdot 10^{12}$ Bq/ km². Solamente in Polonia fu subito somministrato Iodio stabile, nella misura di 17 milioni di dosi -di cui 10 milioni ai bambini-, onde evitare accumulo di radioiodi cancerogeni nella tiroide²².

Nelle zone più inquinate vennero

tentate delle opere di bonifica quali la rimozione di terreni superficiali e la raccolta di frammenti di combustibile esplosi, incrementando contemporaneamente le attività di monitoraggio. Queste attività evidenziarono quali furono i contaminanti che contribuirono all'inquinamento ambientale: isotopi del Cs in maniera preponderante e quelli di Sr, Pu, Zr, Nb, Ru e La in maniera minore. Per quanto attiene i danni alle persone è stato stimato che la dose collettiva per l'intero corpo di 135000 persone evacuate è risultata pari $1,6 \cdot 10^4$ Sievert persona. La dose collettiva effettiva equivalente nella popolazione dell'Unione Sovietica Europea è stata stimata nel *range* $2 \cdot 10^5$ e $2 \cdot 10^6$ Sievert persona, mentre nella Ue il valore è stato pari a $8 \cdot 10^4$ Sievert persona.

La causa prima è stata l'insufficiente refrigerazione del nocciolo dei reattori, dovuto alla mancanza di alimentazione elettrica e dei motori diesel dei sistemi di emergenza provocata dall'acqua marina sollevata dallo Tsunami. La fuoriuscita di vapore acqueo dal *vessel* al contenitore di calcestruzzo è stato l'evento grave che ha attivato la sequenza degli incidenti. A causa del calo del flusso d'acqua di raffreddamento, il calore, sempre emesso dal combustibile, ha creato il surriscaldamento delle strutture del reattore. Il tentativo di raffreddare il nocciolo dei reattori con acqua di mare si è mostrato insufficiente ed ha causato il danneggiamento delle barre di combustibile rimaste parzialmente scoperte. L'acqua usata per il raffreddamento, sebbene contaminata, è stata scaricata direttamente in mare (Oceano Pacifico). Il mancato raffreddamento del combustibile ha provocato sulle guaine delle barre la dissociazione catalitica dell'acqua e la produzione di idrogeno. Per evitare l'esplosione catastrofica dovuta alla combustione dell'idrogeno, i tecnici hanno aperto il *vessel* consentendo la fuoriuscita in aria di ^{137}Cs , ^{131}I e trizio. In uno dei reattori, comunque, la reazione dell'idrogeno con l'aria è avvenuta ugualmente, causando la fuoriuscita di una colon-

²² Fernex M., (2000), *La catastrophe de Tchernobyl et la santé*, http://tchernobyl.verites.free.fr/Sante_habitant/FernOms_AIEA.htm

na di fumo contenente radionuclidi del combustibile. La nube radioattiva formatasi conteneva concentrazioni di radionuclidi 400 volte superiori ai limiti di legge²³. Nell'area metropolitana di Tokio (230 km da Fukushima) queste concentrazioni risultarono 10 volte superiori ai limiti di legge. Due anni dopo, nel 2013, nel parco di Tokio, il livello di radioattività al suolo (>9000 Bq/m²), risultava ancora paragonabile a quello della zona 1 di Chernobyl (>1500 Bq/m²). Nel reattore 2, dove si è verificata la fusione del combustibile, dopo l'esplosione, il fondo di cemento è stato perforato causando il continuo inquinamento di terreno, delle acque profonde e, conseguentemente, dell'oceano. Nel sito nucleare di Fukushima la radioattività nell'agosto 2013 è risultata di 8500 µSv/h. Nello stesso periodo nel villaggio di Ōkuma-machi (10 km circa dal sito della Centrale) la radioattività rilevata è stata di 320 µSv/h, tale da considerare letale per gli uomini dopo un'esposizione di due anni. Secondo un modello messo a punto dal Ocean Research Center Geomar Kill la radioattività crescerà nell'Oceano pacifico, almeno fino al 2017. Anche gli alimenti possono essere commercializzati dal Giappone se non superano il livello di radioattività dei rifiuti a bassa attività, questo consente il consumo interno e l'esportazione di prodotti anche se provenienti da aree limitrofe a Fukushima²⁴.

Tutela dei lavoratori e delle popolazioni dalle radiazioni ionizzanti

Nel nostro Paese la normativa di riferimento per le radiazioni ionizzanti che prevede anche la gestione delle emergenze radiologiche per incidenti è costituita dal D.lgs. 230/2005 che dà attuazione a diverse direttive Euratom e stabilisce i livelli di intervento per le seguenti azioni protettive

²³ Triolo L., (2011), *Note sul disastro di Fukushima*, Newsletter Otherearth, n.1; <http://www.otherearth.it/pdf/newsletter/>

²⁴ Takashi H., (2013), *Some facts you should know about Fukushima. A Letter to All Young Athletes Who Dream of Coming to Tokyo in 2020*, America's Best Political Newsletter, Out of bounds magazine – Counterpunch, <http://www.counterpunch.org/2013/09/26/a-letter-to-all-young-athletes-who-dream-of-coming-to-tokyo-in-2020/print>

previste nella fase iniziale di un incidente:

1. riparo al chiuso;
2. iodoprofilassi;
3. evacuazione.

Il controllo della radioattività ambientale e quello sulla radioattività di alimenti e bevande per consumo umano e animale sono esercitati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dal Ministero della Salute, secondo le loro competenze. Il complesso dei controlli è articolato in reti di sorveglianza regionale e reti di sorveglianza nazionale.

Sulla base dei dati forniti dagli Enti nazionali e internazionali, che eseguono i monitoraggi, viene effettuata la stima dei diversi contributi di esposizione della popolazione, derivanti dalle attività previste dalla legge, che ogni anno viene comunicata al Ministero della Salute il quale, a sua volta, la comunica alla Commissione Europea.

Nell'Unione Europea (Ue) sono anche previsti controlli radiologici per l'importazione e l'esportazione di varie derrate.

Nelle situazioni di emergenza nucleare o radiologica si fa riferimento ai regolamenti adottati ad hoc dall'Unione Europea, sviluppati in seguito all'incidente di Chernobyl e periodicamente aggiornati, tenendo conto delle indicazioni di enti internazionali come l'Organizzazione Mondiale della Sanità²⁵ e l'International Commission on Radiological Protection²⁶.

Le linee guida elaborate da questi enti (Codex Alimentarius; Icrp Publications) definiscono, per classi o per singoli radionuclidi, valori di riferimento e livelli massimi accettabili di contaminazione in varie categorie di alimenti destinati ad adulti e lattanti, basandosi sui criteri di dose efficace e dei diversi scenari di esposizione alle radiazioni.

Radionuclidi nelle catene alimentari

I livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari sono stati definiti dalla Commissione Europea attraverso i regolamenti Eura-

²⁵ Guideline levels for radionuclides in foods contaminated following a nuclear or radiological emergency for use in international trade. Extract (page 33-37) from the Codex general standard for contaminants and toxins in food and feed – GSCTFF (CODEX STAN 193-1995). Adopted 1995; Revised 1997, 2006, 2008, 2009; Amended 2009, 2010. N.B: Le valutazioni della Guideline sono effettuate con criteri diversi da quelli impiegati nella Ue per due sole classi di alimenti: alimenti per lattanti ed altri alimenti. In questo modo si hanno valori diversi da quelli definiti a livello europeo, http://www.codexalimentarius.net/download/standards/17/CXS_193e.pdf

²⁶ International Commission on Radiological Protection, (1999), *Principles for the protection of the public in situations of prolonged exposure*, Annals of the ICRP Vol.29 No. 1-2



tom²⁷, nei quali sono fissati i livelli di concentrazione dei seguenti radionuclidi: isotopi dello stronzio e dello Iodio, gli alfa-emettitori del Pu (Plutonio) e degli elementi transuranici con numero atomico superiore, inoltre gli altri radionuclidi con tempi

²⁷ Reg. EURATOM n.3954/87 e sue modificazioni e n. 944/89 e per gli alimenti animali col regolamento EURATOM n.770/906, per l'immissione nel mercato in seguito ad una emergenza radiologica o incidente nucleare. Nel 2010 è stato proposto un regolamento COM(2010)184 definitivo 2010/0098 (CNS), del 24/04/2010. Proposta di REGOLAMENTO (EURATOM) DEL CONSIGLIO che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari e per gli alimenti per animali in caso di livelli anormali di radioattività a seguito di un incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radioattiva (rifusione)

di dimezzamento superiori a 10 giorni, quali ¹³⁴Cs e ¹³⁷Cs.

I livelli sono stabiliti per alcune categorie di prodotti alimentari (Tabella 20.1):

- (a) alimenti per lattanti;
- (b) prodotti lattiero-caseari;
- (c) altri prodotti alimentari esclusi quelli secondari;
- (d) alimenti detti secondari (consumati in piccole quantità);
- (e) alimenti liquidi.

Tabella 20.1 - Livelli massimi ammissibili per i prodotti alimentari e gli alimenti per animali (Bq/kg)

	Prodotti alimentari (a)				
	Alimenti per lattanti (b)	Prodotti lattiero-caseari (c)	Altri prodotti alimentari, esclusi quelli secondari (d)	Alimenti liquidi (e)	Prodotti secondari (f)
Isotopi dello stronzio, in particolare ⁹⁰ Sr	75	125	750	125	7500
Isotopi dello iodio, in particolare ¹³¹ I	150	500	2000	500	20000
Isotopi del plutonio e di Elementi trans plutonici che emettono radiazioni alfa, in particolare ²³⁹ Pu e ²⁴¹ Am	1	20	80	20	800
Tutti gli altri nuclidi il cui tempo di Dimezzamento supera i 10 giorni, in particolare ¹³⁴ Cs e ¹³⁷ Cs (g)	400	1000	1250	1000	12500

Fonte: Proposta di Regolamento (Euratom) Del Consiglio che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari in caso di livelli anormali di radioattività a seguito di incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radioattiva (rifusione)

- (a) Il livello applicabile ai prodotti concentrati o essiccati è calcolato sulla base del prodotto ricostituito pronto al consumo. Gli stati membri possono formulare raccomandazioni in materia di condizioni di diluizione per garantire il rispetto dei livelli massimi ammissibili fissati dal presente regolamento.
- (b) Per i prodotti alimentari destinati all'alimentazione dei lattanti durante i primi quattro-sei mesi di vita, che corrispondono alle esigenze nutritive di tali categorie di persone e che vengono posti in vendita al minuto in confezioni chiaramente identificabili ed etichettate come *alimenti per lattanti*.
- (c) Per prodotti lattiero-caseari si intendono i prodotti di cui ai seguenti codici NC (Nomenclatura Combinata delle merci), ivi compresi eventualmente gli adeguamenti che potrebbero essere apportati ulteriormente: 0401 –latte, latte liquido trattato e crema di latte-, 0402, latte scremato e intero in polvere, salvo 0402 29 11, latte speciale, detto *per l'alimentazione dei bambini lattanti*, in recipienti ermeticamente chiusi di contenuto netto inferiore o uguale a 500 g, avente tenore, in peso, di materie grasse superiore a 10 %.
- (d) I prodotti alimentari secondari e i seguenti livelli comprendono, tra gli altri, aglio, tartufi, capperi, cannelle, chiodi di garofano, caviale e lieviti.
- (e) Gli alimenti liquidi sono quelli definiti nel Capitolo 18. I valori sono calcolati tenendo conto del consumo di acqua di rubinetto; gli stessi valori sono applicabili all'acqua potabile a discrezione delle competenti autorità degli Stati membri.
- (f) Per i prodotti alimentari secondari i livelli massi ammissibili da applicare sono dieci volte superiori a quelli applicabili agli *altri prodotti alimentari, esclusi i prodotti alimentari secondari*.
Il carbonio-14, il trizio e il potassio-40 non sono compresi in questo gruppo.

In considerazione delle quantità relative e delle dinamiche di rilascio dei singoli radionuclidi che possono essere liberati in caso di incidente nucleare, in connessione con i tempi di dimezzamento e con il trasferimento dagli alimenti per animali ai prodotti animali, sono stati stabiliti livelli massimi ammissibili di contaminazione radioattiva per gli alimenti per animali solo per gli isotopi del cesio.

I livelli sono determinati sulla base del limite per la dose efficace per la popolazione di 1 mSv/anno, utilizzando statistiche di consumo medio di singoli alimenti. Per la popolazione adulta le stime sono effettuate sulla base di ipotesi e approssimazioni: i livelli sono calcolati ipotizzando che solo il 10% della quantità consumata di un particolare alimento risulti contaminata nel primo anno al livello massimo ammissibile: in questa maniera si tiene conto sia dell'andamento temporale della contaminazione radioattiva negli alimenti, sia del fatto che i diversi componenti della dieta provengono generalmente da diverse aree di produzione. Nel caso degli alimenti per lattanti si è ritenuto che il 50% della quantità consumata sia contaminata al livello massimo ammissibile²⁸.

Livelli massimi per l'importazione da Paesi terzi nella Ue

A livello europeo è in vigore una regolamentazione specifica^{29, 30} relativa alle condizioni di importazione da Paesi terzi di prodotti agricoli e trasformati destinati all'alimentazione umana.

Pur riferendosi in modo esplicito alla contaminazione prodotta dall'incidente di Chernobyl, questo regolamento si applica in situazioni diverse dall'emergenza. A differenza dai regolamenti su citati stabilisce che l'immissione in libera pratica (che possono circolare liberamente all'interno della Ue) di prodotti originari di Paesi terzi (cioè al di fuori dell'Unione Europea) è subordinata all'osservanza dei livelli massimi indicati in Tabella 20.2.

²⁸ Enea Comunicare la ricerca, *Livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari e gli alimenti per animali*, <http://old.enea.it/speciale-Giappone/livelli-massimi-radioattiva.html>

²⁹ Regolamento (CE) N. 733/2008 del Consiglio del 15 luglio 2008 relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L201 pag. 1-7

³⁰ Regolamento (CE) N. 1048/2009 del Consiglio del 23 ottobre 2009 che modifica il regolamento (CE) n. 733/2008 relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L290 pag. 4

Tabella 20.2 - Livelli massimi di contaminazione per importazione di prodotti agricoli da Paesi terzi

Prodotto	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs
Prodotti lattiero caseari (latte, crema di latte, yogurt e siero di latte) e prodotti per l'alimentazione dei lattanti nei primi 4-6 mesi di vita	370 Bq/kg
Tutti gli altri prodotti	600Bq/kg

Fonte: Regolamento 733/2008 CE – Regolamento 1048/2009 CE. Modalità di applicazione dei controlli della contaminazione di cesio all'importazione

Il Regolamento 1069/2000 CE³¹ fissa un elenco di derrate, in sintesi: animali vivi, carne e frattaglie, salsicce, carne conservata ed estratti di carne, latte e derivati del latte (yogurt, burro, formaggi e latticini), uova di volatili, miele naturale, funghi diversi dai funghi coltivati, mirtilli. Sono esclusi tutti gli altri prodotti.

Il Regolamento 1635/2006 CE³² prevede, in generale, che i controlli vengano eseguiti nello Stato Membro nel quale ha luogo l'immissione in libera pratica dei prodotti.

Importazione di prodotti alimentari e mangimi per animali originari del Giappone o da esso provenienti a seguito dell'incidente nella centrale nucleare di Fukushima

In seguito all'incidente nucleare della centrale di Fukushima, le Autorità giapponesi hanno comunicato alla Commissione Ue che non potevano essere esportati dal paese i prodotti per i quali non era consentita l'immissione sul mercato giapponese.

Per garantire la coerenza tra i controlli preventivi all'esportazione effettuati dalle autorità giapponesi e i controlli sui livelli di radionuclidi effettuati all'ingresso nella Ue, si è ritenuto opportuno applicare, a titolo provvisorio, i livelli massimi di radionuclidi fissati dal Giappone sui prodotti alimentari e alimenti per animali originari da quel Paese, o da esso provenienti.

I livelli di radioattività fissati, relativi allo iodio

³¹ Regolamento (CE) N. 1609/2000 della Commissione del 24 luglio 2000 che fissa un elenco dei prodotti esclusi dal campo di applicazione del regolamento (CEE) n. 737/90 del Consiglio relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L185 pag. 27-29

³² Regolamento (CE) N. 1635/2006 della Commissione del 6 novembre 2006 che determina le modalità di applicazione del regolamento (CEE) n. 737/90 del Consiglio relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L306 pag. 3-9



al cesio e al plutonio nei prodotti alimentari risultano inferiori a quelli previsti per l'importazione nella Ue^{33,34,35}.

Livelli massimi di contaminazione ammissibili per prodotti alimentari e alimenti per animali destinati al commercio intra-comunitario

Per comprendere tali limiti è importante approfondire la normativa europea. Nello specifico la Raccomandazione della Commissione 2003/274/CE recita:

(*omissis*) Il 12 maggio 1986, in una dichiarazione del Consiglio relativa all'adozione del regolamento (CEE) n. 1707/86 del Consiglio del 30 maggio 1986³⁶, relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl gli Stati membri si sono impegnati ad applicare gli stessi livelli massimi consentiti al commercio nell'ambito della Comunità.

Si segnala che il regolamento (CEE) n. 1707/86 del Consiglio del 30 maggio 1986 perdeva efficacia e veniva abrogato il 30 settembre 1986 (vedi art. 7) e non veniva mai raggiunto un accordo tra gli Stati membri, per definire questi livelli. Ne risulta quindi che:

- la dichiarazione degli Stati membri riportata nella raccomandazione 274/2003 non ha valore giuridico cogente, ma rappresenta solo un petizione di principio;
- non esistono norme che stabiliscano i valori limite per la concentrazione di radionuclidi negli alimenti destinati al commercio intra-comunitario.

³³ Regolamento di esecuzione (Ue) n. 351/2011 dell'11 aprile 2011 che modifica il regolamento (Ue) n. 297/2011 che impone condizioni speciali per l'importazione di alimenti per animali e prodotti alimentari originari del Giappone o da esso provenienti, a seguito dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L97 pag. 20-23

³⁴ Regolamento di esecuzione (Ue) n. 250/2012 della Commissione del 21 marzo 2012 che modifica il regolamento di esecuzione (Ue) n. 961/2011 che impone condizioni speciali per l'importazione di alimenti per animali e prodotti alimentari originari del Giappone o da esso provenienti, a seguito dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L82 pag. 3-4

³⁵ Regolamento di esecuzione (Ue) n. 284/2012 della Commissione del 29 marzo 2012 che impone condizioni speciali per l'importazione di alimenti per animali e prodotti alimentari originari del Giappone o da esso provenienti, a seguito dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima e che abroga il regolamento di esecuzione (Ue) n. 961/2011; Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L92, pp. 16-23

³⁶ Arpa Piemonte Rapporto sulla radioattività ambientale in Piemonte – pagg. 31-46. <http://www.arpa.piemonte.it/pubblicazioni-2/pubblicazioni-anno-2010/pdf-radioattivita-ambientale>

Perché in seguito alla dichiarazione degli Stati membri non è stata mai promulgata una norma europea per definire i livelli massimi di contaminazione ammissibili per prodotti alimentari e alimenti per animali, destinati al commercio intra-comunitario? La mancata regolamentazione è conseguenza dei differenti livelli di contaminazione radioattiva ambientale, ancora presenti in vari Stati membri.

Formazione

Come detto all'inizio del Capitolo, per una corretta gestione di emergenze sanitarie e ambientali, dovute alla contaminazione radioattiva, si rende indispensabile che Pubblici Amministratori e Decisori conoscano nozioni scientifiche, giuridiche e procedure tecniche specialistiche, sia per tutelare la sicurezza alimentare sia nel caso di interventi di Protezione Civile, che coinvolgano il loro territorio.

Si rende quindi utile identificare, definire e validare gli strumenti operativi – cioè i protocolli di attività – necessari per la gestione di situazioni di emergenza di vario tipo, sia di origine locale che utilizzabili per interagire su scala regionale o nazionale.

Con il D.lgs. 230/95, al fine di assicurare un comune riferimento tecnico nella gestione delle emergenze nucleari e radiologiche a livello nazionale, è stato istituito presso Ispra, il Centro di Elaborazione e Valutazione Dati (CEVaD), struttura tecnica che opera a supporto della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile. Per garantire un comune riferimento tecnico nella gestione delle emergenze radiologiche e nucleari, il CEVaD ha predisposto un Manuale Operativo che definisce le metodologie da adottare nelle valutazioni che gli competono. L'ultima edizione del 2010 è intitolata: *Emergenze nucleari e radiologiche: Manuale per le valutazioni dosimetriche e le misure ambientali*³⁷.

Un ampio e articolato documento europeo, mirato alla formazione di base in materia di radioprotezione è il *Manuale di base: supporto alla gestione dei sistemi produttivi alimentari europei contaminati in seguito a emergenze radiologiche*³⁸, elaborato nel progetto europeo EURANOS (Approccio europeo alla gestione di emergenze radiologiche e nucleari e strategie di

³⁷ Ispra, CEVaD – Centro di Elaborazione Valutazione Dati, Emergenze Nucleari e Radiologiche, Manuale per le valutazioni dosimetriche e le misure ambientali

<http://www.regione.piemonte.it/ambiente/simin/dwd/documentazione/MANUALE%20CEVAD.pdf>. 2010

³⁸ EURANOS: European approach to nuclear and radiological emergency management and rehabilitation strategies. <http://www.euranos.fzk.de/>

recupero). Tuttavia, applicando il principio di precauzione della CE, poiché si è constatato che il rischio reale è superiore a quello stimato per l'effettiva carenza di controlli e per la sottostima dei danni da basse dosi, occorrerebbero, allo stato attuale, frequenti verifiche in partite alimentari eterogenee per stabilire occasionali anomalie.

Radiazioni non ionizzanti

Principi di riferimento

I campi elettromagnetici naturali esistono da sempre e gli organismi viventi, durante il loro intero ciclo evolutivo, quattro miliardi e mezzo di anni, si sono sviluppati sulla Terra in assenza di campi elettromagnetici artificiali. Questi ultimi compaiono nella storia dell'Uomo circa cento anni fa, cioè da quando si utilizza l'energia elettrica.

Gli organismi viventi sono sensibili ai campi elettromagnetici naturali e hanno sviluppato delle specializzazioni d'organo che utilizzano per avere informazioni sull'ambiente esterno. Alcune specializzazioni del sistema nervoso servono, ad esempio, a percepire le onde elettromagnetiche della lunghezza d'onda della luce visibile. I coni e bastoncelli della retina trasmettono, infatti, al cervello un segnale elettrochimico, stimolato dalla lunghezza d'onda elettromagnetica della luce, che consentono la funzione della vista. Analogamente, alcune cellule specializzate della pelle, i melanociti, sono sensibili all'ultravioletto e stimolano la formazione della melanina per proteggersi così dalle esposizioni ai raggi UV. La pelle è anche sensibile al calore grazie ad alcune terminazioni del sistema nervoso capaci di percepire la radiazione infrarossa.

Spettro elettromagnetico

Mentre i campi elettromagnetici naturali sono statici, quelli artificiali sono *pulsati*, ovvero sono caratterizzati dal continuo cambio di polarità dell'onda elettromagnetica. La frequenza con cui avviene la pulsazione misurata in Hertz (Hz/s) indica quante volte ogni secondo l'onda elettromagnetica cambia di polarità passando da valori positivi a valori negativi e viceversa. Associata alla frequenza è la lunghezza dell'onda (Λ). All'aumento della frequenza di pulsazione corrisponde una diminuzione della lunghezza dell'onda.

Alla frequenza di pulsazione di 50 Hz della rete

elettrica a frequenze estremamente basse (definite *ELF*), ad esempio, corrisponde una lunghezza dell'onda di 6.000 Km (velocità della luce in metri al secondo diviso la frequenza di 50 Hz). La radiazione del telefono mobile e delle antenne associate avviene a 900 MHz (cioè 900 milioni di pulsazioni al secondo) dividendo la velocità della luce per la frequenza in metri si ha una lunghezza d'onda di 33 cm.

Come detto, le radiazioni elettromagnetiche artificiali sono pulsate e negli ultimi anni sono aumentate in modo esponenziale. Basti pensare che per le alte frequenze usate dalle telecomunicazioni la legislazione italiana permette un valore di esposizione fino a 6 V/m, ma che in natura hanno un valore di fondo di 0,000194 V/m.

Campi naturali non pulsati

Il campo magnetico naturale (CM) ha un valore di circa 50 μ T (microTesla) sulla superficie terrestre ed ha una polarità, cioè un Polo Nord e un Polo Sud. Un μ T equivale ad un milionesimo di Tesla, l'unità di misura dei campi magnetici.

Chi ha fatto l'esperienza di utilizzare una bussola sa che l'ago si orienta secondo le linee di flusso del campo magnetico terrestre e che la Terra si comporta come un'enorme calamita. Il CM si estende nello spazio fino a 50.000 Km ed è deformato da un lato dal vento solare che lo schiaccia. Quando ci sono periodi di attività solare particolarmente forte ($K > 4$), il campo magnetico subisce delle perturbazioni di cui gli organismi viventi risentono: sono state dimostrate alterazioni comportamentali di animali e nell'Uomo (per esempio suicidi)³⁹, in corrispondenza di periodi di maggiore attività solare e di conseguenza di alterazione del CM terrestre.

Per motivi che non si conoscono ancora, sulla superficie del nostro pianeta c'è un campo elettrico, anch'esso pressoché statico, che ha un valore di 130 V/m e rappresenta la differenza di potenziale fra la Terra (-) e la ionosfera (+) a circa 80 km di altezza. Sono come le due facce di un condensatore dove c'è una differenza di potenziale separata da un dielettrico, l'aria, con un suo coefficiente di conducibilità che varia in funzione dell'umidità in essa contenuta.

Il campo elettrico (CE) naturale ha la caratteristica di concentrarsi nei punti alti come per esempio sulle case, sulle piante, dove ci sono discontinuità

³⁹ Charry J. M., Hawinshire F.B.W., (1981), *Effects of atmospheric electricity on some substrate of disordered social behavioral*, Journal of Personality and Social Psychology, 1:185-197



del sottosuolo, in corrispondenza delle falde acquifere, delle cavità, dei giacimenti di metano. Si accumula, inoltre, sulle montagne che sporgono dalla superficie della Terra e può raggiungere valori di decine di migliaia di V/m in occasione di tempeste ed uragani.

Si è abituati culturalmente a dare connotazioni antropologiche al tempo atmosferico, definendolo *bello, brutto, buono, cattivo*. I fenomeni meteorologici, invece, sono il risultato della variazione delle cariche elettriche atmosferiche a seguito delle concentrazioni di umidità e rappresentano il sistema dinamico di regolazione del CE della Terra. In questo senso le nuvole sono accumuli di carica elettrica che trattengono vapore acqueo, sono cioè sistemi di concentrazione energetica.

Collegata alla presenza del campo elettrico atmosferico è la ionizzazione dell'aria.

Gli ioni dell'aria possono essere positivi (+) o negativi (-). In ambiente naturale, non inquinato, gli ioni più frequenti sono: H^+ , CO_2^+ , N^+ , $(H_2O)^+$, positivi e O_2^- , ed OH^- negativi. In condizioni di normale conducibilità elettrica atmosferica possono trovarsi in ragione di 400 ioni (+)/ cm^3 e di 350 ioni (-)/ cm^3 di aria. Si formano per effetto di agenti ionizzanti naturali quali la radiazione nucleare di fondo, la luce solare, la radiazione cosmica, movimenti turbolenti dell'acqua come cascate e onde in mare, venti e uragani, fulmini. Oppure artificiali quali i processi di combustione, ambienti indoor rivestiti di plastiche, superfici cariche come i video, impianti di ventilazione e condizionamento che modificano la ionizzazione indoor, variando il microclima delle abitazioni e dei luoghi chiusi. Tra gli effetti biologici della ionizzazione si possono ricordare effetti differenziali. Nel caso di eccessi di ioni positivi: aumento della serotonina circolante, congestioni dell'apparato respiratorio, allergie, irritabilità, depressione; e nel caso di eccesso di ioni negativi: ipereccitabilità, disagio, stati comportamentali alterati. Solo l'equilibrio tra le due specie ioniche con concentrazione di circa 400 ioni/ cm^3 risulta salutare e viene percepito come stato di benessere: si può citare ad esempio la sensazione data da una fresca giornata di sole primaverile.

Le variazioni del sistema meteorologico di riequilibrio del campo elettrico atmosferico possono alterare la concentrazione di ioni. In presenza di sistemi di nuvole temporalesche, ad esempio, si ha un aumento della concentrazione di ioni (+) a terra che viene percepita come disagio dagli esseri viventi. La pioggia, nel riequilibrare la carica elettrica, fa innalzare la concentrazione di ioni (-) che vengono percepiti come vivificanti dagli esseri viventi. Nei luoghi dove spirano venti di discesa dalle monta-

gne (*Föhn*) o venti caldi dal sud (*scirocco*), si ha un aumento elevato di ioni prevalentemente negativi il cui eccesso ha anche effetti comportamentali sulla popolazione e nelle persone particolarmente sensibili (*meteoropatie*)⁴⁰.

Nonostante il campo elettrico sia presente fino a 80 km di altezza, i fenomeni atmosferici si verificano solo nella sottile fascia di circa 10 km, cioè fino a dove è presente dell'acqua che favorisce la formazione dei sistemi nuvolosi.

Durante le perturbazioni meteorologiche, quando ci sono temporali o tempeste, il campo elettrico può assumere valori di centinaia di migliaia di V/m e si possono produrre alte concentrazioni di campo elettrico. Per questo motivo nei tempi evolutivi il sistema nervoso umano, che funziona elettricamente, si è protetto dal campo elettrico esterno formando una guaina mielinica che lo avvolge e che ha un potere isolante notevole, migliore persino che nei cavi elettrici.

Questa è la condizione naturale in cui si sono evoluti gli organismi viventi. E' chiaro che, se in natura ci fosse stata un'emissione elettromagnetica nell'ambiente come quella del telefono cellulare, a 900 MHz, probabilmente gli esseri viventi avrebbero sviluppato sensori adatti ad utilizzare quella frequenza come le altre.

Effetti dei campi elettromagnetici sui sistemi viventi

I campi elettromagnetici artificiali interagiscono con i campi elettromagnetici dei sistemi biologici.

L'ambiente elettromagnetico della Terra è profondamente cambiato a causa della immissione di un'ampia gamma di frequenze che colpiscono indistintamente tutti i sistemi biologici. Anche la emissione satellitare, ad esempio, raggiunge indifferentemente gli abitanti delle città come il più piccolo vermicello della foresta pluviale. Attualmente non si conducono studi sugli effetti di queste esposizioni sulle diverse specie viventi. Anche i pesci che vivono in acqua possono subire conseguenze dell'irraggiamento indiscriminato dell'ambiente elettromagnetico.

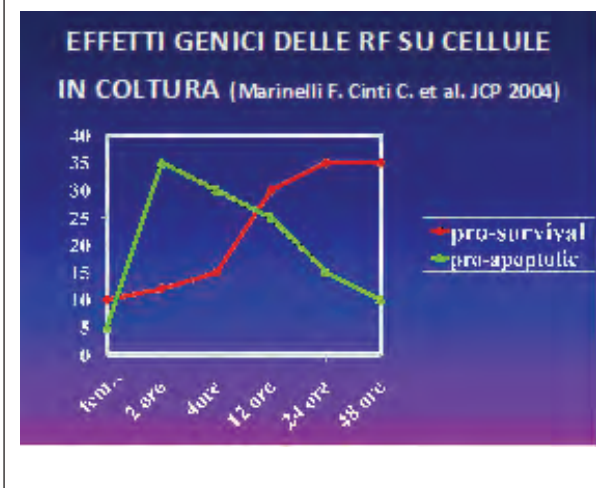
Uno dei meccanismi con cui le radiazioni elettromagnetiche influenzano i sistemi biologici è l'acqua che assorbe l'energia di tali radiazioni, soprattutto nelle frequenze tecnologiche. A 2450 MHz, che è la

⁴⁰ Marinelli F, Sperini M., Scalia M., (1990), *Misure di ionizzazione dell'aria in ambiente alpino*, Associazione Italiana di Aerobiologia, IV Congresso Nazionale Aerosol Biologico (sorgenti, dispersione, impatto), Bologna 14-17

frequenza di funzionamento del forno a microonde, il dipolo elettrico dell'acqua oscilla fino a produrre calore facendo da catalizzatore all'assorbimento energetico prodotto dall'onda elettromagnetica. Poiché i sistemi viventi sono composti per il 70 % di acqua, che rappresenta l'ambiente in cui avvengono tutte le reazioni metaboliche nelle cellule, quando interviene un'esposizione elettromagnetica esterna, l'acqua assorbe l'energia dell'onda elettromagnetica nella sua molecola e può cederla nelle reazioni biochimiche, modificando di fatto gli effetti e il funzionamento del metabolismo cellulare.

Il gruppo di ricerca dell'Istituto di Genetica Molecolare del Cnr di Bologna ha studiato gli effetti delle esposizioni elettromagnetiche di radiofrequenza sulla vitalità cellulare, la cui funzionalità è mantenuta attraverso un costante bilanciamento dell'espressione di alcuni geni che regolano funzioni contrapposte: l'apoptosi, che elimina le cellule particolarmente o irreparabilmente danneggiate, e il segnale di *survival*, che promuove la proliferazione di cellule che devono riprodursi⁴¹. L'emissione di campi elettromagnetici all'interno di ogni cellula può modificare questo bilanciamento di espressione genica a favore di una o dall'altra funzione, come mostra la Figura 20.1, danneggiando irreparabilmente delle cellule o facendo proliferare anche le cellule parzialmente danneggiate.

Figura 20.1 - Effetti delle radiofrequenze(RF) sulle cellule in coltura



Nella Figura è possibile osservare che, per tempi brevi di esposizione, fino alle sei/dodici ore, vengono attivati i geni (oncogeni) che provocano l'apoptosi (linea verde), mentre i geni responsabili

li della promozione della sopravvivenza cellulare (oncosoppressori) aumentano man mano che procede l'esposizione (linea rossa). Questo andamento è piuttosto preoccupante perché, mentre le cellule danneggiate vengono eliminate immediatamente, quelle danneggiate ma che riescono comunque a sopravvivere, vengono successivamente spinte a riprodursi, soprattutto se continuano ad essere esposte al campo.

Nel caso ci siano tumori preesistenti, le cellule cancerose che ricevono un'esposizione di lungo periodo, per esempio, potrebbero ricevere dall'esposizione elettromagnetica una stimolazione a riprodursi. Già uno studio del '97 su topi transgenici, predisposti a sviluppare il linfoma (tumore del sangue), ha dimostrato che, se questi venivano esposti alla radiazione del telefono cellulare tutti i giorni per un breve periodo di tempo, lo sviluppo del loro tumore si velocizzava ed esso si sviluppava in circa la metà del tempo rispetto agli animali di laboratorio non esposti.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (Iarc), che è afferente all'Oms, ha classificato nel 2001 i campi elettromagnetici di bassa frequenza (50 Hz), cioè quelli impiegati dalla rete elettrica e dagli elettrodomestici, in classe 2B come *possibili cancerogeni per l'uomo* sulla base di alcuni studi epidemiologici che hanno scoperto un possibile aumento del rischio di ammalarsi di leucemia nei bambini per valori maggiori di 0,3-0,4 μ T. Gruppi di ricerca indipendenti negli ultimi anni consigliano di ridurre la soglia massima di esposizione per la popolazione a 0,2 μ T di campo magnetico in base al principio di precauzione.

Anche la radiofrequenza è stata classificata dalla IARC come *possibile cancerogeno per l'Uomo* di classe 2B nel 2011 sulla base degli studi epidemiologici del Prof. Hardell dell'Ospedale di Orebro in Svezia che hanno evidenziato un aumento del rischio di sviluppare due tipi di tumore alla testa, il glioma e il neurinoma del nervo acustico, soprattutto per lo stesso lato della testa dove si usa il cellulare.

Diversi scienziati^{42,43} ritengono che la Commissione Iarc che ha valutato la radiofrequenza avrebbe avuto gli elementi per classificarla in classe 2A come *probabile cancerogeno* se si fossero tenuti nel giusto conto alcuni studi, come REFLEX⁴⁴.

Più in generale per i telefoni cellulari sono stati documentati numerosi effetti biologici, come danni al DNA e alla regolazione genica danni cromo-

⁴¹ Marinelli F, La Sala D, Ciccio G., Cattini L., Trimarchi C., Putti S., Zamparelli A., Giuliani L., Tomassetti G., Cinti C., (2004), *Exposure to 900 MHz electromagnetic field induces an unbalance between pro-apoptotic and pro-survival signals in T-lymphoblastoid leukemia CCRF-CEM cells*, Journal of cellular physiology, 198:324-332

⁴² Discorso alla Harvard Law School il 31/12/2011

⁴³ Convegno A.M.I.C.A. RISCHIO CANCEROGENO AMBIENTALE. Roma, palazzo S. Macuto, Camera dei Deputati, 5/06/2012

⁴⁴ REFLEX-Study, (2004), *Risk evaluation of potential environmental hazards from low frequency electromagnetic field exposure using sensitive in vitro methods*: www.verum-foundation.de, accessed on November 14



somici, produzione di radicali liberi, alterazione di neurotrasmettitori, come l'acetilcolinesterasi ed altri enzimi quali quercetina e laccasi, invecchiamento precoce, alterazione delle funzioni cerebrali, perdita di memoria, ipersensibilità ed allergia, aumento della permeabilità ematoencefalica problemi di neurodegenerazione, riduzione della secrezione di melatonina (che è un importante regolatore ormonale dei ritmi circadiani del sistema vivente) e aumento del rischio della Sindrome di Alzheimer.

Anche per le radiazioni delle antenne dei cellulari alcuni studi epidemiologici suggeriscono che, entro un raggio di circa 400 metri, si verifica un aumento del rischio di sviluppare tumori, ma anche tutta una serie di sintomatologie reversibili che abbassano la qualità della vita come malessere, mal di testa, sintomi neurologici come acufeni, sintomi cardiovascolari come tachicardia, problemi di concentrazione, stanchezza e disturbi del sonno, perdita di appetito.

E' interessante, inoltre, una meta-analisi condotta sugli studi epidemiologici degli effetti dei ripetitori dei cellulari sulla salute fino al 2010. Ricercando in banca dati, i ricercatori hanno identificato dieci studi, sette dei quali sugli effetti neuro-comportamentali e tre sul rischio di cancro e hanno scoperto che 8 su 10 studi riportavano un aumento della prevalenza di sintomi negativi neuro-comportamentali o di tumore nelle popolazioni distanti fino a 500 metri dai ripetitori. Nessuno degli studi riguardava esposizioni al di sopra degli standard internazionali, suggerendo come questi fossero inadeguati a tutelare la salute pubblica.

Questo avviene perché gli standard di protezione internazionali sono da 1.000 a 10.000 volte più alti dei livelli di campo a cui sono stati riscontrati effetti biologici indotti dalle stazioni radio base dei cellulari.

Effetti epigenetici e trans generazionali dei campi elettromagnetici

E' molto importante osservare che i campi elettromagnetici possono avere conseguenze non solo sui soggetti esposti, ma anche sulle generazioni future attraverso meccanismi epigenetici. Uno studio di Magras e Xenox⁴⁵ sulla sterilità dei topi irradiati alla terza e alla quinta generazione suggerisce che i campi elettromagnetici inviino alla materia vivente una specie di segnale epigenetico che non riguarda la sequenza del DNA, ma la regolazione dell'attivazione dei geni. Questo in

⁴⁵ Magras I.N., Xenos T.D., (1999), *RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice*, Bioelectromagnetics, 18(6):455-461

qualche modo viene trasmesso alle generazioni future e ne condiziona il funzionamento.

E' ormai noto che alcune esposizioni a tossici chimici possono avere importanti effetti non tanto sulla struttura del DNA, ma sul suo funzionamento enzimatico e su come esso interagisce con l'ambiente esterno (*effetti epigenetici*).

Questo è un aspetto molto importante perché si potrebbe scoprire tra pochi decenni che le esposizioni elettromagnetiche possono portare a danni epigenetici alle generazioni future con conseguenze gravi per la specie umana ed anche per quelle animali e vegetali.

Standard di sicurezza e limiti di legge

Mentre dall'industria arriva un appello ad innalzare i limiti di legge per le alte frequenze al fine di promuovere lo sviluppo delle reti cellulari di nuova generazione sempre più potenti, numerosi scienziati lanciano appelli affinché gli attuali standard vengano rivisti sulla base delle conoscenze biologiche disponibili.

L'attuale limite di legge italiano per i luoghi in cui si soggiorna per più di 4 ore continuative per le radiofrequenze è di 6 V/m, misurati e mediati su 24 ore (sic!)⁴⁶. Il rapporto Bioinitiative propone un limite 10 volte più restrittivo, pari a 0,6 V/m da applicare subito, per tendere, nel lungo termine, allo sviluppo di tecnologie e sistemi in grado di non esporre la popolazione a valore maggiori di 0,2 V/m.

Per le basse frequenze il decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 08.07.03 prevede un limite di esposizione massima di 100 μ T per esposizioni brevi e acute, mentre per le esposizioni croniche c'è un tetto di 10 μ T per gli elettrodotti esistenti e di 3 μ T per quelli di nuova costruzione. Come è facile comprendere, questi limiti non tengono in considerazione che la Iarc ha stabilito una possibile cancerogenicità di queste frequenze già a 0,4 μ T.

La questione su cui la comunità scientifica attualmente discute è quale possa essere una soglia di esposizione a radiofrequenza, tollerabile per l'Uomo in quanto si osservano effetti biologici anche per esposizioni di intensità molto debole, non in grado di produrre un riscaldamento dei tessuti viventi. E' sempre più evidente, infatti, che i campi elettromagnetici possono indurre ef-

⁴⁶ Calcolare la media delle emissioni sulle 24 ore invece che su 6 minuti significa innalzare il limite di esposizione nelle abitazioni. La norma CEI 211 aveva previsto la misura su 6 minuti per permettere la rilevazione dei picchi di emissione che con il nuovo decreto vengono diluiti nella media più ampia

fetti biologici non termici.

Gli standard di sicurezza, inoltre, sono pensati per il tipo di segnale GSM 900 MHz che ha una forma a cuspide e poca ampiezza di banda di frequenza, mentre le nuove tecnologie a banda larga, come l'UMTS o il Wi-Fi, trasmettono con maggiore potenza, distribuita su una più vasta larghezza di banda, perché vengono trasmessi contemporaneamente dati su molte frequenze. In questo secondo caso l'impatto biologico è molto più elevato rispetto a quello del GSM perché la densità di potenza per Hertz è maggiore e, quindi, non si dovrebbe utilizzare lo stesso limite di esposizione per i due tipi di emissione.

Per quanto riguarda la tutela dalle emissioni dei telefoni cellulari la legislazione italiana risulta carente in quanto non sono stati approvati i decreti attuativi della Legge quadro sull'elettromog n. 36 del 2001. Sono stati approvati soltanto per le antenne fisse nel 2003.

La tutela della salute dai campi elettromagnetici emessi dai telefoni cellulari avviene attraverso il SAR (*Specific Absorption Rate*), ovvero il tasso di assorbimento specifico della radiazione elettromagnetica in un tessuto. Esso si misura attraverso un fantoccio riempito di un liquido gelatinoso che simula le proprietà proteiche e di assorbimento della materia cerebrale. Questo sistema, ideato dal Mobile Manufacturer Forum (MMF), un'associazione di costruttori dei telefoni, riguarda soltanto gli effetti termici, cioè il riscaldamento prodotto dalle radiazioni elettromagnetiche, e non è efficace per descrivere gli effetti biologici delle radiazioni sulla materia vivente in quanto la gelatina proteica che simula la materia cerebrale non ha la stessa reattività delle cellule. Non a caso il sistema di misurazione SAR (Tasso di Assorbimento Specifico) ha un'approssimazione del 30 %.

Il limite europeo per il SAR dei cellulari è di 2 W/Kg di tessuto cerebrale. Si consideri che, per misurare nel fantoccio questo valore, bisogna somministrare ad esso un campo elettromagnetico incidente di 307 V/m. In pratica questo limite europeo di emissione si risolve in una licenza d'uso per emissioni dei cellulari fino a 307 V/m, lì dove per le installazioni fisse la soglia di legge in Italia per le stesse frequenze è di 6 V/m.

A scopo di ricerca o di monitoraggio ambientale, si può utilizzare anche un sistema di dosimetria personale attraverso un dispositivo portatile (dosimetro) che permette di misurare le esposizioni a radiofrequenza per 24 ore (Figura 20.2).

Figura 20.2 - Dosimetro di misurazione della radiofrequenza



Con questo sistema è stato possibile scoprire che, a volte durante la chiamata, il telefono cellulare cambia la frequenza di emissione dai 900 ai 1800 MHz indiscriminatamente, senza che l'utente se ne accorga (Figura 20.3). In questo modo l'organismo viene esposto a più frequenze accumulando effetti diversi.

Figura 20.3 - Grafico della misurazione effettuata da un dosimetro di radiofrequenza che mostra il passaggio dai 900 MHz (linea viola) ai 1800 MHz (linea celeste)

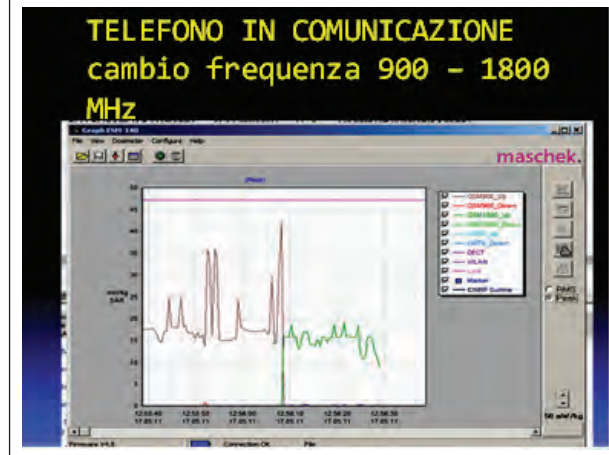
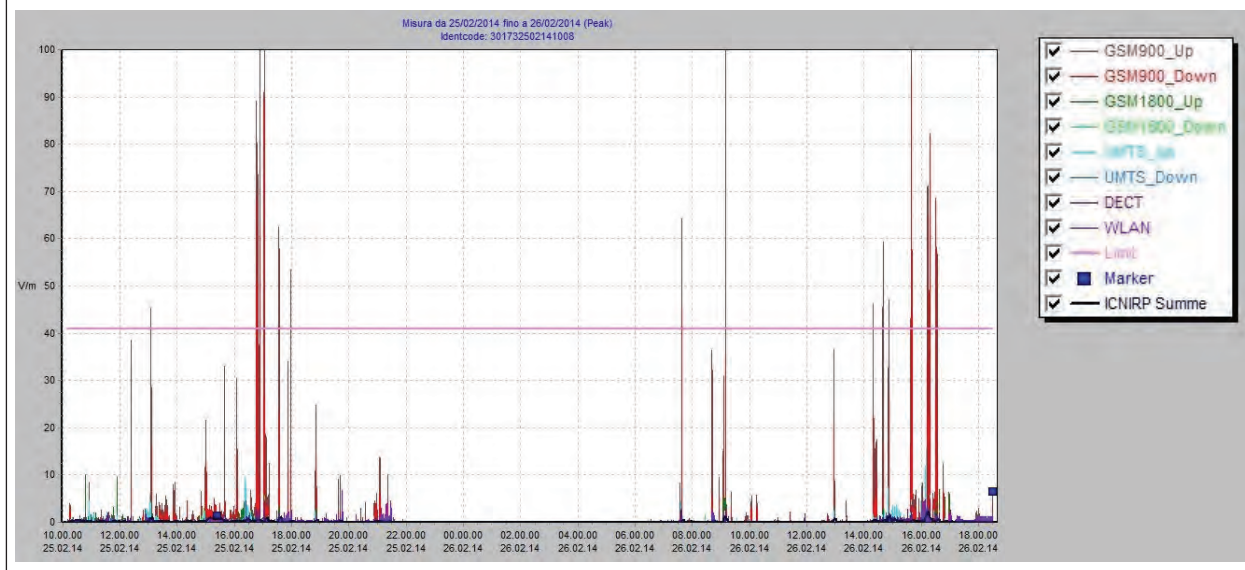


Figura 20.4 - Grafico della misurazione effettuata da un dosimetro di radiofrequenza per un giorno



Il grafico della Figura 20.4 mostra la estrema variabilità dei campi elettromagnetici a cui si è esposti: durante il giorno i valori di esposizione sono in media molto più elevati rispetto alle ore notturne, quando i dispositivi di telecomunicazione non sono in uso (dalle 22:00 alle 8:00 in questo caso). Il livello di esposizione è dovuto non solo all'utilizzo del proprio telefono, ma anche agli utenti vicini così come alle stazioni radio base e alla presenza di impianti wi-fi le cui emissioni tendono a sommarsi, per esempio, nell'appartamento di un condominio possono arrivare anche cinque o dieci segnali degli impianti wi-fi negli appartamenti vicini.

L'uso del dosimetro è utile anche per correlare le esposizioni allo sviluppo di patologie e per la mappatura ambientale, come per esempio quella di percorsi stradali che comportino una minore esposizione. Da notare come alcune emissioni del telefono cellulare superano i 100 V/m.

Il campo elettromagnetico superficiale penetra negli organismi viventi

In passato si credeva che il campo elettrico non penetrasse al di sotto della scatola cranica. Nel 2000, invece, il prof. Ronald W. P. King, decano dei fisici degli Stati Uniti, pubblicò un lavoro sulle correnti elettriche ed i campi indotti nelle cellule del cervello umano dalla radiazione dei telefoni cellulari, evidenziando che tale irraggiamento induce dei campi elettrici al di sotto della scatola cranica, per almeno

3 cm, con livelli di campo da 13 a 27 V/m⁴⁷. La teoria di King è anche molto interessante dal punto di vista fisico perché spiega che, se le strutture colpite dall'onda elettromagnetica sono sferiche, l'induzione del campo elettrico è pressoché nulla, quasi inesistente, ma in tutti i sistemi biologici le cellule e gli organuli cellulari sono generalmente allungati e in questo tipo di strutture il campo elettromagnetico indotto può essere molto elevato. Si pensi, ad esempio, alle cellule nervose che sono estremamente filiformi e allungate.

Va notato, inoltre, che il telefono cellulare è usato nella zona di emissione definita di *campo vicino*, dove non esiste corrispondenza tra la presenza del campo elettrico e quella del campo magnetico, cosa che può portare alla formazione di *hot spot*, ovvero di *punti caldi* di accumulo del campo elettromagnetico estremamente elevato.

Effetti sinergici dei campi elettromagnetici

Gli studi sugli effetti biologici dei campi elettromagnetici si concentrano generalmente su un solo tipo di frequenza alla volta, mentre le condizioni reali di vita dell'Uomo e degli altri esseri viventi comportano l'esposizione a più frequenze diverse contemporaneamente così che l'induzione elettrica all'interno degli organismi diventa particolarmente complessa. Allo stato attuale delle conoscenze non è possibile stabilire fino a che punto le esposizioni sinergiche a

⁴⁷ King R.W.P., (2000), *Electric currents and fields induced in cells in the human brain by radiation from hand-held cellular telephones*, J Appl Phys, 87:893-901

più frequenze - ad esempio al telefono cellulare e al bluetooth; al radar e al cellulare; al Wi-Fi e al cellulare; alle radiofrequenze dei dispositivi mobili e alle basse frequenze della distribuzione elettrica - possano comportare maggiori rischi per la salute, anche se si può supporre che gli effetti biologici dei diversi campi si sommino e si accumulino.

Analogamente servono studi sugli effetti sinergici dell'esposizione contemporanea a campi elettromagnetici e ad inquinanti chimici. Uno studio sul tamoxifene e la melatonina, usati come farmaci antitumorali, suggerisce che possano esserci delle interazioni in quanto l'associazione dell'assunzione di questo farmaco con l'esposizione a campi elettromagnetici di bassa frequenza a $1,2 \mu\text{T}$ ne inibisce l'efficacia. Servono, infine, studi sugli effetti dei campi elettromagnetici in relazione alla condizione di salute dell'individuo. Sui portatori di protesi metalliche, per esempio, le esposizioni potrebbero avere conseguenze più importanti in quanto i metalli si comportano come antenne che concentrano il segnale.

Gli studi di sinergia potrebbero portare a dover modulare i limiti di esposizione per la popolazione

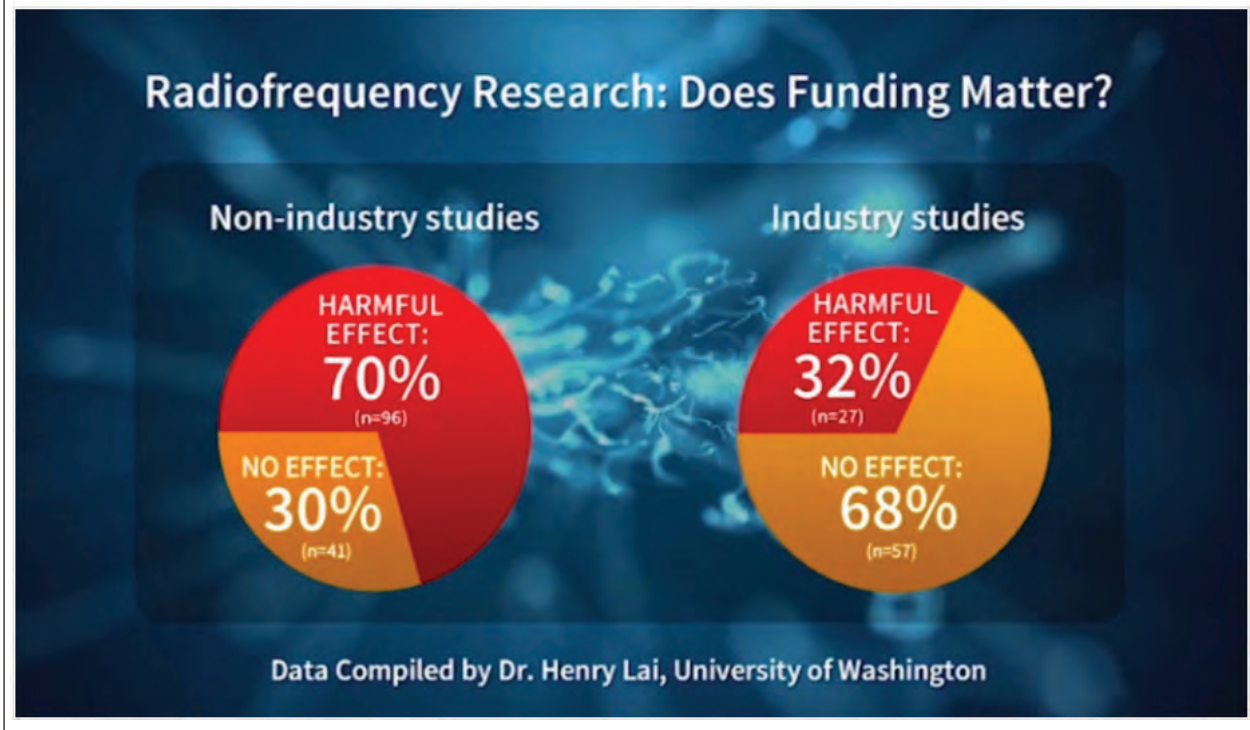
in base ai fattori di rischio già esistenti sulle popolazioni.

Conflitto di interessi

Diversi ricercatori hanno riscontrato che nella letteratura scientifica sui campi elettromagnetici, così come è avvenuto e avviene per molte altre questioni come gli OGM o il fumo di tabacco, la fonte del finanziamento può distorcere i risultati della ricerca.

Il Prof. Henry Lai dell'Università Washington a Seattle, USA, è stato tra i primi a sollevare il problema. Una sua recente indagine sugli studi riguardanti gli effetti biologici della radiofrequenza in relazione alla fonte del finanziamento ha dimostrato che gli studi finanziati dall'industria verificano effetti biologici nocivi nel 32% dei casi e assenza di effetti nel 68%, mentre quelli indipendenti trovano effetti pericolosi per il 70% e nessun effetto nel 30% (Figura 20.5). Questo dimostra che la fonte del finanziamento svolge un ruolo nei risultati della ricerca con un nesso causale statisticamente significativo.

Figura 20.5 - Rapporto tra la fonte del finanziamento e i risultati della ricerca sugli effetti biologici dei campi elettromagnetici



Una revisione analoga di 802 articoli pubblicati su riviste accreditate, ha evidenziato che il 95% degli articoli che riportano l'assenza di effetti negativi dei campi elettromagnetici (il 39% del totale degli articoli analizzati) era finanziato da enti privati o non indicava alcuna fonte di finanziamento; mentre il 95% degli articoli che riportavano un qualche tipo di effetto biologico o di danno alla salute (il 61%) erano finanziati da enti pubblici⁴⁸.

In definitiva, le emissioni elettromagnetiche degli ultimi decenni hanno profondamente modificato l'ambiente naturale in cui viviamo con un impatto che può essere paragonato all'aver versato una boccetta d'inchiostro in un acquario. E' necessaria, quindi, una pulizia approfondita dell'ambiente elettromagnetico, con una seria revisione dei limiti di sicurezza basati sulle evidenze biologiche, al fine di arginare le conseguenze negative per la salute dell'Uomo e di tutte le specie viventi, comprese le generazioni future. Dal punto di vista tecnologico, del resto, esistevano già i sistemi di trasmissione via cavo che consentono una efficiente distribuzione delle informazioni, senza comportare alcun rischio per la salute.

Tutti i sistemi di trasmissioni via radio sembrano non essere biocompatibili, comprese le trasmissioni satellitari.

Rumore

I processi evolutivi hanno programmato gli animali per percepire i rumori principalmente come fonte di pericolo. Il rumore, definito come suono indesiderato, è un inquinante i cui effetti sulla salute sono stati spesso trascurati.

L'energia che viene emessa da una sorgente di onde sonore comporta spostamento di materia ed è misurata in Bel che corrisponde al rapporto tra l'intensità misurata e l'intensità minima percepita dall'orecchio umano.

In genere le intensità sono misurate in decibel, dBel (1/10 di Bel). I livelli di intensità del suono sono riportati secondo una curva che simula la sensibilità dell'orecchio. Non si misura dunque l'intensità del suono come parametro fisico, ma come percezione umana allo stimolo sonoro. La curva di ponderazione è detta curva A e le unità di misura sono indicate con dB(A).

Il suono viene definito rumore quando, a seguito del superamento di alcune soglie di intensità critiche per la salute umana, provoca fastidio causato da in-

terferenza con attività umane sia a livello fisiologico che psicologico. Anche se le persone tendono ad abituarsi all'esposizione al rumore, il grado di assuefazione è soggettivo, quindi differisce per ogni singolo individuo.

I suoni creano disagio psico-fisico sia per le caratteristiche fisiche intrinseche di intensità, frequenza e intermittenza, sia per la preoccupazione determinata dalla tipologia di allarme ad esso collegato.

Secondo una scala empirica l'intensità di suono tra 0 e 60 dB(A) è *non fastidioso*; tra 60 e 90 dB(A) è *fastidioso* per esposizione prolungata, ad esempio il rumore da traffico; tra 90 e 120 dB(A) il rumore determina un danno a livello uditivo (aeroporti, porti, cantieri, scoppio di un petardo).

Poiché a 125 dB(A) è fissata la soglia del dolore, quando si verificano esposizioni maggiori a 125 dB(A) si sviluppano danni irreversibili al sistema uditivo e diviene impossibile l'esposizione prolungata. Intensità superiori ai 200 dB(A) possono determinare rischio molto elevati, spesso mortali per impatto diretto sul sistema cardiocircolatorio.

Una conversazione normale fra due individui, faccia a faccia, è condotta mediamente tra i 50 e i 65 dB(A). Per comunicare senza interferenze nei luoghi di lavoro, telefonando e mantenendo una distanza normale fra gli interlocutori non deve esserci un rumore di fondo superiore a 35 dB(A).

La perdita di udito causata dal rumore costituisce un problema di salute pubblica. Uno studio per la Global Burden of Disease condotto nel 2010 ha stimato che 1,3 miliardi di persone sono affette da perdita di udito, e i ricercatori hanno stabilito questa come la tredicesima causa, in ordine di contributo, sul totale di anni vissuti con disabilità (YLD)⁴⁹. Negli Stati Uniti e in Europa, il 26% degli adulti hanno un disturbo dell'udito bilaterale che ostacola le loro capacità di ascoltare in ambienti rumorosi, e un ulteriore 2% hanno sostanziali problemi di udito unilaterali. Delle percentuali del tutto simili a queste sono riscontrabili anche nel continente asiatico, se si eseguono degli aggiustamenti per i fattori di età.

Effetti fisiopatologici e psicologici

E' importante citare la stima dell'Oms: il 10% della popolazione mondiale è esposta ad intensità di rumore che rappresenta un rischio effettivo di perdita potenziale dell'udito. Su circa la metà di tale popolazione il danno all'udito può essere attribuito agli elevati livelli di intensità del rumore. Anche gli

⁴⁸ Levis A.G., (2009), *Campi Elettromagnetici non ionizzanti (CEM) e principio di precauzione: dati favorevoli e contrari, manipolazioni e conflitti di interesse*, 31/01; <http://www.applelettrosmog.it/admin/uploaded/allegati/58.pdf>

⁴⁹ Vos T., Flaxman A.D., Naghavi M. et al., (2012), *Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010*, Lancet, 380:2163–96

acufeni (ronzii o fischi che non sono attribuibili a sorgenti sonore esterne) nella sintomatologia spesso sono conseguenza della esposizione cronica e acuta al rumore. Tale patologia inibisce la qualità della vita per disturbi al sonno, depressione e incapacità di mantenere l'attenzione su una tematica di pensiero. E' importante notare che sia la perdita dell'udito che gli acufeni sono spesso riportati in combinazione e ciò indica che il meccanismo fisiologico è lo stesso.

La perdita di una percentuale di capacità uditiva costituisce la patologia prevalente nell'esposizione occupazionale; anche l'esposizione in diverse situazioni sociali (ascolto di musica, traffico, utilizzo di auricolari, apparecchi telefonici) è sempre più rilevante nel generare questo effetto. La perdita di capacità uditiva può essere causata sia da una singola esposizione a un impulso sonoro ad alta intensità (sparo di pistola), sia da una esposizione cronica con un livello medio di intensità sonoro superiore al *range* di 75-85 dB (riscontrabile in ambienti di fabbrica).

Il rumore eccessivo è spesso accettato come parte integrante dell'ambiente che ci circonda. Anche se il rumore sul lavoro è diminuito sin dal 1980, il numero di giovani esposti al rumore sociale risulta essere triplicato nell'arco dello stesso periodo. Ricerche importanti e sempre più attuali negli studi epidemiologici legati ai danni da rumore, consistono nel valutare il rischio di perdita dell'udito negli adolescenti a causa dell'uso di cuffie per ascolto di musica e per via dell'ascolto di suoni ad alti volumi in varie tipologie di ambienti frequentati. E' stato evidenziato in uno studio che il 66% dei giovani che frequentano discoteche o concerti rock nella zona di Nottingham (Inghilterra) ha riportato effetti temporanei di perdita uditiva e acufene. Sarebbero necessari studi di coorte al fine di comprendere se la prolungata esposizione ad alti livelli di pressione sonora, derivanti da musica ad alto volume in adolescenza aumenta la prevalenza di perdita dell'udito e/o acufene in età più avanzata. L'utilizzo di dispositivi più sicuri e l'attuazione di divulgazioni volte alla persuasione sulla riduzione al minimo dell'uso lettori musicali, sono entrambi mezzi necessari per prevenire il rischio di perdita di udito nei giovani.

Lo stato dell'arte sulla comprensione del meccanismo a livello molecolare che genera il danno sul sistema nervoso, afferente al sistema uditivo, è migliorato in modo rilevante.

La perdita di udito dovuta al rumore è ampiamente riconosciuta essere un fenomeno complesso, risultato di interazioni tra fattori genetici e ambientali. La componente ereditaria spiega fino al 50% della variabilità nella popolazione della perdita di udito. Ma le ricerche sull'argomento sono ancora in

corso. La diminuzione delle capacità uditive è strettamente collegata alla parziale perdita dei sensori cellulari (cellule capellute) dell'apparato uditivo che si trovano nel labirinto membranoso e in particolare nella coclea. Poiché queste cellule villose non sono rigenerabili nel gruppo dei mammiferi, l'unico rimedio alla perdita parziale di udito è quello di evitare esposizioni dannose al rumore. La perdita parziale di udito determina incapacità di comprendere discorsi nella vita quotidiana, ciò può determinare gravi disagi nella vita sociale.

Recenti studi sull'uso delle cellule staminali sembrano aprire prospettive terapeutiche ancorché occorre cautela nell'ipotizzare scenari futuri. Una particolare attenzione è rivolta dai ricercatori al rischio combinato di esposizione ad alti livelli di rumore e l'assunzione di farmaci oto-tossici che possono danneggiare le strutture dell'orecchio interno e il nervo stato-acustico. E' stato verificato che alcuni pazienti oncologici trattati con cisplatino hanno accusato parziale perdita di udito.

Nei prossimi 10 anni si prevede la messa a punto di farmaci mirati alla protezione dei danni al sistema auditivo causati dal rumore. Ad esempio i farmaci antiossidanti, come il glutatione, potrebbero proteggere dallo stress ossidativo che comporta perdita di cellule della coclea causato dall'impatto del rumore. Quindi gli antiossidanti (incluse le vitamine C ed E) potrebbero essere impiegati nella prevenzione dei danni. Studi su animali, sottoposti a stress da rumore, hanno dimostrato che la D-Metionina previene la perdita di udito. Sono in corso di studio *clinical trials* di D-Metionina in militari dell'esercito degli stati Uniti.

Si è ampiamente affermata l'evidenza scientifica dell'insorgenza, a causa dell'esposizione ai rumori ambientali, di effetti estranei ai disturbi dell'udito: senso di irritazione acuta, disturbi del sonno che determinano anche sonnolenza diurna, ipertensione arteriosa e disturbi cardiovascolari.

Relativamente a tali effetti sulla salute non connessi con l'apparato uditivo, i più studiati sono quelli del fastidio e irritazione (*Annoyance*), lo squilibrio del processo di apprendimento ed intellettuale soprattutto nei bambini, i disturbi del sonno e le malattie cardiovascolari. L'Oms stima che in Europa su 340 milioni di abitanti si perdono, a causa delle patologie indotte dal rumore, un milione di anni di vita.

Il fastidio e l'irritazione sono i sintomi più frequenti nella popolazione esposta al rumore, interferendo con le attività quotidiane, la sensibilità e l'emotività, le attività di pensiero, il sonno e il riposo. In alcuni casi si verificano forti affanni, esaurimento e sintomi che si generano dallo stress.

Nelle forme gravi tali malesseri incidono forte-



mente su benessere e salute e poiché colpiscono un numero rilevante di persone, costituiscono il maggior impatto sulla salute da parte dell'inquinamento ambientale da rumore.

Disturbi del sistema cardiovascolare

Studi di laboratorio condotti in tempi ristretti e ricerche sperimentali condotte in campo su animali per tempi prolungati hanno chiarito i meccanismi biologici dei danni cardiovascolari espressi in ipertensione, ischemie cardiache e ictus. L'esposizione acuta a differenti tipologie di rumore è associata a sollecitazioni del sistema nervoso autonomo e del sistema endocrino. E' netta l'osservazione di incremento della pressione sistolica e diastolica, della frequenza cardiaca, nonché di stress ormonale con più elevata produzione di catecolamine e glicocorticoidi. Il meccanismo che genera tali patologie si basa sullo stress emotivo dovuto al disagio fisiologico percepito, direttamente e inconsciamente, che si sviluppa nell'interazione tra il sistema uditivo centrale e altre aree del sistema nervoso centrale. La percezione diretta quindi potrebbe costituire il meccanismo primario che turba il sonno.

L'esposizione cronica può causare uno sbilanciamento dell'omeostasi dell'organismo che influenza il sistema cardiovascolare incrementando i fattori di rischio, sia della pressione arteriosa che delle concentrazioni ematiche di lipidi, viscosità del sangue e concentrazione di glucosio. Tali mutamenti causano rischi di aterosclerosi associati a ipertensione. Studi epidemiologici occupazionali, condotti in determinate situazioni ambientali, hanno mostrato una alta prevalenza di incidenza di malattie cardiovascolari e di mortalità in coorti di popolazioni esposte al rumore. In generale, la stima del rischio occupazionale per il rumore di alta intensità risulta più elevata di quella ambientale. Le funzioni dose risposta sono rappresentate in modi diversi a seconda delle caratteristiche fisiche delle sorgenti: livello dell'intensità, spettro delle frequenze, tempo di crescita dell'intensità, cadenze temporali. Infatti, la varietà di impatti che si determina non può essere espressa unicamente dai decibel. Gli studi quantitativi condotti per valutare le funzioni dose risposta relative al rumore creato dal trasporto (sia auto che aereo) sulla salute cardiovascolare, mostrano che c'è un aumento delle patologie variabili tra il 7 e 17% per ogni 10 dB(A) di incremento. I risultati sono stati corretti per età, sesso, condizione socio economica, peso corporeo e fumo di sigaretta. Gli studi comparati tra l'esposizione all'inquinamento atmosferico e il rumore indicano una indipendenza degli effetti nel senso

che i meccanismi dell'esposizione sono nettamente diversi soprattutto per differenti processi infiammatori.

Già negli anni '90 era stata acquisita un'evidenza scientifica che per intensità del rumore nell'intervallo tra 85 e 115 dB(A) si erano riscontrati effetti nocivi non solo sull'apparato uditivo ma anche sui sistemi cardiovascolari, endocrino, nervoso e immunitario.

L'esposizione ad elevate intensità di rumore, infatti, determina l'immissione in circolo di maggiori concentrazioni di adrenalina che causa vasocostrizione arteriosa, aritmie cardiache e aumento della pressione arteriosa. Si accusano anche, in alcuni casi, cefalea e tensione.

Sebbene l'esposizione prolungata al rumore possa indurre abitudine, e quindi *schermare* le conseguenze patologiche del rumore stesso, gli effetti additivi e/o sinergici del rumore con altri tipi di impatti (inquinamento atmosferico, abitudini alimentari errate, fumo) potrebbero determinare l'insorgere di patologie da risposta quali ulcera, asma, depressione.

Relativamente agli effetti psicologici il rumore crea una condizione mentale di irritazione e aggressività; altre reazioni sono ansia, depressione e inibizione nello stabilire relazioni con altri soggetti e con l'ambiente esterno. Infine, diminuzione delle facoltà cognitive.

Le reazioni di paura sono fortemente dipendenti dalla sensibilità intrinseca dell'individuo: i livelli di nevrosi e di instabilità emotiva incidono nettamente sulla *annoyance* associata al rumore.

La notevole variabilità degli individui ha permesso di constatare da alcuni ricercatori che gli effetti sulla salute possono dipendere da fattori genetici. Infatti, alcune persone avrebbero una sensibilità *innata* al rumore. Una così elevata suscettibilità e sensibilità è detta *iperacusia*. I soggetti affetti da tale patologia percepiscono come intollerabili, i rumori normali, di tutti i giorni.

Comportamento

L'esposizione a rumori imprevedibili e senza possibilità del loro stesso controllo, provoca, in alcuni individui, un calo delle motivazioni e costoro, per evitare lo stress indotto, accettano il disagio senza reagire.

Gli individui di tipo A (competitivi, aggressivi e con esigenza di controllo dell'ambiente esterno a loro stessi) subiscono molto intensamente gli effetti del rumore. Durante il sonno lo stress da rumore si manifesta a livello fisiologico e psicologico. Intensità di rumore anche di 30 dB(A) creano un'al-

terazione della normale fisiologia, soprattutto se la sorgente del rumore è continua e a bassa frequenza.

Numerose alterazioni fisiopatologiche possono svilupparsi nell'interruzione del sonno: aumento della pressione e della frequenza cardiaca e aritmie cardiache; effetti indiretti posticipati al disturbo del sonno causati dal rumore possono insorgere entro alcune ore: più elevata suscettibilità alla fatica, peggioramento nel processo cognitivo e difficoltà nel dormire.

Il rumore inibisce la disponibilità dell'individuo verso l'altro, anche a causa della diminuzione dell'attenzione. Lo stress ambientale, infatti, costituito dal rumore, attrae l'attenzione del soggetto esposto impedendo l'impegno di risorse all'esterno di sé, come ad esempio nel comportamento altruistico. Osservazioni sperimentali hanno verificato che individui esposti a intensità di rumore pari a 85 dB(A) ignoravano la richiesta di aiuto di persone in difficoltà rispetto a soggetti che erano esposti a livello di rumore inferiore a 65 dB(A).

Anche fenomeni di aggressività sono esaltati da esposizione al rumore; il comportamento sociale, in generale, è migliorabile anche in situazioni di esposizione al rumore se il soggetto è in grado di interrompere o sottrarsi all'impatto del rumore. In tale circostanza perde aggressività e assume un comportamento solidale.

Processi cognitivi

Quando un individuo è esposto al rumore, non solo di alta intensità ma anche moderata, riduce l'attenzione delle attività di pensiero e ciò comporta una alterazione dell'attività cognitiva. Il meccanismo si sviluppa in modo progressivo, ignorando in una prima fase, gli stimoli secondari che concorrono nello svolgimento del compito e successivamente, anche le basi dottrinali e sperimentali che sono fondamentali per la prestazione al compito sono trascurate.

E' stato sperimentato che l'interferenza del rumore nell'espletare il compito è determinata dal cambiamento del livello di stimolo. Rumori imprevedibili o irregolari possono rallentare l'apprendimento di conoscenze a breve termine. Invece, rumori intermittenti e imprevedibili distraggono soggetti che hanno compiti di vigilanza, soprattutto per intensità che si avvicinano ai 95 dB(A).

In sintesi, l'evento rumore devia l'attenzione dal compito intrapreso.

L'esposizione continua al rumore da 75-85 dB(A) disturba in modo rilevante le attività di pensiero che necessitano di attenzione prolungata per

tempi lunghi nelle quali intervengono contributi della memoria, in particolare nella lettura e comprensione di testi complessi.

Il processo mentale che è disturbato riguarda le interazioni che, nella lettura stessa di un testo complesso, si creano tra nuove informazioni da registrare e confronti di queste con quelle acquisite nel breve e lungo periodo. Il rumore interrompe tale processo di integrazione nella memoria di nuove informazioni e dunque l'analisi corretta del testo è fortemente alterata.

Il rumore, inoltre, ha effetti negativi sulla memoria che registra avvenimenti personali che presentano una collocazione spazio-temporale precisa.

Non sono state invece misurate diminuzioni del visus e turbative sulla capacità di riproduzione di operazioni ripetitive.

Esistono effetti negativi del rumore anche dopo tempi lunghi e in assenza del rumore.

Nei bambini che vivono in zone trafficate si verificano peggioramenti rispetto a bambini che vivono in zone distanti dal rumore del traffico e delle città:

1. nella prestazione di discriminazione uditiva;
2. nella capacità di lettura;
3. nelle prestazioni riferite alla risoluzione di quesiti sia semplici che complessi.

Le zone con elevata densità di rumore ambientale spesso sono socialmente degradate e i bambini che vivono in queste aree danno risposte insufficienti nei test sull'apprendimento rispetto ai bambini che vivono in aree non esposte al rumore. Per identificare le funzioni dose/risposta tra esposizione al rumore e apprendimento e per quantificare il livello di esposizione al quale inizia l'effetto nocivo del rumore, il programma RANCH⁵⁰ ha osservato 2.844 bambini tra i nove e i dieci anni che frequentano ben 89 scuole sia nelle vicinanze degli aeroporti di Heathrow (Londra) di Schiphol (Amsterdam) e quello di Barajas (Madrid) sia lontane da essi; è stato visto sperimentalmente che nei bambini esposti al rumore degli aeroporti la comprensione della lettura e la memoria che è legata alla informazione sono inferiori a quelle dei bambini meno esposti. Si determina per i bambini inglesi circa due mesi di ritardo nella comprensione delle medesime letture e un mese di ritardo in quelli olandesi rispetto ai bambini non colpiti da stress da rumore.

La ricerca suggerisce dunque che non esiste soglia nella funzione dose/risposta indagata, relativa al livello di esposizione al rumore. Nelle linee guida per gestire il rumore nelle comunità l'Oms suggerisce

⁵⁰ Stansfeld S.A., Berglund B., Clark C. et al. (2005), for the RANCH study team, *Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study*, *Lancet*, 365:1942-49



risce che il livello di pressione del suono di background non dovrebbe superare 35 dB(A) durante le lezioni. Ma in ogni caso ogni diminuzione o riduzione del rumore mitiga nettamente l'impatto degli effetti negativi sull'apprendimento.

Tra gli effetti cronici sono da registrare anche non tolleranza alle frustrazioni e minore prontezza nelle risposte a specifici stimoli.

E' importante sottolineare che così come nella gestione di altri stress ambientali il danno si attenua se il soggetto colpito ha la percezione di controllare lo stress stesso, nel senso della sua prevedibilità e del suo controllo; gli effetti post esposizione si manifestano in genere in presenza sinergica o additiva con altri fattori di stress come l'affollamento e l'inquinamento atmosferico. E' stato sperimentato che tutti i fattori di stress sono meno nocivi se l'individuo esposto è allertato sull'inizio e la fine dell'azione di stress; infatti in alcuni casi i fattori di controllo e di prevedibilità degli effetti del rumore sono più importanti, nella turbativa complessiva dell'individuo, del fattore fisico acustico del rumore.

L'Oms ha stimato che in Europa occidentale si perdono ogni anno 45000 anni di vita per invalidità nei giovani tra i 7 e i 19 anni a causa dell'esposizione a rumori ambientali.

Gli effetti del rumore in fabbrica

Anche se la normativa sul lavoro sulla protezione del sistema uditivo ha introdotto, nei paesi industrializzati, standard vincolanti e rigorosi, la perdita di udito determinata dal rumore è un fenomeno ancora inevitabile che necessita di ulteriori ricerche. In molti paesi sono in discussione i limiti massimi legislativi vigenti. Sono incrementati i test audiometrici e i sistemi di protezione, il monitoraggio del rumore. Solo negli ultimi anni, i ricercatori sono arrivati alla conclusione che i paesi industrializzati necessitano di programmi di prevenzione di maggior qualità e nuove tecnologie nei sistemi di controllo. Inoltre, si evidenzia la esigenza di aggiornamenti della normativa sulla base delle conoscenze scientifiche. Tuttavia, viene conferita più importanza ai sistemi di protezione del lavoratore dai rumori nocivi piuttosto che al controllo delle sorgenti di emissione del rumore stesso.

I livelli di esposizione al rumore che comportano il rischio di danni all'udito in ambienti industriali variano a secondo dei paesi. Nel Regno Unito, il limite massimo dei livelli di pressione sonora stabiliti da Regolamenti lavorativi è di 80 dB(A) (con sistemi di protezione personale disponibili)

e 85 dB(A) (con sistemi di protezione personale obbligatori)⁵¹. Negli Stati Uniti la Occupational Safety and Health Administration (Osha) promuove degli standard meno severi di quanto non facciano altri paesi, impostando il limite massimo di esposizione consentito a 90 dB(A). Tuttavia, in base alle normative Osha, i datori di lavoro devono attuare un programma di conservazione dell'udito, se i lavoratori sono esposti a livelli superiori ad 85 dB. In Italia, il nuovo D.Lgs. 195/06⁵² ha portato i limiti dei livelli di pressione sonora equivalente esattamente agli stessi valori di quelli descritti nel regno Unito, abbassando di 5 dB(A) i precedenti limiti previsti dal D.Lgs. 277/91.

Il tempo di esposizione, generalmente superiore a 3 anni, e l'età del lavoratore sono fattori importanti nel generare patologie indotte dal rumore, in particolare quando la sua intensità è superiore a 85 dB(A). Il rischio di assumere patologie cardiovascolari è superiore del 60% rispetto ai lavoratori non esposti⁵³.

Le difese immunitarie sembrano abbassarsi favorendo l'insorgere di infezioni; importante è stata l'osservazione sperimentale di una più elevata probabilità di infortuni in ambienti rumorosi. Inoltre sono più frequenti gli errori nelle operazioni predittive soprattutto in catena di montaggio. Le cuffie antirumore sono uno strumento per diminuire gli incidenti sul lavoro e per incrementare la produttività negli ambienti dove il rumore rappresenta un fattore additivo o sinergico ad altri fattori.

Il benessere psico-fisico derivante dall'assenza di rumore può aumentare la qualità e la produttività del lavoro, ciò è anche dimostrato dalle nevrosi che si sviluppano ad esposizione a rumore di alta intensità. Spesso si accompagnano o si manifestano attraverso ansia, mal di testa, cambiamenti di umore, impotenza sessuale. La correlazione tra la malattia nervosa e l'esposizione al rumore nel luogo di lavoro non è dimostrata rigorosamente perché nello stesso ambito l'impatto di altri stress quali l'instabilità del posto di lavoro, i conflitti con la dirigenza oltre che altri stress fisici quali alti livelli di temperatura e di umidità e l'inquinamento indoor dell'aria giocano ruoli rilevanti.

Difficilmente alcune patologie sono riconducibili alla sola esposizione da rumore tra quelle ex-

⁵¹ Stationery Office, (2005), *The Control of Noise at Work Regulations*; <http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2005/1643/>

⁵² Decreto Legislativo 10 aprile 2006, n. 195, *Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)*; Gazzetta Ufficiale n. 124 del 30 maggio 2006, <http://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/06195dl.htm>

⁵³ Capellini A., Moroni M., (1974), *Indagine clinica sull'ipertensione arteriosa e la malattia coronaria e loro eventuali rapporti con l'ambiente di lavoro in operai di industria chimica*, Medicina del Lavoro, 65(7-8):297-305

trauditive. Le uniche correlazioni dimostrate con affidabilità statistica riguardano le malattie cardiovascolari.

Il rumore dunque si identifica come fattore sinergico e/o additivo nell'eziologia di alcune malattie extrauditriche riscontrate nei luoghi di lavoro.

Traffico veicolare, ferroviario, aereo e marittimo

Il traffico è un'altra importante fonte di rumore che perturba le attività intellettuali e la concentrazione, attiva comportamenti nocivi al soggetto e agli altri. I soggetti esposti al rumore del traffico accusano stanchezza, mal di testa, cattivo umore e ansia.

Anche per il traffico la sensibilità soggettiva al rumore è un parametro fortemente determinante nel provocare la dimensione quantitativa degli effetti. Secondo alcuni ricercatori a Goteborg la popolazione molto sensibile al rumore del traffico è circa il 25%. Tale fascia di popolazione, in uno studio sperimentale, ha mostrato che nel confronto tra rumore da traffico irregolare e da traffico continuo, la popolazione sensibile accusava più irritazione e minore capacità di esercitare funzioni intellettive quando era esposta a rumore da traffico irregolare. Per la popolazione esposta, il livello di *annoyance* è regolato dal traffico lungo e lento e dalla tipologia (presenza di auto trasportatori, autobus) e dal numero dei veicoli.

Sembrirebbe più difficile adattarsi al rumore del traffico urbano che a quello ferroviario o aereo. Il rumore ferroviario è più accettabile perché più costante e prevedibile. Il rumore aeroportuale ha toni più gravi con livelli di intensità molto elevate e componenti imprevedibili e indeterminabili che sono più nocive all'organismo di quelle costanti.

E' stato provato che l'*annoyance* per il traffico urbano rende meno intensa l'*annoyance* per il traffico ferroviario e aereo.

Di per sé il traffico aeroportuale causa effetti nocivi sul sistema endocrino, sul sistema immunitario, sulla pressione arteriosa, sul sonno e sul sistema cardiovascolare. Inoltre, il traffico aereo è più turbativo nei bambini perché hanno minore attitudine ad anticipare l'evento rumoroso e imprevedibile; in tale situazione essi mostrano inoltre inferiore capacità di apprendimento e compromissione della memoria e delle motivazioni. Come riportato sopra tale effetto nocivo è stato osservato sperimentalmente in scuole collocate vicino ad aeroporti nel confronto con il comportamento di bambini in scuole più lontane.

Ultrasuoni

Gli ultrasuoni sono onde meccaniche (di pressione) analoghe al suono ma di frequenza superiore alle onde sonore che il sistema uditivo è in grado di percepire. Il loro utilizzo è prevalentemente in campo medico diagnostico, come l'ecografia e la flussimetria doppler, nelle quali si utilizzano ultrasuoni con frequenze comprese tra $2 \div 20 \cdot 10^6$ Hz (le frequenze del suono udibile rientrano nel *range*: $20 \div 20 \cdot 10^3$ Hz) e si propagano nei tessuti biologici analogamente al suono nell'aria. La velocità di propagazione nel tessuto biologico è però molto più elevata di quella del suono nell'aria e dipende dalla natura del mezzo stesso.

Esposizioni dovute ad ultrasuoni si verificano, sia per i pazienti che per gli operatori (con livelli di esposizione differenti), a causa delle emissioni di ultrasuoni da parte di macchinari per la diagnostica medica, quali: ecografia per immagini, che consente di ottenere informazioni morfologiche degli organi e in gravidanza; doppler, che studia le velocità relative ai flussi sanguigni; altre applicazioni quali l'ipertermia, la litotripsia (intervento terapeutico di frantumazione di un calcolo situato nelle vie urinarie o in quelle biliari), la fisioterapia e le applicazioni chirurgiche⁵⁴.

Gli ultrasuoni si propagano cedendo parte della loro energia sotto forma di calore. Questo fenomeno, denominato effetto termico, dipende dalle caratteristiche del fascio ultrasonoro e da quelle del tessuto attraversato.

L'esposizione prolungata a impulsi ad alta frequenza (applicazioni doppler) può provocare rilevante aumento della temperatura specialmente nelle interfacce tra tessuti differenti (osso/tessuti molli) e ciò potrebbe essere maggiormente dannoso soprattutto nel caso di esposizioni fetali.

Un effetto meccanico può manifestarsi principalmente nelle alterazioni della permeabilità delle membrane cellulari nei tessuti attraversati. Infine un effetto detto di cavitazione si produce quando il fascio di ultrasuoni sviluppa microbolle gassose nei liquidi che attraversa. Le bolle gassose, generando alte pressioni, possono provocare danni ai tessuti.

Sembra dunque che, pur se i disturbi auditivi siano gli effetti più frequenti e diffusi, l'attenzione degli esperti è stata indirizzata negli ultimi anni verso gli effetti non-auditivi che sono molteplici: particolare attenzione suscita l'*annoyance* e alcune gravi e rilevanti patologie, quali alcune malattie cardiovascolari anche perché l'esposizione al rumore è molto diffusa.

⁵⁴ Azienda USL-Valle D'Aosta, *Rumore, vibrazione e ultrasuoni*, consultabile in http://www.ausl.vda.it/esterni/dipprevenzione/rum_vibra_ultra_rosso.htm



I fattori che generano stress da rumore devono essere regolati e l'esposizione ambientale da rumore, ridotta preferibilmente all'origine. La normativa dovrebbe essere riformulata in relazione alle acquisizioni della ricerca scientifica e applicata rigorosamente per ridurre gli effetti sulla salute dell'esposizione cronica. Le campagne di educazione dovreb-

bero essere mirate ad indurre comportamenti che riducono il rumore. Infine, ma di grande importanza, per quanto attiene all'impatto del rumore negli ospedali, è stato verificato empiricamente che la diminuzione dei livelli di esposizione, consente ricoveri più confortevoli ed efficaci e tempi di degenza inferiori.



I rifiuti

Vincenza Di Malta, Ciro Accanito, Tanja Poli, Mauro Sanciole

Definizione del quadro normativo ed istituzionale della tematica

Il Quadro comunitario

Il quadro normativo nazionale vigente in materia di rifiuti promana direttamente dai diversi interventi regolativi elaborati a livello comunitario. Il legislatore europeo, attraverso le numerose direttive approvate, ha dedicato grande attenzione agli aspetti operativi e gestionali della tematica (dalla prevenzione alla corretta gestione dei rifiuti, dalla raccolta al riciclo) oltre che a quelli più strettamente inerenti alla responsabilizzazione del soggetto produttore del rifiuto, con l'obiettivo di elaborare una risposta organica alla domanda crescente di tutela ambientale e di disponibilità di risorse, istanze accomunate da un approccio di base unitario: minimizzare il ricorso alla discarica e all'incenerimento.

Il framework legislativo è definito dalla Direttiva Quadro 2008/98/CE che, rispetto alla disciplina consolidata, realizza un ulteriore passo in avanti: valuta la questione dei rifiuti in una logica di ciclo di vita dei prodotti e la aggancia alle politiche dei prodotti e dei materiali, in un'ottica di prevenzione, tramite l'approccio dell'ecodesign, di ottimizzazione delle risorse, attraverso la definizione univoca dell'End of Waste (EoW), riassuntiva dei criteri che consentono al rifiuto, opportunamente trattato, di riconquistare la dignità giuridica di bene e/o materia, nel pieno rispetto di *standard* ambientali connessi

alla sua produzione e gestione¹. L'obiettivo dell'EoW è quello di agevolare il riciclo dei materiali, strada che, opportunamente compiuta, esonera dagli obblighi imposti per la gestione dei rifiuti e garantisce materiali sicuri e di alta qualità.

La strategia comunitaria ha tentato negli anni di ridurre l'impatto negativo della produzione e della gestione dei rifiuti su ambiente e salute e di favorire al tempo stesso una crescita economica intelligente, sostenibile ed inclusiva tramite un approccio green e circolare fondato su un uso efficiente delle risorse e sulla società del riciclo.

I rifiuti, in un'Europa sempre più povera di materie prime, rappresentano una miniera di risorse con grandi potenzialità, da sfruttare e conservare tramite una gestione integrata dell'intera filiera dei prodotti, in cui ciascun soggetto, per il proprio ambito di competenza, è chiamato a partecipare attivamente. Da questa prospettiva di responsabilità estesa e condivisa discende direttamente la formulazione della nuova gerarchia di trattamento dei rifiuti disegnata dalla Direttiva 98/2008/CE in cui il riciclo è posto dopo le attività orientate alla prevenzione e alla preparazione per il riutilizzo dei rifiuti e rigorosamente prima di quelle finalizzate al loro recupero energetico ed allo smaltimento in discarica.

Agli Stati membri viene suggerita maggiore attenzione verso l'adozione di politiche industriali

¹ L'art. 6 della dir. 98/2008/CE stabilisce le modalità che gli Stati membri potranno utilizzare per definire l'End of Waste. I rifiuti cessano di essere tali quando sono sottoposti ad una operazione di recupero, incluso il riciclaggio, e sono conformi/rispettano le seguenti condizioni:

- la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzato per scopi specifici;
- esiste un mercato reale o una domanda per la sostanza o l'oggetto;
- l'uso è lecito, ovvero la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa esistente e le norme applicabili ai prodotti;
- l'uso non porta a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

Sulla base di tali condizioni, si devono elaborare dei criteri specifici per i singoli flussi di rifiuti: allo stato attuale sono stati approvati in sede comunitaria i regolamenti per ferro, acciaio, alluminio (n. 333/2011), per il vetro (n. 1179/2012) e per il rame (n. 715/2013). In Italia il concetto di End of Waste è stato introdotto dall'art. 12 comma 1 del d.lgs 205/2010 che ha modificato l'art. 184 ter del d.lgs 152/2006

capaci di incidere direttamente sui consumi, sulle attività della grande distribuzione e le scelte della Pubblica Amministrazione: l'articolo 29 della Direttiva prevede l'adozione da parte degli Stati membri entro il 12 dicembre 2013² di specifici Programmi di Prevenzione della produzione dei rifiuti che siano in grado di dissociare crescita economica e produzione dei rifiuti, fissando precisi obiettivi di riduzione, individuando misure per conseguirli ed indicatori per verificare l'effettivo conseguimento degli stessi. La Direttiva chiarisce che sotto l'attività di prevenzione vanno ricomprese misure prese prima che una sostanza, un materiale o un prodotto diventi rifiuto, in grado di ridurre:

- a) la quantità dei rifiuti, anche attraverso il riutilizzo dei prodotti o l'estensione del loro ciclo di vita;
- b) gli impatti negativi dei rifiuti prodotti sull'ambiente e la salute umana;
- c) il contenuto di sostanze pericolose in materiali e prodotti.

La prevenzione, dunque, non costituisce un'operazione di gestione dei rifiuti, esula dall'effettivo campo disciplinare della Direttiva e questo limita fortemente la coerenza delle misure individuate e proposte dai singoli programmi nazionali di prevenzione.

Un elemento innovativo della Direttiva 98/2008/CE è, invece, l'introduzione del principio della responsabilità estesa del produttore del prodotto (EPR): l'articolo 8 statuisce la possibilità da parte degli Stati membri di adottare misure che obblighino il produttore ad essere responsabile di tutto il ciclo di vita del bene prodotto, modificando quanto previsto dall'art. 15 della Direttiva n. 12 del 2006 che ammetteva la responsabilità del produttore solo in via sussidiaria ovvero alternativa al detentore e/o al raccogliitore, ovvero alle due categorie giuridiche che subentravano a quella del produttore nelle operazioni di effettiva gestione del rifiuto, o temporaneamente o per la attività di raccolta e trasporto.

La produzione dei beni, anche grazie all'ecodesign, deve puntare alla prevenzione o alla minimizzazione dei rifiuti, la loro gestione, di contro, deve tendere al riciclo comprensivo di *qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i materiali di rifiuto sono ritrattati per ottenere materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini* (art. 3 co. 17).

² Con decreto 7 ottobre 2013, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha adottato e approvato il primo programma nazionale di prevenzione dei rifiuti che prevede di conseguire entro il 2020 i seguenti obiettivi:

- la riduzione del 5% della produzione di rifiuti urbani per unità di PIL;
- la riduzione del 10% della produzione di rifiuti speciali pericolosi per unità di PIL;
- la riduzione del 5% della produzione di rifiuti speciali non pericolosi per unità di PIL.

La raccolta differenziata si pone come l'ideale strumento in grado di fare funzionare correttamente gli ingranaggi dello scenario sopra descritto ed è in grado di farlo in modo economicamente efficiente se la sua organizzazione e gestione non determina una maggiorazione eccessiva dei costi che, quindi, intacca il potenziale valore economico del materiale intercettato. Come stabilito dall'art. 25 della Direttiva, tali costi devono essere ripartiti in modo da rispecchiare il costo reale per l'ambiente della produzione e della gestione dei rifiuti: in altri termini, proporre la raccolta differenziata a prescindere, soprattutto se il rifiuto è costretto a viaggiare per molti chilometri prima di giungere ad un idoneo impianto di trattamento, non costituisce una scelta sempre corretta, non solo sul piano della redditività economica del materiale, ma anche su quello economico e ambientale complessivo, relativi alla sostenibilità del sistema integrato di gestione.

Come stabilisce la Direttiva, l'attivazione entro il 2015 della raccolta differenziata almeno per le frazioni di carta, metalli e plastica non è il fine ma il mezzo della gestione dei rifiuti funzionale ad un riciclo di qualità che consenta di raggiungere gli obiettivi stabiliti nell'articolo 11:

- aumentare almeno al 50% di peso la preparazione per il riciclaggio come minimo di carta, metalli, plastica e vetro di origine domestica e similare, entro il 2020;
- aumentare almeno al 70% di peso la preparazione per il riciclaggio di altri rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione, entro il 2020;
- ridurre al 35% di peso, tramite il riciclo, il compostaggio, la produzione di biogas o il recupero di materia/energia, i rifiuti biodegradabili da conferire in discarica, entro il 16 luglio 2016.

Al fine di verificare il raggiungimento dei suddetti obiettivi, con Decisione del 18 novembre 2011 la Commissione europea ha elaborato quattro differenti metodi di calcolo tra i quali il Ministero italiano dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del mare a gennaio 2014 ha selezionato come idoneo per il calcolo il secondo che considera il flusso dei rifiuti urbani e di quelli simili per le frazioni merceologiche di carta, cartone, plastica, metalli, vetro, legno e organico.

Nella ricostruzione degli orientamenti del legislatore comunitario in materia di rifiuti, un tema progressivamente centrale ha assunto la questione dei RAEE, rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, cui viene dedicata la Direttiva 2012/19/UE da recepire entro il 14 febbraio 2014. Tra le novità più rilevanti introdotte vanno ricordate:

- l'estensione del campo di applicazione della Direttiva anche alle apparecchiature elettriche ed elettroniche, AEE, destinate al consumatore finale o all'uso professionale, in cui vengono compresi anche i pannelli fotovoltaici, con eccezione degli impianti fissi di grandi dimensioni;
- l'obbligo di raccogliere per ogni 100 tonnellate di AEE nuove immesse sul mercato almeno 45 tonnellate di RAEE entro il 2016, e almeno 65 tonnellate entro il 2019, con target definiti fino al 31 dicembre 2015 pari a 4 kg/abitante oppure alla quantità raccolta in media dallo Stato membro nel triennio precedente, considerando anche il valore più elevato;
- la possibilità da parte degli Stati membri di incentivare i produttori a finanziare i costi della raccolta post consumo dei AEE dai nuclei domestici agli impianti della raccolta;
- l'obbligo da parte dei grandi esercizi commerciali, con superficie superiore ai 400 mq, dell'accettazione gratuita, ossia senza l'acquisto di un'AEE equivalente, dei RAEE piccolissimi fino a 25 cm conferiti da parte dei consumatori.

La realizzazione degli obiettivi europei passa attraverso il rispetto della gerarchia del trattamento dei rifiuti e la piena adozione dei principi cardine della gestione dei rifiuti: *chi inquina paga*, la responsabilità estesa del produttore, la prossimità e l'autosufficienza impiantistica, questi ultimi due imprescindibili per i rifiuti urbani non pericolosi³.

Il Quadro nazionale

La normativa nazionale in materia di rifiuti è contenuta prevalentemente nella parte IV del Testo unico in materia ambientale, approvato con D.lgs 152/2006 e successivamente oggetto di varie modifiche ed integrazioni, non ultima quella formulata dal D.lgs 205/2010 *Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive*.

Il recepimento della Direttiva 2008/98/CE effettuato con il d.lgs. 205/2010 arricchisce la disciplina nazionale di rilevanti novità: dal punto di vista dell'organizzazione della raccolta, introduce l'obbligo, nella raccolta separata della frazione umida, dell'utilizzo di contenitori specificamente dedicati e sacchetti certificati;

³ L'obbligo dell'autosufficienza locale nello smaltimento non vige per i rifiuti speciali per i quali prevalgono i criteri della specializzazione degli impianti di smaltimento e della prossimità

inserisce nel quadro giuridico nazionale il concetto della *responsabilità estesa del produttore del prodotto* per consolidare la priorità assegnata alla prevenzione e agevolare, quindi, un uso più efficiente delle risorse nell'intero ciclo di vita del prodotto e il riconoscimento dell'attività di riutilizzo di prodotti e della preparazione per il riutilizzo. Inoltre, introduce i criteri e i parametri per la definizione di sottoprodotto e l'*End of Waste*; formalizza l'obbligo di VAS per i piani regionali di gestione dei rifiuti; offre la possibilità di riconoscere delle deroghe al raggiungimento di obiettivi di raccolta differenziata da parte dei comuni impossibilitati a conseguire tali obiettivi per motivazioni di carattere tecnico, ambientale ed economico, debitamente verificate dal Ministero.

In questo paragrafo si tenterà di focalizzare l'attenzione sugli aspetti fondanti la disciplina nazionale, maggiormente utili a chi è chiamato a gestire nel merito la questione e a prendere decisioni per raggiungere gli obiettivi stabiliti.

Come riportato dall'art. 177 del D.lgs 152/2006 modificato dal D.lgs 205/2010, la disciplina nazionale è orientata al conseguimento delle finalità della protezione dell'ambiente e della salute umana.

Al tempo stesso la gestione dei rifiuti si configura come un servizio di interesse economico generale e un'attività di pubblico interesse, in conseguenza della quale tutti i soggetti sono chiamati a osservarne obblighi e regole stabilite dal legislatore.

I principi ispiratori, di matrice comunitaria, come stabilito dall'art. 178, sono i seguenti:

- la precauzione;
- la prevenzione;
- la sostenibilità;
- la proporzionalità;
- la responsabilizzazione;
- la cooperazione;
- il *chi inquina paga*.

Oltre a ciò, elementi aggiuntivi capaci di orientare l'Amministratore interessato ad una corretta gestione dei rifiuti sono il principio di prossimità per il trattamento dei rifiuti da raccolta differenziata destinati a riciclaggio e recupero, definito all'art. 181 comma 5, il principio di autosufficienza⁴, i criteri dell'efficacia, dell'efficienza, dell'economicità, della trasparenza e della fattibilità tecnica ed economica e le norme in materia di partecipazione e accesso alle informazioni ambientali.

La gerarchia dei rifiuti, tracciata dall'art. 179 comma 2, esprime l'approccio generale da seguire

⁴ Uno dei principi di regolamentazione specifica dei rifiuti urbani, è il principio di autosufficienza dello smaltimento dei rifiuti urbani su base regionale, da cui discende il divieto di smaltire i rifiuti urbani non pericolosi fuori regione, salvo i casi previsti e da specifici accordi regionali ed internazionali



nel trattamento dei rifiuti per ridurre la quantità prodotta e accrescere il recupero di materia, al fine di ottenere il miglior risultato ambientale complessivo e comprende le seguenti attività:

- a) prevenzione;
- b) preparazione per il riutilizzo;
- c) riciclaggio;
- d) recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia;
- e) smaltimento.

Definisce, quindi, un ordine di priorità da rispettare in generale come migliore scelta ambientale, da cui, tuttavia, considerando i singoli flussi di rifiuti, risulta possibile discostarsi laddove questo sia giustificato, nel rispetto dei principi di sostenibilità e precauzione, *in base ad una specifica analisi degli impatti complessivi della produzione e della gestione di tali rifiuti sia sotto il profilo sociale ed economico, ivi compresi la fattibilità tecnica e la protezione delle risorse* (comma 3 art. 179, D.lgs 152/2006), a patto di privilegiare la migliore soluzione ambientale che garantisca il miglior risultato complessivo, ovvero sia in grado di minimizzare gli impatti complessivi derivanti dalla gestione dei rifiuti dal punto di vista sanitario, sociale, economico.

Relativamente al raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata, il Ddl recante *Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali* (collegato alla legge di stabilità 2014), licenziato dal Governo il 15 novembre 2013 e presentato al parlamento il 12 febbraio 2014, attraverso la modifica dell'articolo 205 del D.lgs 152/2006, propone il nuovo differimento dei termini per il raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata nazionali, proponendo di slittare dal 2012 al 2016 l'obbligo di raggiungere un tasso di raccolta differenziata pari al 65%.

Il Collegato ambientale alla legge di stabilità introduce nuove proposte destinate, in caso di approvazione, ad incidere sulla governance dei rifiuti: da un lato, individua non più nell'Ambito Territoriale Ottimale (ATO) ma nel Comune l'unico soggetto responsabile della gestione, dall'altro, propone di utilizzare l'ecotassa, ossia il tributo regionale che compone la tariffa di accesso alla discarica, come leva economica capace di premiare o penalizzare le Amministrazioni comunali più o meno virtuose rispetto agli obiettivi di raccolta e riciclo previsti. Di base vi è l'obiettivo di dare piena attuazione ai principi del chi inquina paga e della proporzionalità, secondo i quali chi inquina paga in proporzione a quanto inquina, auspicando che entrambi possano contribuire a diffondere ad una scala *cittadina* sistemi di tariffazione basati sul *pay*

as you throw, ossia su meccanismi di allocazione dei costi proporzionali alla quantità e qualità dei rifiuti generati, capaci di premiare e responsabilizzare maggiormente l'utente del servizio di gestione dei rifiuti.

Autorità competenti e responsabilità

Il conseguimento efficace ed efficiente delle finalità e degli obiettivi stabiliti a livello comunitario e nazionale viene auspicato grazie alla piena realizzazione del ciclo integrato dei rifiuti, ossia una vera e propria filiera industriale in cui siano pienamente inserite, integrate ed interconnesse le varie attività di raccolta, trasporto, trattamento, recupero e smaltimento. Il legislatore tende verso un modello di governance integrata ed unitaria, in cui tutti sono chiamati ad assolvere pienamente le proprie competenze ed attività, siano Istituzioni, come lo Stato, Regioni, Province autonome ed Enti locali, o non Istituzioni, come le società di gestione, i Consorzi di Filiera, Ambiti territoriali ottimali, riciclatori e tutti gli altri soggetti variamente coinvolti.

Tale sistema, già complesso dal punto di vista tecnico, organizzativo ed economico, tuttavia viene ulteriormente complicato da un contesto normativo disomogeneo, frammentato, instabile, composto sia da norme nazionali, spesso manchevoli di decreti attuativi, settoriali e in continua evoluzione, sia da norme regionali, poco coordinate tra loro e con la normativa nazionale, che interagiscono con discipline differenti, come quella dei Servizi Pubblici Locali (SPL) di rilevanza economica, anch'essa oggetto di continui interventi.

Ciò è all'origine della incertezza normativa che oggi caratterizza l'intero settore, incidendo in maniera negativa anche sui relativi modelli gestionali.

Punto di riferimento rimane il Codice dell'ambiente, benché sia stato spesso oggetto di critica da vari punti di vista; un sistema caratterizzato da eccessiva frammentarietà che, di conseguenza, si traduce in un difficile coordinamento istituzionale e di riparto delle competenze tra Stato, Regioni, Province, Comuni e ATO.

Per quanto riguarda i Comuni, il Decreto Spending Review⁵ ha attribuito loro delle specifiche funzioni in merito alla organizzazione e gestione servizi di raccolta, smaltimento e recupero dei rifiuti urbani, nonché relativamente alla riscossione dei tributi. Inoltre, tali Enti locali hanno la facoltà

⁵ Decreto Legge 6 luglio 2012, n. 95, Disposizioni urgenti per la revisione della spesa pubblica con invarianza dei servizi ai cittadini, convertito con modificazioni dalla Legge 7 agosto 2012, n. 135

di emanare regolamenti tesi a disciplinare le attività del settore svolte, anche dagli ATO, riguardanti specificamente sia le modalità di raccolta, trasporto e conferimento dei rifiuti urbani, finalizzato ad una gestione efficiente delle differenti frazioni e al recupero, sia le misure per garantire la tutela igienico-sanitaria in tutte le fasi.

Alle Province sono invece attribuite dal Testo Unico Ambientale funzioni più adatte ad un'area vasta: come quelle amministrative, di programmazione e di organizzazione dello smaltimento dei rifiuti urbani e del loro recupero, di controllo sulle varie attività inerenti alla gestione e al commercio.

Le Regioni regolamentano le attività inerenti alla gestione degli urbani e dei rifiuti pericolosi, dalla promozione della gestione integrata alla riduzione e recupero, e forniscono i criteri per individuare luoghi o impianti idonei allo smaltimento ovvero i parametri utili alle Province per definire le aree non idonee alla localizzazione degli impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti. Spetta sempre loro il compito di approvare progetti di nuovi impianti e fornire le autorizzazioni sia per apportare modifiche a quelli esistenti, per l'esercizio delle operazioni di smaltimento e gestione; definire gli assetti territoriali ed infrastrutturali attraverso la predisposizione, l'adozione e il costante aggiornamento dei piani regionali di gestione dei rifiuti e la delimitazione degli ATO, nei confronti dei quali provvedono anche ad attribuire o riorganizzare le competenze spettanti alle Autorità d'ambito. Questo modello organizzativo multi-livello alimenta due ulteriori dimensioni di complessità: da un lato determina una frammentazione organizzativa e gestionale, che rischia di porsi come barriera all'ingresso di nuovi operatori del mercato, genera una moltiplicazione geografica di modelli di gestione, sistemi di interpretazione e implementazione delle stesse normative di riferimento.

In un quadro di complessità crescente, lo Stato svolge un importante ruolo nella definizione di un indirizzo di coordinamento, dei criteri e delle metodologie per la gestione integrata dei rifiuti, a garanzia di obiettivi di servizio unitari e omogenei sul territorio nazionale.

Infatti, lo Stato provvede a determinare i criteri generali per l'elaborazione dei piani regionali, delle linee guida per l'individuazione degli ATO, per le gare d'appalto ed i contenuti minimi delle autorizzazioni e delle attività di recupero energetico dei rifiuti, per la redazione di piani di settore per riduzione, riciclaggio, recupero e ottimizzazione dei flussi di rifiuti, per l'individuazione di aree non idonee alla localizzazione degli impianti di smaltimento dei rifiuti.

Nel suo ruolo di coordinamento e garanzia, inoltre, definisce gli obiettivi di qualità per i servizi di gestione dei rifiuti, adotta il Programma nazionale di prevenzione dei rifiuti da parte del Ministero dell'Ambiente e tutela del Territorio e del Mare ed infine individua localizzazione ed entità degli impianti di recupero e smaltimento di preminente interesse nazionale da realizzare per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese.

A questi Enti, tuttavia, si aggiunge una platea di Soggetti incaricati di coordinare la negoziazione di Accordi e Protocolli di riferimento per gli enti impegnati nella gestione quotidiana, a scopo esemplificativo si ricordano l'Ance ed il Conai, ad oggi impegnati nella rinegoziazione degli Accordi per la definizione dei nuovi corrispettivi dovuti ai Comuni per gli imballaggi raccolti in modo differenziato, corrispettivi che secondo alcuni partecipanti al tavolo delle trattative andrebbero riconosciuti per i maggiori oneri della raccolta, secondo altri, esclusivamente in funzione della qualità e quantità dei materiali conferiti alle piattaforme e venduti sul mercato.

Criticità e prospettive

Oggi, la filiera del ciclo dei rifiuti esibisce risultati disomogenei sul territorio nazionale, fotografando un'Italia a varie velocità. Necessita di un ripensamento dei modelli di governance e di interventi normativi, oltreché applicativi, capaci di superarne la frammentazione per garantire una efficace ed efficiente organizzazione del servizio, sempre più vittima di competitors e mercati internazionali, interessati unicamente ad intercettare risorse e materiali, non sempre rispettando norme vigenti.

I sistemi di *governance* del settore, in altri termini, vanno definiti in una duplice valenza: quella immediata, volta a razionalizzare il sistema creando al contempo i presupposti per la sua evoluzione (*governance* territoriale), quella prospettica, orientata a delineare il percorso per il conseguimento degli obiettivi programmatici⁶.

Ispiratori dei nuovi modelli di governance dovranno essere i principi comunitari e nazionali dettati nelle politiche ambientali, con specifico riferimento a quelli di autosufficienza, prossimità, minimizzazione della movimentazione dei rifiuti, raccolta differenziata, riciclaggio e recupero.

In questo contesto, assumono rilevanza due

⁶ Cassa Depositi e Prestiti, Rifiuti, Studio di settore, Febbraio 2014



strumenti: da una parte, il Piano Regionale di Gestione Rifiuti, redatto dal medesimo ente in coordinazione con gli altri strumenti di pianificazione, e finalizzato anche alla ridefinizione degli assetti territoriali e impiantistici; dall'altra parte, gli accordi ed i contratti di programma. L'art. 206, parzialmente modificato dal D.lgs. n. 4 del 2008, infatti, detta la disciplina in materia di accordi, contratti di programma, incentivi, quali strumenti amministrativi utili per il perseguimento degli obiettivi ed il soddisfacimento dei principi dettati in materia. Nello specifico, il primo comma dell'art. 206, oltre ad indicare l'oggetto di tali strumenti⁷, attribuisce al Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e ad altre autorità competenti la possibilità di stipulare appositi accordi e contratti di programma con enti pubblici, con imprese di settore, soggetti pubblici o privati ed associazioni di categoria.

In merito si richiama un chiarimento riferito alle *altre autorità competenti* a concludere gli accordi ed i contratti, intendendo con tale espressione

tutte quelle amministrazioni che in precedenza rivestivano un ruolo secondario, e così le regioni, le Province e gli enti locali, i quali, pertanto, sarebbero oggi legittimati a ricorrere ai contratti ed agli accordi di programma in maniera autonoma dallo Stato⁸.

Relativamente ai soggetti competenti a livello statale,

il Ministero delle Attività produttive avrebbe comunque acquistato un potere di impulso di cui in precedenza non era titolare (quantomeno in maniera autonoma). Resta ferma, come è ovvio, la possibilità di una concertazione da parte di entrambe le amministrazioni statali. E' invece in capo al solo Ministero dell'Ambiente (quindi allo Stato e non anche alle *altre autorità competenti* regionali, provinciali) la possibilità (...) di concludere accordi con soggetti pubblici e privati per promuovere e favorire l'utilizzo dei sistemi di certificazione ambientale

⁷ A mero scopo esemplificativo, dalla lett. a) alla lett. l), vi è un puntuale riferimento a: attuazione di specifici piani di settore di riduzione, recupero e ottimizzazione dei flussi di rifiuti; la sperimentazione, la promozione, l'attuazione e lo sviluppo di processi produttivi e distributivi e di tecnologie pulite idonee a prevenire o ridurre la produzione dei rifiuti e la loro pericolosità e ad ottimizzare il recupero dei rifiuti; sperimentazione, la promozione e l'attuazione di attività di riutilizzo, riciclaggio e recupero di rifiuti; sviluppo di tecniche appropriate e di sistemi di controllo per l'eliminazione dei rifiuti e delle sostanze pericolose contenute nei rifiuti; i) l'impiego da parte dei soggetti economici e dei soggetti pubblici dei materiali recuperati dalla raccolta differenziata dei rifiuti urbani

⁸ Busà M., Costantino P., (2012), *La disciplina dei rifiuti*, Maggioli, Bologna

(Reg. CEE n. 761/2001) e attuare programmi di ritiro dei beni di consumo al termine del loro ciclo di utilità ai fini del riutilizzo, riciclaggio e recupero⁹.

In conclusione, ripensare il modello di governance nel settore, nel senso di un

miglioramento della gestione dei rifiuti contribuisce a un miglior utilizzo delle risorse e può aprire nuovi mercati e creare posti di lavoro, favorendo una minore dipendenza dalle importazioni di materie prime e consentendo di ridurre gli impatti ambientali, in una logica di transizione verso una gestione sostenibile dei materiali, effettivamente basata sul consumo, e verso un'economia circolare in cui i rifiuti diventano una risorsa¹⁰.

La gestione dei rifiuti

Il servizio: attori sociali e fonti di finanziamento

Oggi il settore dei rifiuti rappresenta un sistema a filiera complessa, lunga e frammentata; la tutela ambientale ed igienico-sanitaria costituisce una delle finalità ispiratrici e conformanti il suo ciclo integrato di attività e servizi, la cui sostenibilità complessiva, auspicata dal legislatore comunitario, deve realizzarsi sui molteplici piani, ambientale, economico e socio-culturale.

L'attività di gestione dei rifiuti, soprattutto urbani, si configura come un servizio da erogarsi secondo i principi fondamentali dei servizi pubblici, ossia l'imparzialità del soggetto che li eroga, l'uguaglianza dei diritti degli utenti, la loro partecipazione alla prestazione del servizio, anche attraverso il diritto di accesso alle informazioni in possesso del soggetto erogatore, la continuità, l'efficacia e efficienza del servizio in questione. Tale servizio deve essere in grado di rispondere a standard di qualità e sicurezza, definiti dagli strumenti di affidamento, regolamentati dalla Carta dei Servizi¹¹, monitorati

⁹ Busà M., Costantino P., (2012), op. cit.

¹⁰ Borrelli G., Di Malta V., Poli T., (2012), *Plastica e riciclo dei materiali: un'altra via è possibile*, Eurispes, Convegno Green Economy, 20 novembre, Roma

¹¹ La Carta dei Servizi è il documento introdotto con la Direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri del 27 gennaio 1994, *Principi sull'erogazione dei servizi pubblici*, attraverso il quale l'Ente erogatore di servizi dichiara i servizi che intende erogare nel rispetto di determinati standard qualitativi e quantitativi. Obiettivi principali sono il monitoraggio e il miglioramento del servizio offerto, nonché le informazioni fornite all'utente sulle modalità di tutela previste

sia dal punto di vista interno sia esterno, anche attraverso attività di informazione e verifica presso l'utente; inoltre, deve essere progettato perché possa rivolgersi e al tempo stesso responsabilizzare e coinvolgere attivamente l'utente finale, costituito dal cittadino o dalla piccola attività commerciale o di servizi, per i rifiuti urbani ed assimilati, o dalla grande attività economica, per i rifiuti speciali. L'utente, di contro, nel rispetto del principio della responsabilità estesa del produttore, viene chiamato a collaborare attivamente allo svolgimento del servizio da parte dell'operatore, condividendone obblighi ed oneri, primo dei quali il pagamento di un corrispettivo per la gestione.

Ogni servizio deve essere progettato e costruito sulle effettive esigenze e caratteristiche del territorio cui si rivolge e, una volta definito e affidato, deve essere accompagnato da un'attenta sorveglianza sulle performance effettive degli operatori e da un valido sistema di controlli.

A riguardo urge effettuare una distinzione in base alla tipologia di soggetto produttore dei rifiuti: la gestione dei rifiuti speciali, ovvero prodotti dalle attività economiche, infatti, risponde esclusivamente alle regole del libero mercato, senza vincoli territoriali ottimali o amministrativi, e obbedisce soltanto ad un principio di specializzazione; le esigenze di trattamento e smaltimento non vengono coordinante all'interno di una pianificazione territoriale, la localizzazione dell'impiantistica risulta spesso lontana dal luogo di produzione, il costo di trattamento viene *internalizzato* nel prezzo del prodotto la cui fabbricazione ha generato tale *esternalità*. Diversamente avviene nella gestione dei rifiuti urbani ed assimilati, prodotti dalle utenze domestiche: di competenza esclusiva dell'Ente Locale, vengono da questo gestiti in privativa attraverso un soggetto individuato, selezionato secondo le procedure previste dalla disciplina degli affidamenti pubblici. Ciò può avvenire, alternativamente, mediante:

- l'affidamento diretto a società pubbliche o in house;
- l'affidamento diretto a società miste, di cui il socio privato viene scelto con procedure di evidenza pubblica;
- affidamento con procedure a evidenza pubblica a società private.

Il finanziamento del sistema, nel caso della gestione dei rifiuti urbani, viene garantito attraverso la definizione di un corrispettivo formulato per consentire la copertura integrale (nel regime tariffario) o parziale (nel regime non tariffario) dei costi di gestione.

In questi anni sono stati elaborati ed adottati

differenti regimi di prelievo con diverse regole per la copertura dei costi: la TARSU (Tassa per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani interni) degli anni Quaranta; la prima versione della TIA (Tariffa di igiene ambientale) introdotta nel 1997 dal Decreto Ronchi per sostituire la TARSU entro il 2007; la seconda versione della TIA mutuata nel 2006 con il Codice dell'Ambiente per sostituire la precedente TIA; la TARES (Tributo comunale sui rifiuti e sui servizi) introdotta con il Decreto Salva Italia n. 201 del 2011 e destinata ad avere applicazione per tutti i comuni dal 1° gennaio 2013, termine successivamente posticipato da varie proroghe. L'ultima arrivata, inserita all'interno dell'IUC (Imposta unica comunale), è denominata TARI (Tassa sui rifiuti) ed è destinata a finanziare i costi del servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti urbani, a carico dell'utilizzatore. In vigore dal 1° gennaio 2014 dovrà garantire la copertura integrale dei costi di gestione, investimento ed esercizio del servizio: potrà essere commisurata al metodo normalizzato di cui al DPR n. 158/1999 oppure alla quantità e qualità medie ordinarie di rifiuti prodotti per unità di superficie, in base all'uso o al tipo di attività svolta, nonché al costo del servizio dei rifiuti, in linea con il principio *chi inquina paga*. Il Comune con un regolamento dedicato può riconoscere riduzioni ed esenzioni tariffarie per ciascuna delle seguenti casistiche: a) abitazione con unico soggetto presente; b) abitazioni soggette ad uso stagionale o limitato e discontinuo; c) locali diversi dalle abitazioni, ed aree scoperte ad utilizzo stagionale o non continuativo, ma ricorrente; d) abitazioni occupate da soggetti con residenza o dimora all'esterno per più di sei mesi all'anno; e) fabbricati rurali ad uso abitativo.

Il vincolo della copertura integrale dei costi di gestione imposto all'ente locale da solo non garantisce minori costi e migliore efficienza del servizio, a causa delle numerose anomalie presenti sulle modalità di affidamento del servizio che ostacolano una conoscenza aggiornata della struttura dei costi sostenuti dal soggetto gestore. Non prevedere, infatti, nel disciplinare di affidamento del servizio dei meccanismi correttivi e di controllo dei costi, leve incentivanti e di responsabilizzazione del soggetto gestore al raggiungimento degli obiettivi, espone l'Ente ad asimmetrie informative e a rischi rilevanti, che mettono a dura prova la sostenibilità economica del servizio.

Altre fonti di finanziamento del servizio di igiene ambientale sono costituite dagli incentivi statali (CIP6) per la produzione di energia, dalla tassa Regionale (ecotassa) sui conferimenti in discarica



e dal Contributo Ambientale obbligatorio (CAC), sostenuto dai produttori dei rifiuti da imballaggio, incassato dal Conai (Consorzio Nazionale Imballaggi) e versato da questo, tramite i Consorzi di filiera, alle autorità locali o ai soggetti da queste delegati a copertura dei costi di raccolta e recupero degli imballaggi.

Il finanziamento della raccolta dei rifiuti da imballaggio avviene in Italia tramite il riconoscimento da parte dei Consorzi di Filiera aderenti al Conai di corrispettivi commisurati in base alla quantità e qualità delle raccolte, secondo parametri oggetto di contrattazione nell'ambito dell'Accordo Quadro stipulato tra Conai e Anci. Si tratta di un sistema che oggi risulta oggetto di critiche e revisioni: i costi delle operazioni di raccolta di tali rifiuti, solo in piccola parte sono a carico dei Consorzi di gestione del recupero degli imballaggi, in quanto finanziati due volte dagli stessi cittadini che pagano la futura TARI e il CAC, sotto forma di ricarico sul prezzo finale del bene effettuato dall'impresa produttrice. A fronte di questo poderoso sforzo finanziario, i corrispettivi, quando riconosciuti o non ceduti, per vizi di affidamento, al gestore, costituiscono solo un introito minoritario delle casse del comune. Su questo incidono sia i bassi livelli delle raccolte effettuate e sia i limiti degli Accordi vigenti che legano il corrispettivo ai maggiori oneri dovuti alla raccolta e non al valore del materiale di imballaggio. Anche quest'ultimo aspetto risulta oggi oggetto di revisione.

Il sistema industriale di gestione dei rifiuti: limiti e opportunità

Complessivamente l'insieme di questi continui cambiamenti relativi agli strumenti di finanziamento del settore di certo non ne agevolano un serio sviluppo industriale: la mancanza di flussi finanziari stabili nel tempo, sia di matrice pubblica sia privata, non permette una seria politica di investimenti capace di minimizzare i costi di gestione nel lungo periodo. Oltre a ciò, ulteriore fattore che riduce notevolmente la capacità attrattiva del settore da parte dei finanziatori privati, è rappresentato dal clima di rischio e incertezza determinato, da un lato, da un sistema burocratico-amministrativo estremamente complesso, diversificato sul territorio, farraginoso con lunghi tempi di attesa per le autorizzazioni necessarie alla realizzazione di progetti, dall'altro, da una alta conflittualità sociale generata proprio intorno all'opportunità di realizzare impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti che, a sua

volta, contribuisce ad un rallentamento dei tempi di realizzazione delle opere.

Le recenti vicende legate alla cosiddetta Terra dei fuochi e alle esternalità igienico-sanitarie generate dalla *cattiva* gestione dei rifiuti, nonché all'impronta ecologica dell'impiantistica di trattamento e alla carenza infrastrutturale hanno originato un atteggiamento sociale e culturale di profonda sfiducia verso l'operato pubblico e privato connesso alla pianificazione e gestione dei rifiuti. L'opinione pubblica, spesso disinformata e poco coinvolta nelle scelte strategiche, rischia di diventare oggetto della facile conquista di movimenti e iniziative lontane dalla pratica e quotidiana gestione delle problematiche di questo settore, capaci di alimentare un dissenso non sempre adeguatamente informato che, quindi, paralizza ogni attività di pianificazione, di investimento e di progettazione, danneggiando le vocazioni industriali sottese di tale settore.

Solo un'adeguata dotazione infrastrutturale garantisce la chiusura del ciclo e la sostenibilità complessiva di un sistema integrato che deve comprendere un mix di tecnologie e soluzioni diversificate, tra loro complementari e non antagoniste, capaci di offrire tipologie di trattamenti differenti per frazioni merceologiche eterogenee e mutevoli nel tempo: impianti di compostaggio, selezione e trattamento chimico-fisico, impianti di trattamento meccanico biologico, impianti di recupero della frazione differenziata, termovalorizzatori, discariche. Questo permette di costruire un sistema più flessibile, in grado di adattarsi alle performance conseguite, alle oscillazioni dei prezzi dei materiali, dei beni e dei servizi, alle evoluzioni tecnologiche e alle stesse caratteristiche e specificità territoriali, mutevoli negli anni.

Una eccessiva frammentazione organizzativa e gestionale impedisce la realizzazione di quelle economie che consentono di ridurre i costi del servizio. Promuovere logiche di gestione per ambiti territoriali ottimali, per conseguire vantaggi dall'aggregazione gestionale, dalla possibilità di concorrenza di più operatori per servizi differenti e dalla realizzazione del ciclo integrato può essere una soluzione. Tuttavia, fino ad oggi, non risultano prove evidenti che un unico gestore integrato del ciclo sia in grado di ottimizzare i risultati conseguibili. Più efficace in tal senso, invece, appare una pianificazione integrata, una efficace regolamentazione dei vari attori della filiera e una gestione più efficiente dei rapporti con i vari segmenti della stessa: a monte, attraverso un adeguato dimensionamento degli impianti di trattamento e smaltimento, e a valle, grazie ad una migliore interlocuzione con i mercati di sbocco dei materiali del riciclo e una sviluppata

politica integrata dei prodotti¹².

Altro fattore da considerare è il trasporto dei rifiuti: tanto più un sistema è frammentato e disperso, tanto più la logistica dei trasporti che lega e congiunge tutti questi passaggi diventa difficoltosa ed onerosa, incidendo quindi sulla complessiva sostenibilità ambientale ed economica.

Efficienza gestionale e adeguata infrastruttura impiantistica costituiscono le due dimensioni capaci di contenere e minimizzare i costi di gestione e di generare economie di densità¹³, economie di scala verticali, ossia dal punto di vista del ciclo integrato, e orizzontali, cioè sotto l'aspetto delle politiche complessive di gestione efficiente delle risorse. Progettare un impianto complesso ed integrato di gestione dei rifiuti secondo le migliori tecnologie disponibili e il minor impatto ambientale, significa tenere presente tutti gli aspetti ambientali legati alla fase di realizzazione, di esercizio nonché al trasporto e alla movimentazione dei rifiuti che la fase stessa di esercizio comporta.

La modalità prevalente di movimentazione dei rifiuti in Italia è sicuramente rappresentata dal trasporto stradale perché più flessibile e meno legato alla presenza di punti fissi di carico come può essere una stazione ferroviaria o marittima; tale modalità, tuttavia, comporta la corposa emissione di sostanze inquinanti in atmosfera e l'impiego di notevoli risorse. La necessità di avviare un sistema di smaltimento dei rifiuti urbani eco-sostenibile tale da diminuire l'impatto delle attività di trasporto sull'ambiente e al tempo stesso migliorare lo stesso servizio di gestione dei RSU, nell'ultimo periodo ha individuato una possibile soluzione nel trasporto intermodale, cioè nel combinare in modo efficace ed efficiente diversi sistemi di trasporto che risultino più idonei dal punto di vista economico-tecnico e al tempo stesso più compatibili con l'ambiente. In particolare è possibi-

¹² Il Green Public Procurement (Gpp) è uno degli strumenti operativi più importanti nella Politica integrata di prodotto (Ipp), un approccio attraverso il quale le Amministrazioni Pubbliche inglobano criteri e considerazioni ambientali nei processi di acquisto, in favore di tecnologie e prodotti a minore impatto sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita. Il Gpp costituisce uno strumento di promozione sia delle politiche ambientali sia dell'innovazione tecnologica, risulta strumentale al contenimento dei consumi, alla de-materializzazione degli stessi e alla spesa in generale, in quanto permette di considerare tutti i costi legati al bene lungo l'intero ciclo di vita (quelli connessi alla progettazione, alla produzione, all'uso e smaltimento finale, e i costi effettivi per la collettività). In Europa circa il 16% del PIL è destinato agli acquisti della PA che, quindi, costituisce il principale consumatore ed utente in vari segmenti di mercato: subordinare gli acquisti pubblici ad una politica integrata di prodotto orientata al basso impatto ambientale, quindi, significa stimolare il mercato a sviluppare prodotti e tecnologie eco-friendly attraverso una maggiore concorrenza alle aziende proprio sulle problematiche ambientali

¹³ Nell'economia di densità *all'aumentare dei rifiuti raccolti, a parità di area servita, si assiste a una riduzione dei costi unitari*; a differenza dell'economia di scala, nella quale i costi unitari si riducono in presenza di un incremento *proporzionale della quantità raccolta e della superficie dell'area servita*

le ridurre le pressioni ambientali e i costi associati al trasporto dei rifiuti attraverso il progressivo spostamento di volumi di traffico dalla rete stradale a quella ferroviaria e, dove possibile, a quella marittima. Studi condotti sulle modalità di trasporto confermano che il trasporto ferroviario può costare fino al 24% in meno per tonnellata di rifiuti rispetto quella stradale e che, inoltre, l'uso del treno per il trasporto di rifiuti comporta una riduzione di emissione di anidride carbonica di circa il 46%. Quindi il trasporto su ferro costituisce un sistema più sostenibile per il trasporto dei rifiuti rispetto quello su gomma. Adottare soluzioni tecnologiche che prediligano l'intermodalità nel trasporto dei rifiuti rappresenta una via percorribile e da privilegiare rispetto al trasporto su gomma soprattutto a seguito delle nuove tecnologie che sono state sviluppate nell'ultimo decennio e che rendono la movimentazione dei rifiuti su ferro ancora più veloci e meno costose, semplificando ed automatizzando i trasporti e le operazioni di manovra.

Alcune di queste innovazioni sono, ad esempio:

- l'utilizzo di locomotive ibride, per esempio con alimentazione sia elettrica che diesel;
- l'introduzione di ganci automatici;
- l'utilizzo di un telecomando per le locomotive;
- l'introduzione di un sistema informatico portatile (tablet) per l'immissione dei dati dei vagoni.

I costi di esercizio da affrontare per consentire il trasporto dei rifiuti su ferrovia sono:

1. la realizzazione delle opere infrastrutturali ferroviarie;
2. la dotazione di materiali per la logistica e servizio di trasporto intermodale (strada + ferrovia).

Riguardo al punto 1 bisogna tener conto che, inoltre, la realizzazione di un raccordo ferroviario elettrificato potrebbe essere evitata ricorrendo all'utilizzo delle locomotive. Ad ogni modo i costi di realizzazione delle infrastrutture a servizio di una rete già esistente e la dotazione dei mezzi, è compensato dai ridotti costi di trasporto e dal ridotto impatto ambientale dell'intera opera. Numerosi sono i virtuosi esempi già esistenti sul territorio: riguardo il trasporto intermodale via gomma - ferro - mare è sicuramente degno di nota il sistema dell'Eco-Distretto di Marghera che non solo ottimizza la modalità di trasporto utilizzando scambi gomma/ferro e gomma/acqua, ma minimizza anche il numero di tali scambi ricorrendo ad una gestione comune di logistica e trasporti per tutte le aziende del Distretto.

Il discorso dell'intermodalità si complica leggermente nel caso di rifiuti pericolosi ai fini del



trasporto¹⁴ in quanto in tal caso bisogna rispettare le prescrizioni dettate dalla normativa ADR¹⁵ per il trasporto su strada, RID¹⁶ per il trasporto su ferro, ADN¹⁷ per quello su via navigabile interna ed IMDG¹⁸ per quello via mare. Tra tutti il sistema normativo più restrittivo è quello IMDG che quindi, per il trasporto intermodale, prevale su gli altri in caso di contraddizioni. A questo poi si aggiunge l'introduzione del SISTRI¹⁹ che effettivamente pone

¹⁴ La pericolosità è definita in modo differente per la classificazione dei rifiuti (che prende in considerazione come primo elemento l'origine) e per quella delle merci ai fini del trasporto (che diversamente si basa sulle caratteristiche chimico-fisiche). Un rifiuto pericoloso può pertanto risultare non pericoloso ai fini del trasporto e viceversa

¹⁵ La sigla ADR trova la sua giustificazione nelle parole chiave del titolo francese del testo *Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route*. Si tratta di un accordo europeo relativo al trasporto internazionale delle merci pericolose su strada, concluso a Ginevra il 30 settembre 1957, con il quale si disciplina anche il trasporto dei rifiuti pericolosi

¹⁶ La regolamentazione relativa al trasporto su ferrovia è definita dall'Accordo RID (*Règlement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses*), appendice C della convenzione sul trasporto internazionale per ferrovia (COIIF) conclusa a Vilnius il 3 giugno 1999

¹⁷ L'acronimo indica l'accordo europeo relativo al trasporto internazionale delle merci pericolose per vie navigabili interne, concluso a Ginevra il 26 maggio 2000

¹⁸ La sigla identifica il codice marittimo internazionale delle merci pericolose, regolamento di applicazione del Capitolo VII, Parte A, della Convenzione internazionale del 1974 per la salvaguardia della vita umana in mare (Convenzione SOLAS), pubblicato dall'Organizzazione Marittima Internazionale (IMO) di Londra

¹⁹ L'acronimo identifica il nuovo sistema informatico di controllo della tracciabilità dei rifiuti cui viene dedicato un Box di approfondimento nel proseguo del Capitolo

un problema in più sia per gli oneri aggiuntivi che impone alle aziende, sia perché sistema nuovo in fase di implementazione.

Per quanto riguarda il trasporto di rifiuti transfrontaliero, la normativa che regola le spedizioni di rifiuti è il Regolamento n. 1013 del 2006 e SMI del Parlamento europeo e del Consiglio. Questo regolamento istituisce le procedure e i regimi di controllo per le spedizioni dei rifiuti in funzione dell'origine, della destinazione e dell'itinerario, del tipo di rifiuti spediti e del tipo di trattamento da applicare ai rifiuti nel luogo di destinazione. L'art. 3 definisce il quadro di procedura generale relativo alle spedizioni dei rifiuti all'interno della Comunità Europea. Vengono definite in particolare le tipologie di rifiuti che devono essere notificate e autorizzate per iscritto preventivamente e quelle che invece sono soggette solo ad obblighi generali d'informazione. Per ulteriori informazioni si rimanda al sito Europa - Sintesi della legislazione dell'Ue. Molte regioni di confine hanno adottato un sistema informatico per la gestione di tale tipologia di trasporti (ad esempio la Lombardia utilizza il *Sistema Informativo Trasporto Transfrontaliero di rifiuti - SITT*). In questo modo si intende raggiungere la completa dematerializzazione nella gestione delle notifiche e delle fidejussioni relative all'esportazione dei rifiuti, con notevole risparmio di tempo e denaro per le imprese, anche in considerazione del fatto che l'applicativo di gestione è spesso web-based e gratuito (al netto dei costi di connessione internet).

Una buona pratica: il SISTRI

Il Sistema Informativo per la Tracciabilità dei Rifiuti (SISTRI - rif. D.Lgs. 152/2006 e DM 52/2011) è stato istituito nel 2009 con l'obiettivo di informatizzare la filiera dei rifiuti, sostituendo il regime cartaceo e integrando elementi innovativi quali il tracciamento GPS del tragitto e l'accentramento di tutte le informazioni in un sistema telematico centralizzato, nell'ottica di una maggiore efficacia nel controllo e nel contrasto dell'illegalità, nonché di una semplificazione degli adempimenti e una riduzione dei costi per le imprese. Purtroppo finora le difficoltà sperimentate hanno comportato per le imprese significativi oneri, non solo in termini di contributi di funzionamento, senza portare le auspiccate semplificazioni ed economie. Nel 2013 dopo numerose proroghe, il SISTRI è finalmente divenuto operativo, ancorché con un periodo di c.d. *doppio binario*, ovvero coesistenza del SISTRI con il regime cartaceo, con sanzioni applicate solo per quest'ultimo fino al 31 dicembre 2014, mentre dal 1° gennaio 2015 vigerà il regime sanzionatorio del SISTRI. Lo sviluppo del sistema, sotto i profili tecnico e normativo, è ancora in corso ed è auspicabile che possa raggiungere un assetto tale da mantenere, almeno in parte, le promesse a suo tempo fatte.

Al SISTRI si devono iscrivere i produttori di rifiuti speciali pericolosi, gli enti e imprese che effettuano trasporto a titolo professionale, recupero/smaltimento e intermediazione di rifiuti pericolosi, i Comuni della Regione Campania e gli enti e imprese che effettuano il trasporto dei rifiuti urbani di tale Regione. È data facoltà al Ministro dell'Ambiente di estendere l'obbligatorietà ad ulteriori soggetti. Enti e imprese non obbligati possono iscriversi su base volontaria. L'iscrizione è strutturata in unità locali, a ciascuna delle quali è associato un registro cronologico per ciascuna attività iscritta (l'attività di produzione può essere frazionata su più registri). Sul registro cronologico devono essere registrate le informazioni relative ai rifiuti secondo le modalità e i tempi previsti dalla normativa.

L'accesso al sistema e l'operatività avvengono tramite i dispositivi USB SISTRI (detti anche token), ciascuno dei quali permette di operare su uno o più dei registri cronologici associati a un'unità locale. Si tratta di memorie USB dotate di un codice identificativo univoco, necessarie per accedere all'interfaccia web di SISTRI e per firmare elettronicamente le informazioni inserite. A questo proposito ogni dispositivo USB SISTRI contiene fino a tre certificati per l'apposizione delle firme elettroniche sulle informazioni inserite. Le firme sono associate a persone fisiche, i delegati SISTRI. L'inserimento in SISTRI si considera perfezionato quando vi è apposta la firma elettronica da uno dei delegati.

I trasportatori iscrivono la sede legale ed eventuali sedi operative; iscrivono inoltre gli automezzi utilizzati per le attività soggette, ciascuno dei quali è equipaggiato con un dispositivo black box per il tracciamento GPS e un dispositivo USB SISTRI associato. Tale dispositivo serve per segnalare la presa in carico o la consegna dei rifiuti, per avviare il tracciamento GPS del trasporto e per trasferire al SISTRI i dati di detto tracciamento. I mezzi ferroviari e navali non sono equipaggiati con dispositivi USB e black box, in quanto coperti da altri sistemi di tracciabilità.

Salvo specifiche eccezioni (esempio movimentazione interna al sito), il trasporto dei rifiuti speciali in SISTRI richiede una scheda di movimentazione in cui sono registrati i dati del trasporto, che è compilata dagli operatori della filiera, con anticipi previsti dalla normativa, ed è collegata ai registri cronologici. Una copia cartacea della scheda di movimentazione deve accompagnare il trasporto.

Per la presa in carico e la consegna da parte dell'autista dell'automezzo sono previste due diverse modalità, contestuale e non contestuale, che differiscono per il momento della comunicazione al SISTRI dell'evento, nonché dei dati GPS del tragitto. Nel primo caso questa comunicazione è contemporanea, mentre nel secondo caso avviene in un secondo momento. L'inserimento a sistema dell'esito della movimentazione determina l'invio automatico di una e-mail certificata al produttore, che attesta l'assolvimento della relativa responsabilità in modo analogo alla quarta copia del formulario.

Una corretta gestione dei rifiuti permette di accumulare sia risparmi economici sia di risorse, intese come risorse materiali, valorizzando beni ancora suscettibili di nuovi impieghi, evitando prelievi di nuove materie prime e riducendo il consumo di suolo per la realizzazione di nuove discariche, e come risorse eco-sistemiche, minimizzando le emissioni di gas serra e di sostanze inquinanti. Secondo l'indagine di ECBA Project²⁰ che ha contabilizzato i costi esterni, ambientali e sanitari, delle emissioni dei settori di attività economica, circa il 36,8% dei costi per la gestione dei rifiuti è dovuto alle emissioni di metano (CH₄), determinate dalla decomposizione della sostanza organica presente nei rifiuti smaltiti in discariche sprovviste parzialmente o totalmente di strutture per la captazione e il recupero del metano a fini energetici. Per avere un'unità di grandezza, basti considerare che da solo il settore della gestione dei rifiuti è responsabile del 45% circa delle esternalità ambientali determinate dalle emissioni di metano prodotte da tutte le attività economiche. Il 14% dei costi ambientali del comparto rifiuti è dovuto alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x), il 13,5% all'ammoniaca (NH₃): entrambi gli inquinanti, classificati come SIA, Secondary Inorganic Aerosols, sono responsabili della formazione di aerosol nitrati e solfati di ammonio, che producono

importanti effetti di vario genere sulla salute umana. Rispettivamente il 13% e il 9% dei costi ambientali del settore sono determinati dalle emissioni di anidride carbonica (CO₂) e particolato (PM), generate dai processi di incenerimento dei rifiuti e dai mezzi motorizzati utilizzati per la raccolta ed il trasporto ai centri di trattamento e smaltimento.

Linee guida per il decisore politico locale

Nella analisi delle questioni inerenti alla gestione dei rifiuti urbani da un punto di vista operativo, quale può essere quello di un policy maker, si dovrebbe tener conto dell'organizzazione complessiva della filiera, come rappresentata nella Figura 21.1. Sinteticamente vengono identificati due flussi da gestire: la raccolta differenziata, costituita da una frazione umida, formata dall'organico, e da una frazione secca, composta da carta, plastica, vetro, legno, metallo e Raee, e la raccolta dell'indifferenziato, comprensiva, cioè, dei rifiuti non separabili diversamente. I *tre flussi* (raccolta differenziata umida, raccolta differenziata secca, raccolta indifferenziata) seguono iter di trattamento impiantistico e tecnologico differenti: l'umido viene generalmente avviato ad impianti di compostaggio, con o senza recupero energetico, per la trasformazione dello scarto in compost o ammendante. La frazione secca della raccolta differenziata, invece, a seconda

²⁰ Molocchi A., Aspromonte D. (2013), *ECBA Project. Ecco il peso dell'esternalità nell'economia italiana*, Nuova Energia n. 5



della modalità di raccolta e trasporto, viene avviata presso impianti di Selezione e successivamente di Riciclo, per la trasformazione in nuovi materiali destinati al mercato. In questo senso, una variabile importante che semplifica il processo gestionale è quella rappresentata dalla associazione dei materiali definita nel modello di raccolta dei rifiuti: la scelta di un sistema di raccolta monomateriale, in cui, cioè, tutte le frazioni merceologiche vengono conferite separatamente in contenitori dedicati, associata ad un sistema di trasporto senza compattazione, da un lato permette di saltare il conferimento del materiale presso l'impianto di selezione, dall'altro, tuttavia, aumenta notevolmente i costi della raccolta e del trasporto. La gestione del flusso della raccolta dell'indifferenziato, invece, segue esigenze di minimizzazione, inertizzazione e stabilizzazione della frazione organica putrescibile contenuta nel rifiuto che, quindi, viene trattato presso impianti di selezione, triturazione e biostabilizzazione da cui fuoriescono diversi materiali con destini differenti: la FOS, Frazione Organica Stabilizzata, teoricamente destinata al ripristino ambientale delle cave, praticamente conferita in discarica; il CDR, Combustibile Da Rifiuto, o CSS, Combustibile Solido Secondario, destinato a termovalorizzazione con recupero energetico; una frazione secca rappresentata dagli scarti o sovralli che, in base alla principale composizione merceologica, possono essere destinati a termovalorizzazione o discarica.

Una buona gestione della raccolta, inoltre, permette di migliorare l'intercettazione dei materiali di alimentazione delle singole filiere descritte, ma soprattutto, di ridurre il volume e l'incidenza degli scarti prodotti dalla loro lavorazione, scarti che seguono un iter gestionale specifico, identificato per la maggior parte dei casi con lo smaltimento in discarica. Ognuno di questi passaggi, inoltre, ha un costo nascosto, costituito dal costo di trasporto che si somma al costo di raccolta e a quello di trattamento e recupero. Partendo da questo scenario, nel paragrafo che segue si dovranno operare due scelte: la prima concerne la volontà di escludere dalla trattazione che seguirà tutte le politiche inerenti la prevenzione della produzione dei rifiuti e la predisposizione per il riutilizzo; la seconda, conseguenza della prima, sarà riferita all'approccio comunale o municipale dal quale di tenterà di ricomporre la complessità degli elementi che giocano un peso di condizionamento nella pianificazione e implementazione delle decisioni.

In merito al primo punto, essendo questo un manuale progettato per fornire una guida ai processi decisionali sostenibili inerenti le tematiche ambientali, vista la notevole estensione che il tema

della gestione dei rifiuti presenta per i suoi numerosi soggetti e passaggi all'interno del ciclo integrato, si è deciso di evitare volutamente la disquisizione di tutte quelle azioni e politiche inerenti alla prevenzione della produzione dei rifiuti che, del resto, attengono più a politiche industriali e di prodotto, di scala nazionale. La prevenzione, inoltre, come già evidenziato, non costituisce una fase di gestione dei rifiuti, agendo prima della loro formazione. Il focus sarà, quindi, concentrato sulle azioni che gli enti locali possono e sono chiamati ad intraprendere in merito alla prima fase della filiera.

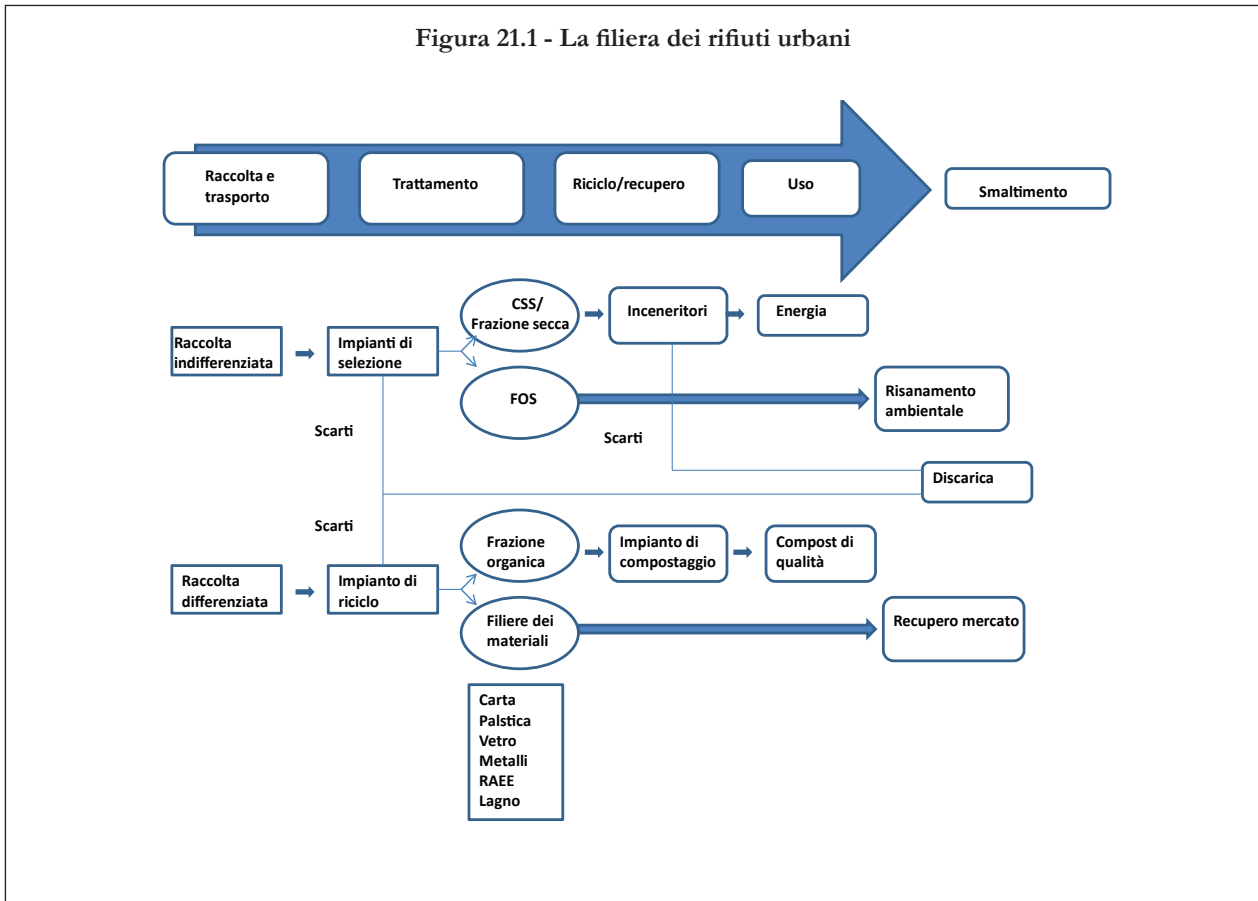
La filiera dei rifiuti urbani, esemplificata dalla Figura 21.1, parte e si incentra tutta sull'attività di raccolta, la cui modalità di gestione è scelta dall'Amministrazione in base a i seguenti parametri:

- la dimensione demografica del comune;
- il sistema o i sistemi insediativi prevalenti, diversificati tra alta o bassa densità e dispersione insediativa;
- la morfologia, considerata sotto l'aspetto altimetrico, la geografia e la storia del territorio, per la presenza di centri storici più o meno accessibili;
- le attività e funzionalità ospitate, la tipologia di fattori di attrazione presenti che, accrescendo il numero dei fruitori quotidiani del territorio, determinano una maggiore produzione di rifiuti, più o meno soggetta a picchi di stagionalità settimanale o annuale (come nel caso di comuni con alto tasso di pendolari in ingresso giornalmente, o comuni turistici);
- i criteri vigenti di assimilazione quali e quantitativa dei rifiuti che incidono sulla produzione pro capite; tali criteri sono demandati alle amministrazioni comunali che, per esigenza di fare cassa con i proventi dei corrispettivi dei servizi di igiene ambientale, tendono ad assimilare il più possibile.

Partendo dall'analisi attenta dei fattori sopra descritti, responsabili di specifiche composizioni merceologiche dei rifiuti urbani prodotti, sia in qualità sia soprattutto in quantità, si deve individuare l'insieme dei modelli più adatti a consentirne la massima intercettazione. Infatti, una cosa sono i rifiuti prodotti dalle utenze che risiedono sul territorio, costituite dai soggetti destinatari dei servizi di igiene urbana (utenze domestiche, equivalenti e assimilate) e dai soggetti non destinatari di tali servizi, ovvero produttori di rifiuti speciali e utenze domestiche di altre realtà territoriali che conferiscono impropriamente i propri rifiuti al gestore locale, una cosa sono i rifiuti intercettati con i sistemi di raccolta.

I due obiettivi da perseguire nella progettazione dei modelli di raccolta sono quindi quello di aumen-

Figura 21.1 - La filiera dei rifiuti urbani



Fonte: Cassa Depositi e Prestiti, 2014

tare il livello dell'intercettazione dei rifiuti prodotti e dovuti al sistema, per evitare il triste fenomeno dell'abbandono incontrollato degli stessi, presso le campagne o nel corso dei fiumi, con gravi danni per l'ambiente ed il paesaggio e, dall'altro, quello di prevenire e arginare il conferimento non dovuto, che produce un aggravio dei costi in capo al gestore e agli stessi cittadini.

Due necessità contrastanti che devono individuare il giusto equilibrio tra soluzioni e modelli di raccolta differenti: più vicini all'utenza, perché capillari, decentrati, distribuiti, più vicini al gestore, quindi, puntuali e controllabili.

I modelli di raccolta capaci di rispondere ed equilibrare alle opposte esigenze sono diversi: sistemi di raccolta a carattere distribuito sono la raccolta stradale e porta a porta, sistemi di raccolta a carattere più concentrato sono i centri di raccolta.

Il sistema di raccolta stradale prevede la dislocazione di contenitori (campane o cassonetti) nel territorio che, quindi, per il conferimento dei rifiuti da parte degli utenti che vi accedono più o meno liberamente (a seconda che tali contenitori prevedano o meno meccanismi e dispositivi di riconoscimento dell'utente). In questo caso il contenitore è posto ad

una distanza intermedia tra operatore ed utente: l'utente non ha vincoli di orario per il conferimento e questo, nei sistemi con contenitori privi di chiavetta o badge, espone il servizio al problema della immigrazione dei rifiuti. Il sistema stradale è ad intensità tecnologica: il gestore organizza e provvede con automezzi appropriati agli svuotamenti dei contenitori con una regolarità che dipende dalla numerosità degli stessi rispetto al bacino di utenza teoricamente servita. Esistono diversi sistemi di calcolo per il corretto ed ottimale dimensionamento del servizio di raccolta stradale al fine ridurre o ottimizzare i giri di raccolta e svuotamento effettuati dall'operatore. Su questo un fattore di condizionamento ulteriore è costituito dalla tipologia di tessuto urbano in cui i contenitori sono posizionati: il centro storico pone vincoli di decoro urbano, le aree ad alta densità presentano difficoltà dovute alla carenza di parcheggi, ulteriormente sottratti dal posizionamento dei contenitori. Il sistema della viabilità, inoltre, costituisce un ulteriore elemento di criticità da valutare per la corretta localizzazione dei contenitori e l'ottimale gestione delle operazioni di raccolta e svuotamento: la presenza di strade con alti livelli di congestione diurna o con sezioni ridotte rispetto agli spazi di



manovra dei veicoli, soprattutto se caratterizzare da problemi di parcheggio, per la presenza, ad esempio, di attività commerciali, sono tutti elementi di forte rischio per il corretto svuotamento dei contenitori.

La raccolta stradale, inoltre, porta sempre con se conflittualità sociali legate alla posizione dei contenitori, fortemente dibattuta tra cittadini, attività commerciali, ed altro, per i problemi legati agli odori dei rifiuti, ai rumori degli svuotamenti, a questioni di immagine ed estetica dei luoghi. Per risolvere questi ed altri problemi sono stati brevettati i sistemi dei contenitori a scomparsa, ossia isole ecologiche interrato, segnalate esternamente da colonnine sotto forma di mini contenitori, dove l'utente può conferire i propri rifiuti. Tali sistemi risultano esteticamente più gradevoli rispetto alle batterie di contenitori; tuttavia, se non puntualmente svuotati, diventano ricettacolo di immondizia di ogni genere, trasformandosi in mini discariche urbane, e non rappresentano una garanzia su alcune questioni di fondo, come ad esempio il senso di inciviltà dei cittadini nel conferire comunque i propri rifiuti, anche se il contenitore è colmo, e l'inefficienza del servizio del gestore.

Un maggiore controllo dei corretti conferimenti da parte degli utenti è garantito dal sistema di raccolta porta a porta: si tratta sempre di un sistema distribuito che spinge l'operatore incaricato, secondo un calendario definito, direttamente presso l'utenza dalla quale preleva il rifiuto, conferito in contenitori o sacchetti, più o meno tracciabili. Si tratta di un modello che consente di intercettare un livello di rifiuti maggiore sia in quantità sia in qualità, perché innesca un sistema di complicità e responsabilità tra operatore e utente, del tipo *one to one*. L'operatore, infatti, controlla il corretto conferimento dei rifiuti e sanziona atteggiamenti scorretti, soprattutto se reiterati; l'utente sviluppa con il rifiuto e con l'operatore un atteggiamento di maggior consapevolezza, responsabilità diretta. Il rifiuto non costituisce più un qualcosa da allontanare e abbandonare in un anonimo contenitore stradale, ma da conservare in casa fino al giorno della raccolta: questo spinge l'utente non solo ad un conferimento più attento, ma anche ad una gestione più efficiente dei propri acquisti e consumi. Anche questo sistema, oggi identificato come la panacea di tutti i mali, presenta i suoi lati negativi: è un sistema rigido, legato ad un prestabilito calendario di conferimenti, a precisi orari di raccolta; prevedendo una raccolta più capillare e quindi un maggiore impiego di personale e mezzi presenta più elevati costi di gestione. Di contro, i maggiori rendimenti dei livelli di intercettazione dei rifiuti conseguiti, permettono di contenere meglio i

costi di trattamento e smaltimento, rispetto al sistema stradale, di conseguire migliori corrispettivi della vendita di materiali provenienti dalla raccolta differenziata, compensando i maggiori oneri del servizio.

I due modelli descritti, stradale e porta a porta, possono e talvolta devono contaminarsi e coesistere nella stessa realtà territoriale: i sistemi di prossimità ne sono un esempio. I sistemi di raccolta distribuiti, inoltre, sono capaci di intercettare solo alcune frazioni merceologiche prodotte, come la carta, la plastica, il vetro, l'alluminio, l'umido; per tutti gli altri rifiuti, soggetti a ritmi di produzione meno frequenti, vengono progettate soluzioni differenti capaci di rispondere a logiche, finalità e realtà territoriali variegate: servizi di raccolta a chiamata per il ritiro a domicilio di beni e rifiuti ingombranti, giornate dedicate alla raccolta di rifiuti ingombranti in punti individuati, isole ecologiche mobili, centri di conferimento puntuali.

Si tratta di soluzioni che perseguono l'obiettivo di intercettare tutti i rifiuti potenzialmente prodotti dalle utenze domestiche con costi di realizzazione e gestione che dipendono dal bacino di utenza servito e dal rendimento potenziale dei rifiuti intercettabili: nelle piccole realtà urbane, infatti, tendono a privilegiarsi soluzioni più light (sotto forma di servizi a chiamata o raccolte in giorni definiti, anche con isole ecologiche mobili), che non prevedono investimenti nella realizzazione di infrastrutture come le isole ecologiche.

Per incentivare comportamenti virtuosi di riduzione dei rifiuti e miglioramento della raccolta differenziata vengono previsti dei meccanismi premianti, solitamente costituiti da sconti e agevolazioni. I casi più significativi in cui ciò avviene riguardano la pratica del compostaggio domestico e quelle situazioni in cui gli utenti conseguono precisi risultati in materia di conferimento della raccolta differenziata.

Il compostaggio domestico è stata variamente considerata una tecnica di prevenzione o riduzione dei rifiuti, in quanto consente la trasformazione direttamente presso l'utenza della frazione organica, equivalente a circa il 30% dei rifiuti urbani, in un ammendante da utilizzare per l'arricchimento dei nutrienti organici dei terreni.

L'umido costituisce la frazione merceologica più importante del rifiuto urbano: dal punto di vista quantitativo, essendo pari a circa il 34% del peso dei rifiuti prodotti e al 24% di quelli intercettati o raccolti, gestionale, per via delle alte frequenze di raccolta necessarie a causa della sua putrescibilità, ambientale, costituendo il primo produttore di percolato, di gas serra e di cattivi odori ed infine economico, per la mancanza di una adeguata e distribuita infrastruttura di trattamento territorio che, quindi, spinge i gestori a viaggi più frequenti e più lunghi.

Il Ministero dell'Ambiente e della tutela del mare e del territorio ha selezionato il sistema di calcolo per il monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi comunitari in materia di riciclo: essendo la frazione organica ammessa al calcolo per la verifica delle percentuali di riciclo, il compostaggio domestico entra di diritto tra i sistemi di gestione della frazione organica utili per il calcolo.

Il diretto utilizzo del compost prodotto è particolarmente diffuso e promosso nelle aree urbane a bassa densità abitativa, caratterizzate da case sparse o comunque dotate di giardino: in queste realtà, infatti, un servizio di raccolta della frazione umida, sia stradale, sia soprattutto domiciliare, risulterebbe molto oneroso per le frequenze dovute alle caratteristiche di putrescibilità di questo rifiuto, mentre il compostaggio domestico può essere considerato un modello esclusivo di gestione di questa frazione, a più elevata sostenibilità economica e ambientale. Il compost prodotto deve essere riutilizzato nelle attività agronomiche domestiche, direttamente dall'utenza produttrice: questa specifica è determinata dalla dimensione non industriale del trattamento che, quindi, non viene prodotto da un soggetto autorizzato, controllato, chiamato a rispettare i parametri chimico-fisici previsti dalla normativa, come nel compost di matrice industriale. Considerata la natura domestica del trattamento, la coincidenza tra il produttore del compost e il suo utilizzatore è imprescindibile nel compostaggio domestico e costituisce uno dei forti limiti alla diffusione in Italia delle pratiche del Compostaggio di comunità, oggi identificata da molti come una terza via particolarmente adatta alle comunità isolate, alle frazioni sparse, oppure alle grandi utenze, costituite da mense, alberghi o addirittura condomini. Si tratta di un processo basato sull'utilizzo di macchine elettromeccaniche capaci di mantenere e accelerare, grazie all'apporto continuo di aria, il processo aerobico ed i tempi del compostaggio del materiale conferito: nell'incertezza interpretativa tra enti autorizzatori diversi, divisi tra fautori di un iter ordinario ai sensi dell'articolo 208 del 152/2006 e fautori di un iter semplificato ai sensi del DM 5/2/2008, questa tecnologia stenta a decollare nella realtà italiana. La questione è ulteriormente complicata dalla valutazione delle caratteristiche della natura del compost prodotto da tali attrezzature rispetto a quelle previste dal D. Lgs. 75 del 2010 e rimane in attesa di definizioni ed interpretazioni uniformi sul dettato normativo.

Oggi per chi pratica il compostaggio domestico in molti comuni di Italia viene riconosciuto uno sconto sulla bolletta per i servizi di igiene ambientale

perché tale attività permette di sottrarre al gestore una quota di rifiuto da raccogliere ed avviare a recupero e smaltimento, con conseguenti risparmi.

Una seconda tipologia di agevolazioni attraverso meccanismi premianti è quella riconosciuta per incentivare e premiare migliori risultati di raccolta differenziata, secondo il principio del *pay as you throw*, formalizzato attraverso un sistema di tariffazione puntuale. Varie sono le soluzioni oggi diffuse che consentono la possibilità di quantificare l'effettiva produzione dei rifiuti di ciascuna utenza: l'uso di sacchetti di volume predefinito, dotati di codice a barre o trasponder, per agevolare l'identificazione dell'utenza, trasponder installati sui contenitori per conteggiare il numero di svuotamenti, sistemi di identificazione e di autorizzazione dell'utente per l'uso di contenitori/calotte stradali. Tali sistemi di tariffazione puntuale consentono di tenere sempre alto il livello di coinvolgimento dell'utente anche nei modelli di raccolta spinta porta a porta, nei quali dopo il picco di entusiasmo iniziale, legato alla partenza del servizio, generalmente si assiste a diminuzione del grado di partecipazione dell'utente. Tali sistemi di tariffazione, di contro, permettono di mantenere un elevato livello di impegno da parte dell'utente che si riflette in una riduzione del corrispettivo dovuto.

Oltre al fattore puramente economico anche la consapevolezza della scarsità di materie prime a livello europeo e sul territorio nazionale ha portato negli ultimi decenni ad una valorizzazione dei rifiuti quali importanti risorse potenzialmente in grado di generare benefit economici ed eco-sistemici. Per ottenere questi vantaggi risulta necessaria l'implementazione di una gestione integrata dell'intera filiera dei prodotti in cui ogni attore sociale operi sulla base di una regolamentazione certa, che ne definisca ruoli, competenze, responsabilità ed efficaci controlli su tutto il processo.

In Italia, la gestione dei rifiuti presenta ancora molteplici criticità: come descritto, si configura come un sistema fondato su una filiera complessa, lunga e frammentata, a sua volta incardinato in un apparato burocratico - amministrativo altrettanto complesso e diversificato a livello territoriale.

L'apparato burocratico - amministrativo, assieme ad una già accertata carenza infrastrutturale, negativamente sulla efficienza complessiva del sistema, specie dei trasporti, che crea maggiori oneri e difficoltà organizzative e di gestione, ma soprattutto di controllo.

Illegalità costituente un rischio intrinseco della attuale gestione dei rifiuti, anomalie sulle modalità di affidamento del servizio, asimmetrie informative, che a loro volta spesso sono alla fonte di conflitti sociali



sulla opportunità di realizzare impianti, unitamente alle incertezze normative e sui finanziamenti nel lungo periodo, contribuiscono a determinare una situazione di stallo, con la conseguente impossibilità di prendere buone decisioni.

Ciò che emerge è un'Italia a differenti velocità anche in questo settore, con risultati disomogenei sul territorio nazionale, ed una profonda sfiducia nei confronti di attori sociali che operano per una efficace pianificazione e gestione dei rifiuti.

Da qui nasce l'esigenza di un ripensamento del modello di governance, integrato ed unitario, caratterizzato dalla responsabile partecipazione di tutti gli attori: Istituzioni, come lo Stato, Regioni, Province autonome ed Enti locali, o non Istituzioni, come le società di gestione, i Consorzi di Filiera,

Ambiti territoriali ottimali, riciclatori e tutti gli altri soggetti variamente coinvolti.

La realizzazione di un sistema gestionale integrato, incentrato su un mix di tecnologie complementari e sostenuto da un lato da una puntuale comunicazione, dall'altro da una migliore infrastruttura impiantistica, rappresenta uno dei primi passi necessari verso la concretizzazione del ciclo integrato dei rifiuti: i fatti dimostrano che questa filiera industriale, incentrata sulla interconnessione delle attività di raccolta, trasporto, trattamento, recupero e smaltimento, non può prescindere da un fattivo rispetto dei principi di autosufficienza, prossimità, minimizzazione della movimentazione dei rifiuti, raccolta differenziata, riciclaggio e recupero.



Rischio sismico e vulcanico

Francesca Cubeddu, Giovanni Bongiovanni, Paolo Clemente, Vladimiro Verrubbi

Introduzione

Il rischio, a fronte di un evento naturale, è il potenziale danno economico, sociale e ambientale ed è influenzato da tre fattori:

- la *pericolosità*, che è la probabilità che un fenomeno di determinata intensità si verifichi in un certo intervallo di tempo e in una data area;
- la *vulnerabilità* di un elemento - persone, edifici, infrastrutture, attività economiche - che è la propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità;
- l'*esposizione*, o valore esposto è il valore economico, culturale e sociale, degli elementi a rischio presenti in una data area nonché il numero di vite umane.

A questi potrebbe aggiungersi la *resilienza*, ossia la capacità *assorbire l'evento* e di riportare i beni danneggiati nelle condizioni precedenti. La resilienza, ovviamente, dipende anche dalle condizioni economiche dell'area colpita.

Nell'accezione corrente le differenze tra *rischio* e *pericolo* appaiono piuttosto tenui ma nello studio dei fenomeni naturali c'è una chiara separazione tra il manifestarsi di un evento, pericolo, e le sue conseguenze in termini di danno, il rischio. Le definizioni canoniche sembrano tenerne conto:

- *il rischio è l'eventualità di subire un danno connessa a circostanze più o meno prevedibili*¹;
- *il pericolo è una circostanza o un complesso di circostanze da cui si teme che possa derivare grave danno*².

Il rischio sismico

Il rischio sismico origina dal fenomeno naturale terremoto che, secondo le teorie accettate, è generato dalla rottura repentina di una o più porzioni

di crosta terrestre. I terremoti più violenti avvengono in prossimità o lungo i margini delle placche tettoniche che sono in movimento relativo l'una rispetto alle altre. Sotto l'azione delle placche in movimento relativo (da pochi mm/anno, come in Italia, a diversi cm/anno) la crosta terrestre si deforma e, dove questa deformazione non è interamente consentita, si accumulano tensioni e, quindi, energia. Non essendo la crosta più in grado di accumulare ulteriori tensioni si *rompe* rilasciando l'energia accumulata e dando origine a onde che si propagano nel terreno determinando uno scuotimento, e generando un terremoto. L'estensione della rottura e la dimensione del volume di crosta interessata determinano l'energia rilasciata dal terremoto: maggiore è l'estensione della rottura e il volume di crosta interessata maggiore è l'energia sprigionata dal sisma.

La pericolosità sismica è la misura dell'entità del fenomeno atteso nel sito in un determinato periodo di tempo ed è una caratteristica del sito, indipendente dalla presenza o meno di beni su di esso. Ad un sito viene attribuita una elevata pericolosità se si verificano terremoti di elevata intensità e con una certa frequenza. Viceversa, in un sito a bassa pericolosità sismica gli eventi sono meno frequenti e caratterizzati da minore intensità. Due siti possono essere caratterizzati dalla stessa pericolosità sismica ma ciò non implica che anche il rischio sia lo stesso. Ad esempio, un terremoto in una area fortemente urbanizzata può provocare molte vittime e ingenti danni e in una area desertica, lo stesso terremoto, non causerebbe alcuna perdita.

La vulnerabilità sismica si definisce con riferimento ad una struttura ed è la sua suscettibilità a subire un danno di un certo grado, in presenza di un evento sismico di assegnata intensità: è una caratteristica del bene, indipendente dalla pericolosità del sito in cui si trova. Anche il territorio fisico ha una sua vulnerabilità sismica, basti pensare ai movimenti di frane che possono essere innescati da un evento sismico.

¹ <http://www.treccani.it/vocabolario/rischio/>

² <http://www.treccani.it/vocabolario/pericolo/>

L'esposizione è legata all'uso del territorio, ossia alla distribuzione e alla densità abitativa, alla presenza di infrastrutture, alle destinazioni d'uso dei beni nonché al valore della costruzione e del contenuto.

In Italia il rischio è generalmente alto anche in aree a bassa pericolosità sismica, a causa dell'elevata vulnerabilità delle costruzioni e del valore delle stesse. Nel nostro paese, infatti, circa il 70% dell'edificato è stato realizzato in assenza di norme antisismiche o con norme non adeguate: si pensi ai centri storici, costituiti da edifici in muratura non sempre di buona fattura sebbene spesso si tratti di edifici di pregio e di interesse storico.

Come si può ridurre il rischio?

Ovviamente non possiamo agire sulla pericolosità poiché non è possibile modificare l'intensità e la frequenza dei terremoti. Inoltre, non è possibile prevederne l'accadimento, infatti gli studi sui cosiddetti precursori sismici non hanno fornito ancora risultati affidabili o comunque utilizzabili a scopi di protezione civile. Sono, invece, sufficientemente avanzate le conoscenze sulla pericolosità sismica dei siti e sulla vulnerabilità delle strutture ed è, pertanto, realizzabile una efficace politica di prevenzione sismica e di mitigazione degli effetti dei terremoti.

La conoscenza della distribuzione della pericolosità sismica da un lato consente di progettare l'uso del territorio, ossia di selezionare le aree più idonee per future costruzioni e infrastrutture, incidendo così sulla distribuzione e sulla densità abitativa, riducendo quindi l'esposizione, dall'altro permette di progettare tenendo conto dell'entità delle azioni sismiche nelle varie zone e di individuare le aree dove intervenire prioritariamente per migliorare le caratteristiche strutturali e non delle costruzioni esistenti, per ridurre la vulnerabilità.

L'elemento fondamentale nel percorso della riduzione del rischio sismico è la conoscenza da parte della popolazione del rischio presente nel proprio territorio. La consapevolezza di vivere in un territorio a rischio sismico è necessaria sia per sollecitare e richiedere alle istituzioni adeguati interventi preventivi sia per affrontare e gestire le fasi di emergenza nel caso di evento. A tal fine le istituzioni hanno l'obbligo di informare la popolazione e di programmare e attuare ogni intervento necessario alla riduzione del rischio.

Pericolosità sismica e classificazione del territorio italiano

I parametri generalmente utilizzati per descrivere l'azione sismica sono:

- l'intensità macrosismica (IM);
- la *magnitudo* (M);
- il *picco di accelerazione* (PGA).

L'intensità macrosismica di un terremoto è un valore assegnato in base alla descrizione degli effetti del terremoto sulle persone, sugli oggetti, sulle costruzioni e sull'ambiente. Non si tratta di una misura, ma di una valutazione fatta secondo scale empiriche qualitative e quindi avente una notevole componente soggettiva. È una misura del risentimento al sito, che dipende dalla distanza dall'epicentro e dalle caratteristiche geologico - geotecniche del sito stesso. La misura si basa su dati medi, come la percentuale di edifici danneggiati o distrutti, e quindi è rappresentativa di un'area più o meno estesa, come una città o un quartiere, e non fornisce un'informazione puntuale. Inoltre, l'intensità macrosismica misura l'interazione tra il terremoto e l'ambiente, comprendendo la vulnerabilità delle costruzioni presenti nel sito a cui si riferisce; non è una grandezza fisica né una variabile continua e le classi di intensità non seguono un andamento lineare. Per tutti questi motivi l'intensità macrosismica non è un *buon* parametro per definire la pericolosità e non è direttamente utilizzabile in fase di progettazione. La sua importanza, però, risiede nel fatto che i dati storici disponibili sono espressi per la maggior parte in termini di intensità, basandosi sulla descrizione dei danni osservati e, ancora oggi, può essere un ottimo strumento per avere in tempi brevi una ragionevole descrizione del livello e della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto. La sua valutazione deve essere fatta da team molto esperti. La scala di intensità macrosismica attualmente utilizzata in Europa è la EMS (*European Macroseismic Scale Grünthal*) del 1998 che costituisce l'evoluzione delle scale storiche a partire da quella proposta da Mercalli del 1883.

Ancor prima di studiare i meccanismi di genesi dei terremoti, i sismologi ebbero l'esigenza della sua localizzazione e della sua misura. In tale ottica Charles Richter nel 1935 introdusse il concetto di *Magnitudo locale* (M_L) per i terremoti del sud della California, definita come il logaritmo decimale della massima ampiezza, *misurata in micron*, registrata da un particolare sismografo *a torsione* (con periodo proprio 0,8 sec, fattore di smorzamento 0,8 e amplificazione 2800) posto a 100 km dall'epicentro. È evidente che questa definizione empirica per essere utilizzabile richiede la conoscenza delle caratteristi-

che di propagazione delle onde sismiche nel territorio, parametri che furono ricavati da Richter per il sud della California. Per un determinato terremoto si ha allora: $M = \log_{10}(A_1/A_0)$, dove A_1 è l'ampiezza massima registrata in un dato luogo e A_0 l'ampiezza massima che il sisma di riferimento produrrebbe in quel luogo. Dalla magnitudo si risale all'energia E , in joule, del terremoto per mezzo della relazione proposta da Gutenberg e Richter: $\log_{10} E = 5 + 1,8M$. Oggi la M_L non è più utilizzata se non per particolari esigenze, come avviene in Italia per poter dare in pochi minuti dopo l'evento una misura ragionevole della entità dell'evento stesso.

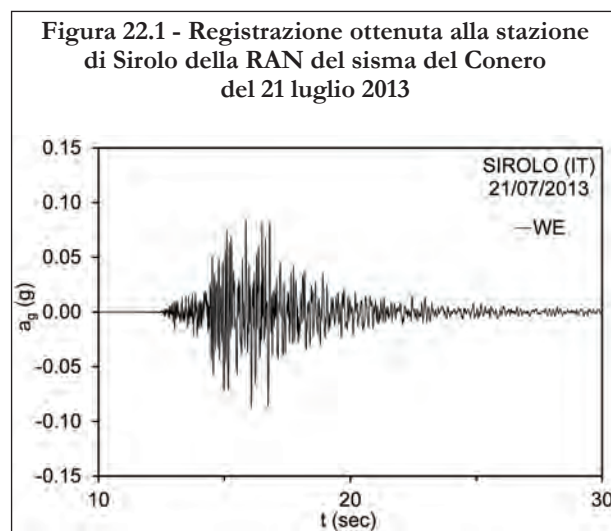
Successivamente furono definite altre misure di magnitudo, basate sulla misura dell'ampiezza di specifiche onde sismiche, *Magnitudo superficiale* (M_s), *Magnitudo di volume* (m_p), che presentano analoghe limitazioni sia rispetto alla possibilità di descrivere la fisica della sorgente sismica sia per la quantificazione dell'energia rilasciata e di quella che si propaga. L'energia che si propaga è determinante per valutare il moto sismico atteso a differenti distanze dalla sorgente. A partire dagli anni '70 è stata sviluppata una nuova definizione di magnitudo, la *Magnitudo momento* (M_w), direttamente collegata alla fisica della sorgente sismica attraverso la grandezza *Momento sismico* (M_0), funzione delle caratteristiche meccaniche della crosta alla sorgente del terremoto, dell'estensione della rottura e dello spostamento prodotto dalla rottura. M_w è direttamente legata all'energia liberata nella rottura, di cui solo una frazione si propaga sotto forma di onde sismiche.

Abbiamo così caratterizzato il fenomeno terremoto alla sorgente, ma non possiamo ancora dire nulla sulle azioni che le onde sismiche possono produrre al suolo in una determinata area. L'energia liberata dal sisma alla sorgente si propaga e allontanandosi dalla sorgente si distribuisce nello spazio, di conseguenza l'energia a livello puntuale si riduce sia per effetto geometrico che per gli effetti dissipativi. Per descrivere cosa provoca l'arrivo e il passaggio di questa energia in un punto si misurano velocità e/o accelerazioni. Gli strumenti che misurano la velocità, velocimetri o più comunemente sismometri, sono idonei a misurare vibrazioni anche estremamente piccole. Gli accelerometri, che misurano accelerazioni, sono in grado di registrare gli effetti di violenti terremoti. Le reti sismometriche e accelerometriche consentono di acquisire puntualmente informazioni relative alla sorgente sismica e al moto locale e, quindi, di mettere in relazione la generazione del fenomeno sismico e gli effetti che produce localmente in termini di moto al sito.

In Figura 22.1 è riportata la registrazione ottenuta alla stazione di Sirolo della Rete Accelerometrica

Nazionale (RAN) del terremoto avvenuto nel luglio 2013 al largo del Conero, presso Ancona; in essa è rappresentata l'accelerazione, espressa in g (*accelerazione di gravità*), in funzione del tempo lungo la direzione est-ovest (WE - la stazione di misura registra secondo tre direzioni ortogonali tra di loro, due orizzontali e una verticale).

Numerose relazioni empiriche sono state proposte per mettere in relazione i parametri che descrivono il moto al sito con la magnitudo ma tutte soffrono di notevoli limitazioni.



Il *picco di accelerazione* (PGA) ossia il valore massimo dell'accelerazione attesa al sito e considerato su suolo rigido, non in grado di modificare il moto in maniera significativa, anche se dal punto di vista ingegneristico non è, da solo, molto significativo ed è il parametro di moto del terreno fino ad oggi più comunemente utilizzato nelle analisi di pericolosità sismica, sia perché rappresenta la forza massima esercitabile dal moto sismico al punto di misura, sia perché direttamente utilizzato nelle norme tecniche.

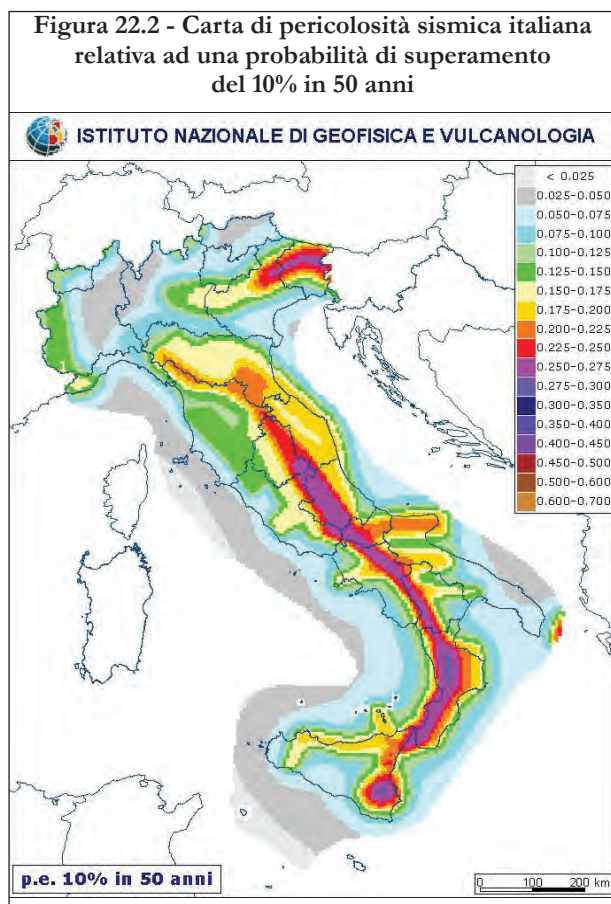
La pericolosità sismica del territorio italiano è definita, secondo una metodologia probabilistica che tiene conto della storia sismica del territorio e delle sorgenti sismiche note, per i nodi di una maglia di lato 5,5 Km che copre l'intero territorio, in termini di valore del picco di accelerazione che ha una data probabilità di superamento in 50 anni (Figura 22.2). Sulla base di questo valore di pericolosità e delle caratteristiche meccaniche e fisiche del sito, le norme tecniche vigenti³ definiscono le azioni di riferimento per la progettazione strutturale, attraverso lo spettro di risposta elastico, che rappresenta l'accelerazione prodotta da un terremoto che può agire su una struttura in funzione del periodo di vibrazione della struttura stessa. L'ordinata dello

³ D.M. 14 gennaio 2008, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, Gazz. Uff. 4 febbraio 2008, n. 29, S.O.



spettro in corrispondenza dell'origine, ossia del valore nullo del periodo, è pari al picco di accelerazione al suolo. Nello spettro possiamo distinguere tre campi, il primo con ampiezze crescenti col periodo, il secondo ad accelerazione costante e il terzo con accelerazione decrescente al crescere del periodo.

Nonostante questa definizione molto fitta, l'informazione sulla pericolosità sismica a scala locale deve essere affinata con studi di *microzonazione sismica*, che evidenzino e quantifichino eventuali effetti locali di amplificazione dello scuotimento. La microzonazione si basa sul rilevamento geologico-geomorfologico di dettaglio, approfondite indagini geotecniche, misure di sismica a rifrazione, indagini geoelettriche e su registrazioni di eventi sismici di varia intensità. La microzonazione sismica è soprattutto uno strumento di pianificazione territoriale, che individua la area instabili e quelle suscettibili di amplificazione sismica locale.



Fonte Ingv

Vulnerabilità delle strutture

Le norme tecniche per le costruzioni definiscono i criteri per assicurare alle strutture una vulnerabilità sismica bassa, individuando anche le opere

strategiche e rilevanti, per le quali sono richiesti obiettivi di sicurezza coerenti con la funzione o con il rischio. E' di fondamentale importanza ricordare che le norme tecniche per le costruzioni richiedono che le nuove opere siano in grado di sopportare, senza danni evidenti, un sisma di media intensità e in occasione di un terremoto violento si richiede che la struttura non crolli, accettando che la stessa si danneggi anche irreparabilmente. In sostanza le norme riconoscono che non è possibile costruire, con tecniche tradizionali, edifici che resistano ad un evento sismico violento senza danneggiarsi, sia per motivi architettonici e funzionali sia per motivi economici. La resistenza di una struttura ad un evento sismico violento dipende, quindi, dalla sua capacità di dissipare energia danneggiandosi anche notevolmente, senza crollare. Per rispettare questo principio, gli edifici devono possedere delle caratteristiche di regolarità sia in pianta che in altezza, al fine di ottenere il coinvolgimento di tutti gli elementi strutturali nel fronteggiare l'azione sismica, evitando la concentrazione delle sollecitazioni in pochi elementi, altrimenti destinati a danneggiarsi nei primi istanti dell'evento con ovvie tragiche ricadute sulla stabilità dell'intero complesso strutturale. Inoltre, per poter garantire un'adeguata capacità dissipativa, devono essere curati i dettagli strutturali, specialmente i nodi tra le travi e i pilastri. Sono queste le carenze maggiormente ricorrenti riscontrate nei collassi a seguito di eventi sismici, cui vanno sommate amplificazioni locali particolarmente sfavorevoli in alcuni siti e materiali a volte non idonei.

Un edificio ben progettato e ben realizzato sarebbe certamente in grado di evitare il crollo anche in occasione di un evento sismico violento, pur potendo subire danni notevoli, nel rispetto dello spirito delle norme sismiche. Tale risultato, però, non soddisfa più. I danni registrati a seguito degli eventi sismici negli ultimi decenni hanno comportato l'impiego di ingenti somme di denaro pubblico sia nella fase di emergenza che in quella successiva di ricostruzione, dimostrando che il principio su cui si basano le norme tecniche è economicamente non sostenibile. Inoltre, strutture strategiche, quali ospedali, caserme, impianti elettrici e telefonici, ponti e viadotti, devono restare operative durante e dopo il sisma e strutture contenenti materiali pericolosi, come gli impianti a rischio di incidente rilevante, nucleari e chimici, devono rispettare stringenti requisiti di sicurezza.

Il sogno dell'ingegnere strutturista di progettare edifici che sopportino eventi sismici senza danneggiarsi è realizzabile esclusivamente ricorrendo alle moderne tecnologie antisismiche. Queste si basano sulla drastica riduzione delle forze sismiche agenti

sulla struttura, piuttosto che affidarsi alla sua resistenza. Le attuali norme tecniche consentono l'uso delle più moderne tecnologie antisismiche, in particolare dell'isolamento sismico e della dissipazione d'energia.

Conseguenza dei terremoti

Gli effetti diretti di un terremoto sono ben noti: vittime, danni alle costruzioni civili, alle infrastrutture, alle costruzioni storiche e ai monumenti.

Il numero delle vittime è il primo dato che viene rilevato e fornisce un'idea del potere distruttivo del terremoto. La principale causa delle vittime è spesso il cedimento delle strutture, quali edifici, ponti, impianti industriali, a volte mal costruite o senza una manutenzione adeguata. In tal senso il terremoto non sempre è la causa principale dei decessi, che è da ascrivere al cattivo stato di salute delle strutture. La sismicità italiana non è fra le più elevate a livello mondiale, basti pensare ai terremoti che si verificano spesso in Giappone, California e Nuova Zelanda, ma nonostante ciò i terremoti in Italia hanno spesso causato molte vittime. Il terremoto di Messina e Reggio Calabria del 28 dicembre 1908, di magnitudo $M_w=7,1$, causò oltre 100.000 morti; il terremoto di Avezzano del 13 gennaio 1915, di magnitudo $M_w=7$, determinò 33.000 morti; quello dell'Irpina del 1980, di magnitudo $M_w=6,9$, causò circa 3000 vittime; fino a arrivare al terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009, di magnitudo $M_L=5,9$ (2) $M_w=6,3$, con 309 morti⁴.

A livello internazionale⁵ si ricorda il terremoto di Port-au-Prince, Haiti, del 12 gennaio 2010, di magnitudo 7.0 con 316.000 morti, il terremoto del Cile del 27 febbraio 2010, di magnitudo 8.8 con circa 500 morti e il terremoto di Loma Prieta, Baia di San Francisco in California, del 17 ottobre 1989 di magnitudo 6.9 che ha causato 63 morti. I massimi terremoti storici sono il terremoto del Cile del 22 maggio 1960, di magnitudo 9.5, e il terremoto dell'Alaska del 28 marzo 1964, di magnitudo 9.2.

La valutazione dei danni alle costruzioni civili è oramai abbastanza standardizzata e viene effettuata mediante le schede AeDES⁶ (*Agibilità e Danno nell'Emergenza Sismica*) nei giorni immediatamente successivi all'evento sismico, al fine di verificare l'agibilità o meno di tutte le costruzioni nell'area interessata

dall'evento. La scala di agibilità prevede 6 classi, dalla A che corrisponde alla completa agibilità, alla E relativa alla inagibilità ed F, relativa alla inagibilità per cause esterne: esempio la vicinanza di edifici pericolanti. La valutazione effettuata immediatamente dopo l'evento sismico è indispensabile per evitare che scosse successive determinino altre vittime ma non dovrebbe essere utilizzata ai fini della ricostruzione. Per questa fase sarebbe opportuna una valutazione più fredda e omogenea, anche per una più corretta distribuzione delle risorse finanziarie, da effettuare ad una certa distanza temporale dall'evento sismico.

Se vittime e danni alle abitazioni forniscono una misura immediata del potere distruttivo di un terremoto, i danni alle infrastrutture possono essere determinanti nelle fasi di soccorso, impedendo il raggiungimento delle zone colpite dal terremoto. Nel passato, ma a volte ancor oggi, per molti centri abitati esiste una unica via di collegamento con l'esterno, il cui danneggiamento o collasso determina l'isolamento e l'impossibilità di soccorsi immediati. Pertanto, sia in fase di progettazione per le nuove realizzazioni sia in fase di verifica dell'esistente, le infrastrutture devono essere sempre considerate di particolare rilevanza o strategiche, adottando un grado di sicurezza maggiore. Fondamentale è, inoltre, la manutenzione di tali strutture.

Particolarmente vulnerabili ai terremoto sono gli edifici storici e i monumenti⁷, strutture spesso complesse, costruite con materiali poco idonei a sopportare le azioni sismiche e senza le conoscenze tecnico-scientifiche oggi disponibili. Va però osservato che l'edilizia storica giunta fino ai nostri giorni ha superato anche forti eventi sismici, dimostrando una certa capacità a sopportarne le azioni, grazie anche ad una attenta e adeguata manutenzione. In molti casi, purtroppo, interventi di miglioramento sismico impropri hanno determinato addirittura un aumento della vulnerabilità, come ha dimostrato l'analisi dei danni a seguito dei più recenti eventi sismici. L'errore principale è stato quello di voler applicare agli edifici storici e monumentali i concetti validi per le strutture di nuova realizzazione, che richiedevano una significativa variazione della concezione strutturale originaria.

Va osservato che la valutazione della vulnerabilità di edifici afferenti alla sfera del patrimonio culturale non è semplice anche per la scarsa conoscenza del bene stesso, in termini di geometria, proprietà dei materiali e caratteristiche delle fondazioni. Non è possibile, inoltre, definirne un valore, ossia tradurre in denaro la testimonianza storica e artistica

⁴ Rovida A., Camassi R., Gasperini P., Stucchi M., [a cura di], (2011), *CPTI11, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, Ingv, Milano e Bologna; <http://bollettinosismico.rm.ingv.it/>

⁵ <http://earthquake.usgs.gov/>

⁶ Baggio C. et al., (2002), *Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sisma*, Dipartimento della Protezione Civile, Roma

⁷ www.afs.enea.it/protprev/www/index.htm, fascicolo 3 per il rischio sismico



rappresentata dal bene. D'altra parte trattandosi di strutture spesso aperte al pubblico, con presenza quotidiana di numerosi turisti, il rischio è elevatissimo soprattutto in relazione alle vite esposte. È quindi indispensabile trovare soluzioni che contemperino entrambe le esigenze di conservazione e di sicurezza. A tal fine le moderne tecnologie, pur se con costi non sempre sostenibili, offrono possibilità ignote fino a pochi anni fa.

Finora si è parlato degli effetti diretti, che sono causa degli effetti indiretti. Questi si sviluppano in un arco di tempo più lungo ma restano visibili negli anni. Ad essi sono dedicati i successivi paragrafi.

L'impatto sul tessuto industriale, sociale, culturale, sull'economia e sul lavoro

Nel passato un terremoto provocava principalmente crolli di edifici e vittime, oggi un evento sismico può mettere in crisi l'assetto socio-economico anche di grandi aree. Il terremoto che il 17 gennaio 1995 ha colpito Kobe, dove è situato uno dei porti più importanti del mondo, con intensità 7.3 della scala giapponese *shindo* e magnitudo momento $M_w=6.8$, ad esempio, è il primo caso storico di evento che ha colpito una concentrazione urbana industrializzata, producendo gravissimi danni al sistema edilizio, viario e produttivo.

Potremmo definire diretti o primari gli effetti quali i duecentomila edifici rasi al suolo, il tratto di circa un chilometro di sopraelevata distrutto e i 120 dei 150 moli del porto di Kobe completamente devastati e indiretti o secondari quelli come l'interruzione dell'erogazione di energia elettrica, dell'acqua e del gas ma soprattutto le conseguenze sociali. Si tratta comunque di perdite economiche. Quelle dirette sono legate alla distruzione fisica delle risorse economiche, quali le abitazioni private, le piccole aziende, le strutture industriali, e i danni alle varie strutture pubbliche, quali strade, ponti, aeroporti, telecomunicazioni, ospedali, scuole e porti; le perdite indirette, invece, possono essere correlate all'interruzione della produzione, all'indebolimento della domanda e alla rottura dei canali distributivi, che influenzano la riduzione dei flussi economici prodotti dalle aziende di differente livello e settore.

Il terremoto a Kobe causò circa 102,5 miliardi di dollari di danni pari al 2,5% del PIL giapponese tanto da essere registrato nel *Guinness Book of Records* come il *più costoso disastro naturale mai avvenuto in un unico paese*. La portata di tale evento comportò una ingente perdita della borsa di Tokio: con un indice Nikkei 225 e che perse più di 1.000 punti nella

sola seduta del giorno del terremoto. Nonostante la ricostruzione Kobe non ha più riconquistato il suo posto di principale porto del Giappone. Il danno finanziario fu la maggiore causa del fallimento della Barings Bank dovuta alle azioni di Nick Leeson, che aveva speculato grandi quantità di denaro su derivati di Giappone e Singapore, e soltanto il 3% delle proprietà di Kobe erano coperte da assicurazione contro il terremoto.

Negli USA un terremoto simile per i danni causati fu quello di Loma Prieta, San Francisco, del 17 ottobre del 1989, di magnitudo 7.1, avvertito fino a Los Angeles e a Las Vegas, nel quale le caratteristiche meccaniche e morfologiche del terreno ebbero notevole influenza sulla distribuzione dei danneggiamenti. A San Francisco i danni riguardarono soprattutto le *lifelines*, ossia tutte le reti tecnologiche che consentono ad una società industrialmente avanzata di svolgere le proprie attività produttive e di relazione. Il terremoto ha danneggiato le autostrade, i ponti, fra cui il Bay Bridge il principale ponte in acciaio che rappresenta la struttura vitale del traffico nella Bay Area, le ferrovie, le reti di distribuzione di gas, acqua ed elettricità, aeroporti e impianti industriali. Le perdite economiche furono legate ai danni agli impianti industriali, come le raffinerie di petrolio, gli impianti nucleari di ricerca e quelli per la produzione di energia elettrica. L'impianto termoelettrico di Moss Landing, lungo la costa dell'oceano, ad esempio, subì gravi danni che ne comportarono l'inoperatività. L'ammontare dei danni stimati, tra i quali anche quelli primari alle strutture abitative, fu di dieci miliardi di dollari, valore relativamente piccolo per uno stato come la California che produce annualmente circa seicento miliardi di dollari. Riguardo i fondi per la ricostruzione, la *First Interstate Bank* evidenziò un problema legato all'alto costo delle case della Baia e alla richiesta di centoventicinquemila operai per i lavori di ricostruzione. Molti dei danni erano coperti dalle polizze assicurative stipulate dai proprietari degli immobili.

In Italia scenari di questo tipo li abbiamo vissuti nel maggio 2012 in Emilia. Le maggiori scosse, avvenute il 22, 29 e 31 maggio rispettivamente con magnitudo 5.9, 5.8 e 4.0 e infine l'ultima il 3 giugno di magnitudo 5.1, hanno provocato pesanti danni alle strutture del patrimonio culturale come chiese, castelli e altre costruzioni storiche, alle abitazioni, alle opere di canalizzazione dell'acqua e al tessuto industriale. Forti ripercussioni alla produzione sono state subite dal Consorzio del Parmigiano Reggiano, che ha avuto un forte danno economico causato dalla perdita della produzione e un calo delle possibili vendite. La stima dei danni è stata di oltre do-

dici miliardi di euro: circa seicentoseventanta milioni per i provvedimenti di emergenza; circa tre miliardi e trecento milioni di danni all'edilizia residenziale; cinque miliardi e duecento milioni di danni alle attività produttive; oltre due miliardi di danni ai beni storico-culturali e agli edifici religiosi; la quota restante è suddivisa fra edifici e servizi pubblici e infrastrutture.

Gli effetti del sisma sui beni culturali si ripercuotono anche a livello sociale. Essi non sono solo fondamentali per l'arricchimento economico, legato al turismo, ma rappresentano un simbolo per la comunità, che si identifica e si rappresenta in tali beni. Ad esempio, uno dei simboli del terremoto dell'Emilia è la Torre dell'orologio di Finale Emilia, come il simbolo del sisma umbro-marchigiano del 1997 fu la torre campanaria del comune di Foligno, crollata durante una replica. Si tende a associare una località con un suo monumento e la sua perdita può segnare la morte dell'intera comunità. In generale, la distruzione o il danneggiamento dei luoghi fondamentali per una comunità, monumenti, luoghi di culto e di incontro, può provocare un effetto di spaesamento della popolazione, portando ad una completa disaggregazione della comunità. Molte volte si tende a pensare che ricostruire la città in un altro sito possa agevolare la comunità locale e ridurre gli effetti del terremoto. Ma è reale? La *new town* non può sostituire la vera città. Soprattutto non è il nome ad identificare la città, ma ciò che la compone: i beni, le industrie, gli esercizi, i luoghi di culto e di incontro e le relazioni fra la comunità.

A seguito del terremoto che colpì il Sannio nel 1962, il centro abitato di Apice fu ricostruito su una collina di fronte a quella originaria e gli abitanti hanno sempre stentato a riconoscere quello come la loro città. Il villaggio temporaneo di San Giuliano di Puglia, che ha ospitato quasi tutti gli abitanti dopo il sisma del 2002, ha creato nuovi legami tra la popolazione, soprattutto i più giovani, creando difficoltà al rientro nel centro ricostruito.

La decisione di realizzare una *new town* è una decisione estrema, che può avere forti impatti sul tessuto sociale e sull'intera popolazione; la popolazione, infatti, si identifica con la città, con il luogo di appartenenza e di nascita, che conferisce alle persone un'identità e fa sì che siano quelle che sono. I cittadini identificandosi con la città non vorrebbero cambiare nulla della sua struttura e di ogni elemento che la rappresenta e la rende tale. Ricordiamo comunque che, in un contesto storico profondamente diverso da quello attuale, dopo il terremoto della Sicilia orientale del 1693, Mw=7.4, la città di Noto venne ricostruita in un sito diverso dall'originario e oggi Noto è stata inserita dall'Unesco nel Patri-

monio dell'Umanità. Vale la pena ricordare che la ricostruzione dell'intera area fu affidata a Giuseppe Lanza, duca di Camastra, magistrato e rappresentante del regio governo spagnolo, passato alla storia per la sua abilità al comando e alla disciplina e per la sua onestà, testimoniata dai suoi rendiconti finanziari di chiarezza esemplare e dalla sue opera contro i profittatori e i ladri.

Gli effetti del terremoto a livello economico sono facilmente percepibili, attraverso il PIL (*Prodotto Interno Lordo*), il tasso di occupazione, disoccupazione e di inattività. Secondo differenti economisti gli impatti dei disastri naturali sul PIL dipendono dalla situazione economica già esistente della zona colpita dal terremoto, poiché le entrate e le uscite vengono regolate dai flussi interni e dalla situazione esistente. Secondo la teoria di Hallegatte e Ghil⁸ un disastro che avviene nel momento in cui l'economia è in decadimento produce meno danni rispetto a quelli che provocherebbe se si manifestasse durante una fase di crescita economica, poiché le operazioni di ricostruzione favoriscono l'utilizzo delle risorse in disuso e le rimanenze di magazzino e portano un accrescimento dell'occupazione per la ricostruzione.

Il terremoto ha forti effetti su tutte le componenti che influenzano il PIL, la spesa in consumi del settore delle famiglie, la spesa per gli investimenti lordi del settore delle imprese, gli acquisti di beni e servizi da parte del settore che comprende tutti gli enti della Pubblica Amministrazione e le esportazioni nette effettuate dal resto del mondo pari alla differenza fra le esportazioni ed importazioni di beni e servizi, provocando l'abbassamento ed il deficit del PIL stesso. Inoltre, un evento importante, con danni alle strutture e ai beni monumentali, ma anche soltanto uno sciame sismico di eventi minori provoca un calo del flusso turistico, che rappresenta un'importante attività economica che porta alla crescita del PIL.

È facilmente intuibile, come le esperienze passate hanno dimostrato, che nel periodo immediatamente seguente un evento sismico il PIL decresce, risentendo dei danni alle produzioni, per poi ricrescere in modo costante con la ricostruzione, soprattutto grazie al settore edilizio, che rappresenta un settore fondamentale nella ripresa economica, essendo fautore di occupazione interna e esterna. Infatti, nella ricostruzione post-sisma viene utilizzata anche mano d'opera esterna, proveniente da città limitrofe o da altre regioni. Anche l'occupazione segue queste fasi: nella fase di emergenza si ha una

⁸ Hallegatte S., Ghil M., (2008), *Natural Disasters Impacting a Macroeconomic Model with Endogenous Dynamics*, Ecological Economics, Volume 68, I, p. 582



caduta dell'occupazione; nella fase di ricostruzione si ha una ripresa dell'occupazione e arrivo di forza lavoro anche dall'esterno; al termine della ricostruzione si ha una riduzione della domanda e, quindi, del lavoro e il rientro della forza lavoro pervenuta dall'esterno.

Potenziali conseguenze sull'ambiente

Tra le conseguenze indirette di un terremoto ci sono i disastri ambientali, particolarmente dannosi in caso di danni a impianti chimici, petrolchimici e nucleari, che danneggiandosi possono rilasciare sostanze nocive. Gli incidenti così generati sono stati denominati eventi Na-Tech (*Natural-technological event*) ad indicare la loro doppia composizione naturale e tecnologica. Questa tipologia di attività è sottoposta a una normativa ad hoc, D. Lgs. 334/99 *Normativa Seveso*⁹ e s.m.i. (successive modifiche e integrazioni), che non pone però in adeguata evidenza il rischio sismico.

Il sisma che colpì Izmit in Turchia il 17 agosto del 1999, di magnitudo 7.4, causò l'incendio ed il collasso di un serbatoio di stoccaggio nella raffineria di Yarimca, il più grande impianto petrolchimico turco, creando difficoltà all'approvvigionamento di combustibile per il trasporto e inquinamento ambientale. La raffineria forniva un terzo del petrolio nazionale e a causa dell'incendio rimase chiusa per settimane provocando anche gravissime conseguenze in termini di inquinamento atmosferico. L'indagine condotta dalla *Ege International*¹⁰ verificò successivamente che l'impianto non rispettava le norme antisismiche dettate dall'*Uniform Building Code*¹¹ della California.

In Italia scenari di questo tipo potrebbero manifestarsi, ad esempio, in caso di eventi come quello di magnitudo 7.4 di cui già detto, che colpì la Val di Noto nella Sicilia Sud-Orientale nel 1693, oggi sede di molti stabilimenti petrolchimici. Ricade nella Sicilia Sud-Orientale il polo di Priolo-Melilli-Augusta, nel quale sorgono due grandi raffinerie, tre industrie di chimica di base, due centrali termoelettriche, una centrale termica, un impianto di cogenerazione elettrica, un impianto di produzione di idrogeno, una cementeria e un inceneritore, sottoposti al D.Lgs.

⁹ Decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334: Attuazione della direttiva 96/82/ce relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n.228 del 28-9-1999

¹⁰ Compagnia di gestione e informazione del rischio e che si occupa di attestare se gli impianti chimici, petrolchimici e nucleari siano a norma

¹¹ Codice di Costruzione, utilizzato principalmente nella parte occidentale degli Stati Uniti, fornisce i requisiti standard per edificare un edificio a norma e in sicurezza, impedendo così possibili errori

334/1999 della Direttiva Seveso e alle norme ambientali del D.Lgs. n.152/2006¹². Gli impianti del polo di Priolo-Melilli-Augusta sono stati costruiti tra gli anni '50 e '70, presumibilmente non con criteri antisismici, essendo stati i comuni interessati inseriti tra le zone sismiche soltanto nel 1981, perciò le strutture non sono state progettate con i criteri antisismici ed è facilmente ipotizzabile un invecchiamento funzionale e strutturale.

Informazione e gestione delle emergenze

Il 22 ottobre 2012 il Tribunale de L'Aquila ha condannato, in primo grado, a sei anni di reclusione i componenti della Commissione Grandi Rischi, che avevano partecipato alla riunione del 31 marzo 2009, pochi giorni prima del terremoto del 6 aprile 2009. Il Tribunale li ha ritenuti tutti colpevoli di omicidio colposo plurimo e lesioni colpose e li ha condannati anche all'interdizione perpetua dai pubblici uffici. L'accusa per i componenti della commissione è, in sintesi, quella di non aver esaminato adeguatamente il rischio connesso alle eventuali scosse successive, fornendo *informazioni imprecise, incomplete e contraddittorie sulla pericolosità dell'attività sismica vanificando le attività di tutela della popolazione, venendo meno ai doveri di valutazione del rischio connessi alla loro funzione*. Le notizie rassicuranti diffuse avrebbero *indotto le vittime a restare nelle case, mentre una corretta analisi dei rischi e una corretta informazione avrebbero potuto, in primo luogo, suggerire misure di prevenzione a livello collettivo quali, ad esempio, la previa selezione e individuazione di luoghi di raccolta da comunicare alla popolazione, indicazioni sulle vie di fuga, su come radunarsi, su come prestare assistenza o abbandonare le abitazioni danneggiate, l'allestimento o il potenziamento di mezzi di soccorso immediatamente operativi, l'aumento della ricettività ospedaliera e delle strutture di primo soccorso, o anche una più generale consapevolezza e una più ampia preparazione all'emergenza. Inoltre una corretta analisi dei rischi e una corretta informazione avrebbero potuto senz'altro suggerire misure di prevenzione a livello individuale*.

L'episodio, sebbene di recente tutti gli imputati siano stati assolti in appello, ha portato all'attualità la questione dell'informazione. Dopo la sentenza di L'Aquila, in occasione della sequenza sismica dell'Emilia del maggio 2012, la protezione civile comunicò la possibilità di ulteriori scosse, che poi in realtà non si verificarono. La prima segnalazione di allarme sismico in Italia risale al gennaio 1985 e riguarda la Garfagnana. Il ministro della Protezione

¹² Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, *Norme in materia ambientale*, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96. In tale normativa sono fornite le indicazioni per la VAS

Civile proclamò lo stato di allerta per dieci comuni, facendo spostare circa centomila persone. Non si verificò nessun sisma e il ministro finì sotto inchiesta per procurato allarme.

La difesa dai terremoti comporta l'assunzione di decisioni e non può prescindere dall'informazione ai cittadini. Il ruolo degli esperti dovrebbe essere quello di fornire alle istituzioni le proprie valutazioni deducibili sulla base delle attuali conoscenze, evidenziandone chiaramente il grado di incertezza e, pertanto, l'affidabilità. Essi dovrebbero poter operare senza nessun tipo di condizionamento, in qualità di scienziati. La decisione sul da farsi spetta alle autorità pubbliche preposte e non può che essere nella direzione della massima prudenza, anche se dovesse costare il sacrificio di una stagione turistica o di qualche notte all'aperto. Alle stesse autorità spetta anche il compito di informare adeguatamente i cittadini sui rischi in gioco e sulle azioni messe in campo, mettendoli in condizione di decidere cosa fare.

Per questo è necessario insegnare ai cittadini a convivere con il rischio. Lo hanno ben capito in Giappone, dove la popolazione apprende come comportarsi in caso di terremoto fin dai primi anni di scuola. Ciò contribuisce a formare cittadini consapevoli, che pretendono la sicurezza delle proprie abitazioni, e progettisti e costruttori che sanno come garantirla.

Sempre nell'ottica dell'informazione, un esempio che noi riteniamo debba essere seguito, è quello della California, in cui viene affisso all'ingresso di numerosi edifici un cartello che indica chiaramente la loro scarsa sicurezza dal punto di vista sismico, come mostra la Figura 22.3.

Figura 22.3 - Edificio non sicuro in caso di sisma: cartelli come questo in California sono molto diffusi



È fondamentale non solo informare e comunicare ai cittadini cosa sia un terremoto, i suoi rischi e effetti, ma è anche importante farli sentire partecipi di tale processo.

La comunicazione va vista come un filo conduttore in tutta l'analisi del rischio che, se fatta in modo corretto, permette una gestione e una formazione adeguate per la riduzione del rischio sismico e, se associata a un processo partecipativo, aiuta i cittadini a sentirsi coinvolti non solo nelle decisioni per la gestione delle azioni in cui sono implicati, ma li rende anche più consapevoli del rischio e li responsabilizza nel trovare una soluzione pratica ed efficace per la riduzione dello stesso.

Politiche di prevenzione

Gran parte degli edifici in Italia non sono in grado di sopportare l'azione sismica che attualmente la normativa impone, nelle rispettive aree, per gli edifici di nuova costruzione. I motivi sono diversi. Innanzitutto la classificazione sismica del territorio, iniziata dopo il terremoto di Messina del 1908, fino alla fine degli anni '70 è stata aggiornata solo a seguito di eventi sismici. Nel 1980, anno del terremoto dell'Irpinia, solo il 25% del territorio nazionale era classificato sismico; la percentuale arrivò al 43% nel 1981 e tale rimase fino al 2003, anno successivo al terremoto del Molise e della Puglia, quando salì al 70% e a molte aree fu attribuita una pericolosità sismica maggiore che non in precedenza. In Italia le costruzioni antecedenti l'applicazione della Legge 02/02/1974, n. 64 *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*, non rispondono nominalmente a criteri di sicurezza sismica e i dati Istat riportano che il 63,8% delle abitazioni in Italia è stato costruito prima del 1971. Va anche osservato che le norme precedenti erano meno onerose delle attuali Norme Tecniche per le Costruzioni e, in numerosi casi, anche approfittando della mancanza di adeguati controlli, edifici ben progettati non sono stati realizzati in maniera idonea.

Va evidenziato che le norme attuali non richiedono l'adeguamento o anche il solo miglioramento sismico degli edifici esistenti e la valutazione della sicurezza dell'esistente è richiesta soltanto nei casi di evidente inidoneità: riduzione della capacità resistente della struttura o delle caratteristiche meccaniche dei materiali, azioni eccezionali, cedimenti del terreno di fondazione, quando si eseguano interventi che interagiscano con elementi strutturali o si cambi la destinazione d'uso o in caso di interventi di adeguamento o di miglioramento. Inoltre, nelle fasi di ricostruzione, a seguito degli eventi sismici



degli ultimi decenni, si è accettato il miglioramento sismico in luogo dell'adeguamento, tollerando un grado di sicurezza inferiore a quello richiesto dalle norme vigenti.

Se l'obiettivo è la sicurezza strutturale appare ovvio come questa debba influire sul valore di mercato degli immobili. Come già sperimentato con successo nel campo dell'efficienza energetica si potrebbe definire un indice o classe di sicurezza, che misuri la sicurezza di ciascun edificio e che deve essere non inferiore ad un minimo prefissato. Il valore di mercato dovrebbe dipendere dall'indice di sicurezza e la vendita dovrebbe essere consentita solo se il grado di sicurezza risulta maggiore del suddetto valore minimo.

Un tale obiettivo può essere perseguito soltanto con un sistema virtuoso, che invogli i cittadini ad investire sulla sicurezza strutturale dei propri immobili, comporti una cospicua riduzione del rischio a fronte di eventi ambientali, non gravi sullo Stato, non arricchisca una categoria a scapito di altre o dei cittadini stessi, contribuendo, infine, ad un rilancio del settore edile e del mercato immobiliare.

L'istituzione di un'assicurazione obbligatoria potrebbe giovare molto alla causa perché, oltre a sollevare lo Stato dalle spese di ricostruzione a seguito di eventi calamitosi, stimolerebbe proprietari e compagnie assicurative a verificare l'effettiva affidabilità delle costruzioni, per poter differenziare i premi assicurativi tra i vari immobili in funzione del rischio e, quindi, ad intervenire in caso di carenze strutturali. Si innescherebbe, così, un sistema di prevenzione che gioverebbe sia ai proprietari, interessati a risparmiare sul premio di assicurazione, sia alle compagnie, interessate a ridurre la probabilità di dover risarcire i proprietari a seguito di eventi calamitosi. Inoltre ne trarrebbe giovamento il settore edile, che non può confidare in ulteriori espansioni edilizie delle nostre città, ma deve fare affidamento su una maggiore e accurata manutenzione dell'esistente, non trascurando l'ipotesi di demolizione e ricostruzione quando questo non soddisfi in pieno le moderne esigenze architettoniche e strutturali.

L'assicurazione, pertanto, avrebbe l'effetto di stimolare una corretta prevenzione, anzi diventerebbe un efficace strumento di prevenzione dei rischi naturali. La valutazione della compagnia di assicurazione sarebbe una valida base per determinare il valore di un immobile, che dipenderebbe finalmente dal grado di sicurezza, che i proprietari sarebbero interessati a tenere alto. L'assicurazione obbligatoria non deve essere una nuova tassa, bensì un sistema virtuoso, onesto e trasparente che sostituisca le tasse con le quali attualmente si finanziano le ri-

costruzioni a seguito di eventi calamitosi. In definitiva l'assicurazione obbligatoria potrebbe essere uno strumento di prevenzione dei rischi a fronte di eventi naturali.

Si è stimato in circa 100 €/anno il premio di assicurazione medio per ciascuna unità immobiliare, che coprirebbe con un certo margine i danni dovuti ad eventi naturali. Nelle esperienze già avviate in altri stati europei, quali la Francia ed il Belgio, il sistema assicurativo si basa su una forte collaborazione tra pubblico e privato, nel quale lo Stato si fa garante a fronte di eventi eccezionali, ma si libera degli eventi minori; in Spagna, invece, lo Stato gestisce direttamente il rischio da catastrofi naturali. Con riferimento all'Italia, appare evidente che occorre soprattutto superare un limite culturale: ci si dovrebbe assicurare sperando di non dover usufruire dell'assicurazione e non di trarre benefici, se non necessario. In ogni caso, la soluzione finale deve trovare il consenso di tutti, ossia di tecnici, politici, assicurazioni e consumatori.

La legislazione di settore

Le Norme Tecniche per le Costruzioni

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni, entrate definitivamente in vigore nel luglio 2009 e che racchiudono in un unico volume tutte le norme relative all'ingegneria civile, sono tra le più avanzate al mondo ma ciò non basta ad assicurare la buona qualità delle nostre strutture. Al riguardo val la pena ricordare le parole di Piero Pozzati nella sua ultima lezione:

Ho desiderato accennare al tecnicismo perché con esso in qualche aspetto si può collegare la tendenza alla proliferazione delle norme. È chiaro che le regole hanno nobili motivazioni: l'intento di tutelare la sicurezza strutturale e porgere un aiuto; di portare coerenza e sicurezza in un quadro frammentario e alle volte confuso. Ma un numero di regole eccessivo comporta vari inconvenienti: l'impoverimento dell'autonomia e della creatività, in quanto l'opera del progettista è irretita dalle norme; la difficoltà di discernere ciò che veramente conta; la sensazione di avere al riparo dalle norme, responsabilità assai alleviate; la difficoltà non infrequente di rendersi conto dei ragionamenti che giustificano certe regole, rischiando di considerare queste alla stregua di al-

goritmi, ossia di schemi operativi che, una volta appresi, il pensiero non è più chiamato a giustificare. Ma tra le varie conseguenze, una delle più temibili è l'attenuazione del senso di responsabilità, mentre questa costituisce uno dei diritti fondamentali dell'uomo, violando il quale la vita si appiattisce e si rafforza, attraverso il costituirsi di una società iperorganizzata, il sistema tecnocratico in grado di diventare, come dice Konrad Lorenz, il tiranno della società umana, anche perché la tecnocrazia si giova di un patrimonio di informazioni scientifiche che il singolo non può conoscere se non in minima parte¹³.

La parole di Pozzati sono molto attuali. Le norme tecniche per le costruzioni, che in Italia sono legge, forniscono paradossalmente troppi dettagli tecnici, illudendo che per ben progettare sia sufficiente seguire le prescrizioni normative. Sarebbe opportuno, invece, snellire le norme e limitarle agli obiettivi necessari, rimandando alla letteratura specifica per gli aspetti teorico-tecnici, responsabilizzando così maggiormente non solo progettisti, direttori dei lavori e collaudatori ma anche imprese e fornitori.

Un discorso particolare merita la definizione dell'azione sismica di progetto. Le norme forniscono mappe di pericolosità, attualmente basate sull'approccio probabilistico, che forniscono i valori dell'accelerazione massima al suolo. Ciascuna mappa è relativa ad una probabilità di superamento (dal 10% al 2% per gli stati limite ultimi) in un dato periodo di riferimento pari alla vita nominale della struttura, solitamente 50 anni, eventualmente amplificata fino a due volte per gli edifici di interesse e quelli strategici. Volendo operare a vantaggio di sicurezza si dovrebbe operare con riferimento alla mappa relativa alla minima probabilità, 2%, che fornisce valori dell'accelerazione al suolo simili a quelli del massimo evento credibile al sito. Nella progettazione non si fa riferimento al valore minimo della probabilità di superamento, 2%, è chiaro, pertanto che far riferimento ai valori maggiori della probabilità (in genere pari al 10% per le normali costruzioni), equivale ad accettare un rischio maggiore. La recente sequenza sismica dell'Emilia ha riproposto la considerazione che può essere economicamente sostenibile accontentarsi di salvaguardare la vita per le civili abitazioni, rischiando l'inagibilità o anche la necessità di rico-

struire a seguito di eventi sismici violenti, ma non lo è per le strutture industriali e le infrastrutture, la cui inagibilità può mettere in crisi l'economia ed il futuro di una intera area o dell'intera nazione. Infine, va sottolineata l'importanza della microzonazione sismica, indispensabile per definire l'input sismico al sito per la progettazione strutturale, e vanno sensibilizzati amministrazioni locali e tecnici sull'importanza di tali studi.

Piani per le emergenze

Le emergenze più importanti della recente storia sismica italiana, e delle catastrofi naturali in genere, hanno visto il susseguirsi delle successive fasi di intervento:

- emergenza: il sistema protezione civile interviene immediatamente dopo l'evento e organizza l'alloggiamento in tende o in alberghi in zone vicine, ove disponibili;
- post-emergenza: successivamente si utilizzano container o case provvisorie, quasi sempre monopiano e di legno;
- ricostruzione: trasferimento negli edifici riparati o ricostruiti.

Va osservato che il costo della fase di emergenza è sempre molto alto, dovendo fornire assistenza ad un numero elevato di senzatetto, così come alto è il costo dovuto alla costruzione di alloggi temporanei e anche di container, quasi mai riutilizzabili a ricostruzione completata. Ovviamente, ancora maggiore è il costo in fase di emergenza e post-emergenza di edifici veri e propri, il cui riutilizzo con destinazione d'uso diversa (uso duale) richiede comunque un'ulteriore spesa per l'adeguamento funzionale. È ovvio come una sistemazione efficace e una ricostruzione rapida riducano i tempi e i costi dell'emergenza.

Eventi naturali, come il terremoto, colpiscono all'improvviso e l'organizzazione delle fasi di emergenza e post-emergenza è sempre ardua. La predisposizione di piani di emergenza del tipo di quelli della proposta di Legge 2243/2010¹⁴ sarebbe, pertanto, un ulteriore importante passo in avanti per il nostro già efficiente sistema di protezione civile. Inoltre, la frequenza con cui si ripetono nel nostro paese eventi catastrofici giustifica ampiamente una spesa anche rilevante in fase preventiva a fronte, ovviamente, di un risparmio nell'eventuale successiva gestione dell'emergenza.

Con riferimento alla questione sismica, va pre-

¹³ Pozzati P., (1993), *Proliferazione delle normative e tecnicismo*, Notiziario AICAP allegato a L'industria Italiana del Cemento, 3

¹⁴ *Disposizioni per la predisposizione e l'installazione di alloggi di emergenza di uso duale in caso di calamità naturali, di disastri causati dall'uomo e di eventi non convenzionali*



liminaramente osservato che oggi la tecnologia fornisce sistemi di protezione sismica avanzati che garantiscono un grado di sicurezza non perseguibile con tecniche tradizionali. Con l'isolamento sismico e i sistemi di dissipazione di energia, ad esempio, è possibile progettare edifici in grado di sopportare eventi sismici violenti senza alcun danno, preservando anche il contenuto. Appare chiaro che una corretta politica di prevenzione deve soprattutto mirare a utilizzare tali tecnologie innanzitutto per le nuove costruzioni, ma anche per l'adeguamento sismico di quelle esistenti, individuando le aree a maggior rischio e, quindi, una scala di priorità per gli interventi.

Si ritiene utile la predisposizione preventiva di:

- aree destinate ad accogliere strutture abitative e dotate delle infrastrutture necessarie che, se eseguite dopo un evento catastrofico, richiederebbero tempi non sempre accettabili. Ciascun comune deve individuare sul proprio territorio i *siti sicuri*, ossia le aree da utilizzare in caso di emergenza, anche nel rispetto dei regolamenti urbanistici. È ovvio che le infrastrutture predisposte dovranno rispettare i più avanzati criteri di resistenza alle varie azioni ed essere in grado di sopportare senza danni gli effetti sismici, o di altra calamità, al fine di poter essere utilizzate immediatamente dopo gli eventi stessi;
- registro delle Imprese, per poter affidare speditamente le operazioni in fase di emergenza, in condizioni di garanzia di qualità, evitando pericolose improvvisazioni;
- scelta delle tipologie da utilizzare, ossia le migliori e adatte allo scopo, a priori e non sull'onda dell'emozione post-evento. La scelta dovrà, naturalmente, tener conto delle diverse esigenze climatiche di ciascuna area, la ripresa e lo sviluppo dell'economia locale, prediligendo la produzione locale. Gli alloggi dovranno essere ad alto contenuto tecnologico, con specifiche caratteristiche di velocità di trasporto e montaggio, comfort, sicurezza, durabilità, sufficienza di servizi e di energia, requisiti di eco-compatibilità ed efficienza energetica, tenendo presente l'offerta di mercato e le innovazioni prodotte dalla ricerca e dagli operatori del settore edilizio.

Non appare applicabile l'idea della pronta disponibilità di elementi costruttivi, preventivamente prodotti, da montare in poche ore a seguito di eventi catastrofici, ma alcuni produttori opportunamente selezionati potrebbero garantire la pro-

pria disponibilità a produrre in caso di emergenza in tempi rapidi, quindi con turni di lavoro continui, gli alloggi necessari, una sorta di assicurazione sulle emergenze.

La predisposizione di alloggi di emergenza dovrebbe svilupparsi secondo le seguenti fasi:

- in fase preventiva, scelta delle aree: eventualmente con una minimale predisposizione impiantistica, e delle tipologie strutturali e architettoniche più idonee per ciascun sito sul territorio nazionale 3-4 tipologie; la sistemazione degli impianti potrebbe avvenire durante la produzione degli alloggi, a seguito degli eventi, come specificato nel punto seguente;
- in fase di emergenza, produzione e montaggio nei minimi tempi tecnici, 2-3 mesi, nel corso dei quali il disagio può essere affrontato con altre soluzioni temporanee (si veda punto seguente); i tempi di produzione e montaggio sono minori per case monopiano di legno, per le quali esistono varie proposte sul mercato;
- le soluzioni temporanee, 2-3 mesi, di cui detto possono essere offerte da strutture particolari, come scuole, palasport ed edifici pubblici in genere, meglio se di nuova realizzazione, progettate con adeguati coefficienti di sicurezza o dotate di moderni sistemi di protezione sismica; queste dovrebbero essere opportunamente flessibili o, in alternativa, consentire il montaggio di tende o altro all'interno (per privacy).

Va evidenziato che un piano per le emergenze non può prescindere dalla costruzione di edifici strategici specie nelle aree nelle quali non vi sono strutture di recente costruzione utili allo scopo, ossia dotate del grado di sicurezza richiesto dalle attuali norme tecniche.

Per quanto riguarda i moduli abitativi si ritiene maggiormente conveniente una tipologia di modulo ad un piano, basata su una struttura di legno o di acciaio con elementi di tamponamento costituiti da pannelli integrati con soluzioni di montaggio veloce a cerniera o ad incastro. Il modulo deve essere flessibile e componibile in modo da soddisfare, nella sua composizione, la possibilità di ospitare famiglie composte da 2, 4 o 6 persone.

Il rischio vulcanico

La vulnerabilità a fronte di eventi vulcanici è sempre molto elevata, pertanto il rischio vulcanico dipende essenzialmente dalla pericolosità

dei siti e dalla esposizione. Al contrario di quello sismico, diffuso su tutto il territorio nazionale, il rischio vulcanico è localizzato in poche aree, dove sono localizzati i cosiddetti vulcani attivi e i vulcani quiescenti. I primi sono quelli che hanno dato eruzioni negli ultimi anni e che, essendo in condizioni di condotto aperto, non rappresentano situazioni di estrema pericolosità a breve termine, in Italia sono l'Etna e lo Stromboli; i secondi sono quelli che hanno dato eruzioni negli ultimi diecimila anni: alcuni di questi sono attualmente in fase di riposo in condizioni di condotto ostruito, come il Vesuvio, Vulcano e i Campi Flegrei; tra gli altri vanno citati i Colli Albani, Ischia, Lipari, Panarea e Pantelleria. Un vulcano è considerato estinto se non si sono verificate eruzioni da almeno diecimila anni.

Nel Tirreno e nel Canale di Sicilia sono inoltre presenti vulcani sottomarini come il Marsili, il Vavilov e il Magnaghi, le cui eventuali eruzioni, come quelle del 1891 al largo di Pantelleria e del 1831 al

largo di Sciacca, potrebbero generare anche pericolosi tsunami.

Una corretta prevenzione a fronte di eruzioni vulcaniche dovrebbe riguardare un'adeguata scelta dei siti e le costruzioni devono essere realizzate a distanza di sicurezza dalle aree potenzialmente interessate dalla lava, regola troppo spesso disattesa. Le aree in vicinanza dei vulcani sono in genere dotate di un piano di emergenza che deve essere reso noto alla popolazione; i cittadini dovrebbero anche seguire scrupolosamente, in caso di evento, tutte le indicazioni fornite per le operazioni di evacuazione; queste potrebbero essere aggiornate anche mediante i moderni mezzi di comunicazione: radio, TV, telefonia mobile, internet e social network.

Sono ben note le conseguenze delle polveri che nell'eruzione del Vesuvio del 79 d.C. seppellirono le città di Pompei e Ercolano e della recente eruzione del vulcano islandese Eyjafjallajökull nel 2010 che ha costretto al blocco aereo in gran parte dell'Europa per diversi giorni.

Buone Pratiche: esempi di buona gestione italiana

Gli ultimi terremoti che si sono susseguiti nel nostro Paese hanno provocato forti impatti e ciò ha risvegliato nella popolazione l'esigenza di fronteggiare il terremoto, per mitigare gli effetti negativi e ridurli al minimo. La creazione di una rete di comunicazione del rischio sarebbe necessaria per permettere di ideare dei possibili metodi di salvaguardia. La creazione di possibili scenari futuri, prendendo in considerazione i possibili effetti diretti ed indiretti del sisma e la loro gestione, aiuta a salvaguardare le vite attraverso l'istituzione di piani di gestione dell'emergenza precisi.

Ideare preventivamente possibili piani di intervento costringe le Amministrazioni Locali a conoscere le reali risorse a loro disposizione: umane, finanziarie e strutturali e a prendere coscienza del territorio nel quale si vive, dell'esistente: beni materiali e immateriali, delle possibili perdite economiche, delle possibili alternative di evacuazione e la conoscenza dei luoghi dove collocare le strutture di emergenza.

L'Emilia – Romagna, dopo il terremoto che l'ha colpita il 20 maggio 2012 provocando numerosi danni ad alto impatto socioeconomico, ha deciso di ideare un piano di comunicazione, informazione e formazione del rischio sismico utilizzando differenti canali: la Pubblica Amministrazione, il Ministero dell'Istruzione, la rete internet e la legge regionale di partecipazione 3/2010.

Il Ministero dell'Istruzione ha attivato un progetto *La scuola studia e racconta il terremoto* per spiegare cosa sia un terremoto, le sue cause e i suoi effetti. Questo progetto coinvolge dalle scuole di infanzia alle scuole superiori e in tutta l'Emilia sono molte le strutture che hanno aderito all'iniziativa, riuscendo a spiegare cosa sia un sisma con differenti forme di informazione: video, film, canzoni, spettacoli teatrali, disegni, pitture, plastici e opere letterarie. La Regione ha abbinato la legge regionale sulla partecipazione con la sua rete internet attivando un portale sulla partecipazione nel quale dopo il sisma è stata attivata una intera sezione sul terremoto e sui possibili modi di informazione, formazione e comunicazione dei cittadini. In tale sezione: *Io partecipo* + è possibile, dopo l'iscrizione, prendere parte e giudicare i differenti piani di osservazione attivati proponendo nuove idee per attuare un adeguato piano di gestione e prevenzione del rischio sismico.

La città di Ferrara, dopo l'evento sismico del 20 maggio 2012, prende coscienza di vivere in un territorio a rischio sismico e che la maggioranza dei danni riportati dalle strutture edilizie sono stati causati non direttamente dal terremoto ma dallo stato di conservazione degli edifici: mancate ristrutturazioni, consolidamenti e manutenzioni. Non solo gli stessi cittadini si sono resi conto che gli abitanti feriti sono stati vittime del loro stesso comportamento, poiché non sono stati educati, informati e formati su cosa sia un terremoto, come comportarsi durante l'evento ma soprattutto come prevenire i danni e i futuri impatti. Il Comune di Ferrara ha deciso di fronteggiare il terremoto intervenendo sia sugli abitanti, aumentando la percezione e



la consapevolezza del rischio sismico sia sulle strutture abitative edificate prima del 2003, prima dell'Ordinanza n. 3274, promuovendo una rete di controlli per la messa in sicurezza e il consolidamento.

Tutto ciò è stato possibile con la creazione di un piano di Gestione per la riduzione del rischio sismico e i suoi effetti con strategie, procedure di intervento, pratiche quotidiane e abitudini per la gestione ordinaria del rischio sismico attraverso l'utilizzo della legge regionale di partecipazione 3/2010 grazie alla quale è stato possibile l'attivazione di: *Laboratori partecipativi di Prevenzione del danno sismico* a cura dell'Urban Center del Comune di Ferrara e con il progetto di prevenzione sismica con gli abitanti sviluppato dal Laboratorio dell'Università Waseda di Tokyo, lo Shigeru Satoh Laboratory e con la collaborazione dell'Agenzia Nazionale Enea, Centro Ricerche di Bologna.

Il Processo partecipativo è stato articolato in quattro fasi (Avvio, Progettazione, Svolgimento e Conclusione) nelle quali si sono confrontati esperti, cittadini e Enti.

La dimensione territoriale nella quale si è scelto di operare sono gli aggregati urbani della parte medioevale del centro storico, per tre motivazioni principali:

1. ha avuto il maggior numero di danni e richieste di sopralluogo a seguito del sisma
2. studi condotti sul sottosuolo
3. numerosi progetti di ricerca interdisciplinari promossi dall'Università sull'analisi del patrimonio culturale cittadino.

I cittadini sono stati coinvolti attraverso quattro Laboratori partecipati che hanno avuto inizio il 26 marzo 2013 e si sono conclusi a Luglio con un Tavolo di Negoziazione nel quale sono state definite le proposte e il modello di Prevenzione del rischio.

Le proposte presentate e definite sono state:

A. Comunicare: Verso la Prevenzione Civile Diffusa

Organizzare un sistema pubblico di informazione, comunicazione e sensibilizzazione alla prevenzione sismica con la collaborazione dei cittadini e degli Operatori Urbani interessati e con l'utilizzo di tutti gli strumenti utilizzabili possibili

B. Sensibilizzare: Apprendere il terremoto come comunità

Organizzare delle campagne di sensibilizzazione periodiche sia di quartiere, sia di condominio con la collaborazione della pubblica amministrazione, dei cittadini e degli Operatori Urbani interessati, in modo da educare la mente alla prevenzione sismica sia del singolo cittadino sia della collettività. Attivare un *Piano di Prevenzione sismica* in casa e di condominio che delinea le buone pratiche da adottare sia prima che durante l'emergenza e anche che tratti la cooperazione e l'aiuto

C. Intervenire: Un modello di intervento pubblico-privato

Sperimentare un caso pilota per poi definire un modello di intervento da estendere all'intera città attraverso il quale affrontare la risoluzione delle principali problematiche di intervento sul fabbricato: quadro conoscitivo della abitazione nella quale si vive, l'anno di edificazione e l'aggregato urbano nel quale è collocato e come effettuare le adeguate manutenzioni. Tutto deve avvenire con le collaborazioni pubblico-private.

L'elemento centrale visibile nelle proposte presentate è che la loro attivazione può avvenire soltanto con un impegno deciso e fermo della Pubblica Amministrazione e con la collaborazione di Operatori Urbani: tutti i soggetti privati che vogliono e che possono essere d'aiuto.

La messa in atto di decreti e pratiche che tengano conto della prevenzione sottolinea che inizia ad esserci l'esigenza di creare dei possibili scenari futuri su come sia possibile prevenire il rischio e come intervenire attuando una adeguata valutazione e gestione non solo dopo il sisma, ma anche prima e durante il suo corso.

La provincia di Rovigo, ha ideato e messo in pratica, nel 2012 dopo il terremoto, un *Piano di Emergenza speditivo per il rischio sismico* in cui vengono esplicitate le procedure di gestione e le modalità di comportamento nella fase di allarme e di emergenza.

In esso, prima di elencare le modalità di comportamento da seguire per le differenti unità operative, viene descritto cosa si intende per Allarme e per Emergenza. *Allarme* è la fase iniziale in cui si ha notizia di un evento sismico certo ma se ne ignorano le effettive conseguenze sul territorio e la popolazione (*Evento sismico certo ma danno ipotetico*); *Emergenza*, si verifica nel momento in cui, oltre ad avere certezza dell'evento, se ne ha consapevolezza della gravità in rapporto all'entità ed alla tipologia dei danni prodotti

al territorio ed alla popolazione (da *Piano di Emergenza Speditivo per il Rischio Sismico per la provincia di Rovigo*, Edizione del 6 luglio 2012, p. 2).

Il piano si basa prima di tutto sulla messa in sicurezza durante lo sciame sismico della popolazione, che viene guidata in differenti aree a basso rischio a seconda del distretto di appartenenza. Per effettuare tale piano e per metterlo in atto la Provincia di Rovigo e la Regione Veneto, hanno dovuto studiare il territorio, la sua composizione e formazione per trovare delle aree che non fossero classificate a forte rischio sismico; censire le strutture a loro disposizione cercando di mettere a norma quelle ritenute idonee per la fase di emergenza; applicare i riferimenti normativi in materia di Protezione Civile e indipendenza regionale e applicare i decreti emanati dal 2009 per la salvaguardia della popolazione, la valutazione e la riduzione del rischio sismico nel 2011 attraverso la vigilanza, la verifica e il controllo; creare una rete di gestione delle risorse in loro possesso; mettere in atto una rete di comunicazione fra i differenti enti, le strutture presenti che potessero essere utilizzate e le sale operative che ricevono le prime segnalazioni; la collaborazione delle presenti forze operative; il considerare la dimensione sociale: numero cittadini, età e disposizione e il mantenimento dell'ordine durante le procedure di allarme. La Provincia è stata suddivisa in sei distretti analizzando in ognuno di essi le strutture presenti e le loro caratteristiche in modo da garantire ad ogni distretto eguali strutture e opportunità di sopportare l'emergenza; è stata affidata la conduzione di ogni singola struttura ad un responsabile con il compito di coordinare anche la rete di comunicazione cittadini-sede operativa. Il piano è nato con la presa di coscienza dei possibili effetti di un sisma, e si basa su quei decreti nati dopo il terremoto de L'Aquila del 2009.

La consapevolezza di cosa sia il rischio sismico ha permesso la realizzazione da parte della Provincia di Rovigo di tale piano tanto da specificare nel testo che nel caso del rischio sismico, non è possibile individuare né una fase di attenzione, né una di preallarme e la pianificazione riferita al rischio in questione prevede solo due fasi significative e cioè l'allarme e l'emergenza, di cui abbiamo detto in precedenza. Questo piano esprime l'elevata percezione che qualche Amministrazione Locale ha sviluppato rispetto al sisma. Allo stesso tempo il preciso schema di gestione dell'emergenza e dell'allarme dimostra come si sia acquisita una coscienza e consapevolezza degli effetti sia diretti che indiretti dovuti allo sciame sismico.

L'alta percezione, la coscienza e la consapevolezza non nascono da sole o per l'effetto dell'osservazione di ciò che accaduto in una zona terremotata, ma nascono anche qui ex post l'evento sismico.

Il Piano di emergenza emanato il 6 luglio dalla Provincia e Prefettura di Rovigo è esempio della necessità di porre più attenzione alla valutazione del rischio sismico e alla salvaguardia dei cittadini attraverso la verifica e il controllo del costruito e del territorio.

È impossibile ottenere un rischio zero, ma è possibile ridurre il rischio con una attenta valutazione delle sue parti e attraverso la creazione di un piano di gestione che possa essere messo in atto al momento che l'evento si presenta e che possa essere di aiuto per prevedere i possibili scenari futuri riducendo gli impatti. La Provincia di Rovigo attuando tale piano ha dimostrato come sia possibile strutturare un preciso piano di azione che tenga conto della possibili conseguenze del terremoto, focalizzando l'attenzione non su normative per l'edificazione degli edifici o sulla salvaguardia dei beni, ma sulla salvaguardia delle persone, finanziando oltre a piani di gestione, piani di informazione e formazione.

L'Emilia - Romagna e la Provincia di Rovigo sono al momento gli unici Enti che hanno dimostrato la necessità di aumentare la percezione del rischio sismico, di attivare dei piani di comunicazione, informazione e gestione del rischio sismico che prevedono un network fra la popolazione, l'Amministrazione Locale e gli esperti, attraverso la necessità di una più accurata valutazione del territorio e una maggiore attenzione.

Alcune esperienze notevoli

Il modello giapponese

Un esempio di gestione è il modello Giappone, messo a punto a seguito del terremoto di Kobe del 17 gennaio 1995. Dopo tale evento il Giappone elaborò il nuovo piano di prevenzione descritto nell'*Earthquake Survival Manual* del Tokyo Metropolitan Government, diviso in sei punti:

1. Informativa di prevenzione su larga scala con volantini, manuali e ogni tipo di documenta-

zione nelle scuole, nei palazzi e nei centri turistici per stranieri;

2. Strutture pre-organizzate e visibili di cartellonistica di percorsi di emergenza, dando istruzioni con differenti foto e segni, ad esempio la carpa/pesce gatto indica quali siano le grandi arterie che sono chiudibili in pochi minuti con possibilità di confluire il flusso di emergenza;
3. Pianificazione dettagliatissima delle evacuazioni post-sisma;
4. Strutture globali antisismiche: abitazioni, tubazioni e cavi elettrici, rese tali dall'utilizzo di



- isolatori sismici e elementi di attrito (slitte);
5. Kit di sopravvivenza che permette di sopravvivere alcuni giorni nell'attesa dei soccorsi, con all'interno torcia e radio a carica, garze, cerotti e disinfettante, acqua, barrette energetiche, un fischietto e molto altro, sono presenti in uffici, scuole e case, posizionate sulle porte o sotto le scrivanie o sotto i banchi;
 6. Esercitazioni cicliche antisisma che vengono effettuate da scuole, uffici e da tutta la popolazione in modo che venga mostrato il percorso, il modo in cui affrontare l'emergenza e pertanto educare gli individui al sisma e alla sua gestione.

I giapponesi hanno mostrato e mostrano al resto del mondo come ci si comporta di fronte ai pericoli, come essi siano consapevoli dei rischi e la fiducia che hanno nelle istituzioni e nella loro capacità di gestione dei rischi. Un giapponese non si preoccupa del pericolo poiché è convinto che verrà una persona delle istituzioni incaricata che darà ordini e direttive sul come comportarsi ed è pronto a seguire le indicazioni che riceverà. Di recente è stato attivato un sistema di *short message service* per comunicare l'imminente rischio.

Ovviamente la popolazione deve anche essere educata alla cultura dell'informazione, ossia a comprendere innanzitutto che informazione non equivale ad allarme ma che bisogna imparare a convivere con il rischio; essere informati è sempre meglio e può essere utile per mitigare gli effetti. In Giappone, dove la cultura sismica è ben radicata nella popolazione, si impara come comportarsi in caso di terremoto fin dai primi anni di scuola. Ciò contribuisce a formare cittadini consapevoli, che pretendono la sicurezza delle proprie abitazioni, e progettisti e costruttori che sanno come garantirla.

Il modello Friuli

Il 26 settembre 1997, una scossa sismica di magnitudo 6.1 colpì l'Umbria e le Marche causando, oltre le vittime e molti danni alle abitazioni, il crollo di parte degli affreschi e delle quattro volte della Basilica superiore di San Francesco in Assisi. I primi interventi post-terremoto furono indirizzati alla messa in sicurezza della Basilica e al recupero dei frammenti di affresco andati persi nelle macerie. La Basilica rimase chiusa fino al 29 novembre 1999 e i restauri degli affreschi furono ultimati nel 2006. *L'operazione, costata in totale 72 miliardi di lire, fu applaudita anche all'estero*¹⁵. Il New York Times parlò di *lavoro*

¹⁵ La Repubblica.it, *Riapre la Basilica di Assisi sconfitto il terremoto*, articolo del 27 Novembre 1999, in Cultura e Scienze

straordinario, di modello di velocità e cooperazione quasi superumana. Approfittando, però, dell'occasione per lanciare una frecciata polemica al resto dei lavori di ricostruzione post sisma. *Oltre 10.000 persone - scrisse il quotidiano della Grande Mela - vivono ancora nei container, e si avviano a passare il terzo Natale nelle affollate scatole di metallo*. Gli americani criticarono l'aver posto più attenzione all'arte che alle persone e, anche tra i locali uno dei più miti commenti fu: *Francesco avrebbe pensato prima alla gente e poi a sé*. Tecnici e politici si opposero a tali critiche, dimostrando che il cardine economico della città di Assisi era ed è la Basilica di San Francesco con i suoi affreschi: con la riapertura della Basilica e l'arrivo dei turisti fu possibile attuare il piano di ricostruzione dell'intera cittadina.

Un caso differente è il terremoto che colpì il Friuli il 6 maggio 1976, di magnitudo 6.4. La ricostruzione fu rapida e completa, nonostante una lunga serie di scosse di assestamento, che continuarono per diversi mesi. I fondi pubblici stanziati furono gestiti dal Commissario straordinario, nominato dal Governo il 15 settembre, e dalla Regione, che poi assegnò ai sindaci il ruolo di *funzionari delegati* puntando ad una cooperazione attiva e decisionale con gli Enti Locali. I quarantamila sfollati furono spostati per l'inverno sulla costa adriatica e rientrarono tutti in villaggi prefabbricati costruiti nei rispettivi paesi il 31 marzo 1977. La ricostruzione durò dieci anni seguendo questo ordine: prima l'apparato produttivo, poi le case, poi le chiese. In questo modo fu garantito non soltanto il ripristino della situazione socio-economica esistente, ma si puntò alla rinascita e a un ulteriore sviluppo economico della comunità friulana. L'ex Presidente della Regione Friuli Venezia Giulia affermò che la ricostruzione del Friuli poteva essere considerata un esempio di *federalismo solidale*. Lo Stato garantì le risorse finanziarie e la Regione, assolvendo la funzione di guida e di coordinamento dell'intero processo di ricostruzione attraverso la programmazione.

Il caso de L'Aquila

L'Aquila fu dichiarata sismica per la prima volta nel 1915 a seguito del terremoto di Avezzano e oggi è considerata fra le zone a maggiore pericolosità sismica in Italia. Il sisma del 6 Aprile 2009 di magnitudo 6.3 ha causato numerose vittime, fra cui molti giovani, e ingenti danni diretti ed indiretti.

Durante l'emergenza fu attribuita la qualifica di Commissario delle Emergenze al capo del Dipartimento della Protezione Civile che predispose due fasi per l'emergenza: nella prima vennero forniti i

soccorsi alla popolazione coinvolta; nella seconda furono realizzate e gestite le tendopoli, costruite le case provvisorie e messi in sicurezza gli edifici danneggiati. Poche settimane dopo l'evento fu approvato il Decreto Legge 28 aprile 2009, n.39 *Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile*. Il grado di danneggiamento degli edifici fu valutato classificandoli su una scala di agibilità dalla classe A (*Agibili*) alla classe E (*Inagibili*) con classi intermedie per i vari livelli di danno.

Il tessuto urbano aquilano ha edifici di varie epoche edificati con differenti tipologie di materiali ma pochissimi sono stati costruiti dopo il 2003, ossia con una normativa di concezione avanzata. Il centro storico ha subito gravi danni, ma molte strutture hanno sopportato il sisma grazie ad una buona manutenzione. La fase di ricostruzione è tutt'ora in via di sviluppo e l'allungamento dei tempi previsti sta causando innumerevoli impatti socio-economici alla popolazione, la quale si trova a non avere più un luogo con il quale identificarsi. Per velocizzare la creazione di progetti per la ricostruzione è stato attivato un sito, <http://www.noilaquila.com/>, nel quale viene mostrata sia la situazione della città passata e presente sia il possibile scenario futuro della città. Nell'area *Ispira il futuro* viene chiesto ad ogni cittadino, esperto e utente di ipotizzare la ricostruzione de L'Aquila con degli strumenti in 3D che aiutano nella edificazione e nella ricostruzione dell'intera città. Secondo gli esperti questo progetto coinvolge i cittadini nella costruzione della città creando coesione sociale e partecipazione degli abitanti e degli utenti, mostra lo stato attuale della città e aiuta a rendersi conto, con l'utilizzo di strumenti tecnologici, se la struttura che si vuole realizzare sia a norma e se sia

possibile edificare quella determinata costruzione in quel tale modo e in quel luogo.

Il centro storico dovrebbe essere salvato e salvaguardato attraverso, ove possibile, la ricostruzione con materiali e tecniche moderne in conformità alle norme tecniche in vigore, rispettando la struttura architettonica originale. Non è importante che la ricostruzione sia fatta in fretta, ma che sia *fatta bene* nei tempi tecnici minimi, poiché fretta non corrisponde né a qualità né a sicurezza. Sarebbe stato più semplice creare una nuova L'Aquila suddivisa in tante piccole nuove città? Secondo alcuni, adottando questa soluzione ciascuna cittadina sarebbe stata edificata in una zona a pericolosità sismica inferiore e si sarebbero potute costruire strutture di massima affidabilità, dotate delle più moderne tecnologie antisismiche e che avessero: alloggi funzionali ed innovativi, costruiti secondo le tecniche della robotica; un centro commerciale; negozi tradizionali; una piazza; un grande campo giochi verde; una scuola materna; una scuola media; una scuola elementare e una chiesa, che nell'insieme darebbero l'idea del vecchio agglomerato urbano aquilano.

Va, però, osservato che l'edificazione di una *New Town agglomerata* provocherebbe forti impatti sul tessuto sociale e sull'intera popolazione: la popolazione si identifica con la città, con il luogo di appartenenza e di nascita; la città conferisce agli abitanti un'identità, fa sì che le persone siano quelle che sono. Proporre di costruire una nuova città e per lo più smembrata significa non tener conto di ciò che la popolazione ha perso con il terremoto, del senso di appartenenza alla città e alla comunità e il fattore aggregazione sociale. I cittadini identificandosi con la città non vogliono cambiare nulla della sua struttura e di ogni elemento che la rappresenta e rende tale.





Rischio da frane e da alluvione

Nica Miranda e Luca Falconi, Massimo Bastiani, Cinzia Coduti, Claudio Puglisi

Frane e inondazioni: definizioni e generalità

Frane e inondazioni sono i processi naturali cui ci si riferisce quando si parla, rispettivamente di rischio geomorfologico ed idraulico. Nei processi di evoluzione dei versanti e di sviluppo delle pianure alluvionali, frane ed inondazioni sono fenomeni ordinari e estremamente frequenti, soprattutto in un'area geologicamente giovane qual è l'Italia. Si tratta di fenomeni naturali la cui passata attività ha contribuito, spesso in modo determinante, a modellare l'aspetto del territorio nelle forme che conosciamo oggi, basti pensare, ad esempio, che gran parte delle nostre pianure si sono formate con i materiali alluvionali depositati dai corsi d'acqua durante fenomeni di inondazione. Sono naturali processi evolutivi del territorio che possono provocare danni consistenti alle infrastrutture ed agli insediamenti antropici che ne sono coinvolti e, quando sono caratterizzati da modalità di accadimento piuttosto *rapide*, possono mettere a rischio anche l'incolumità delle persone. L'interazione tra dissesti e attività antropiche è di tipo reciproco e molto spesso modalità inappropriate di utilizzo e gestione del territorio sono all'origine dell'amplificazione dei dissesti in atto o dell'insorgere di nuovi. Non sono rari, infatti, gli esempi di nuovi insediamenti progettati e/o realizzati senza valutare la pericolosità geomorfologica e/o idraulica dei siti, così come sono purtroppo frequenti casi in cui l'assenza di una corretta *manutenzione* idraulica del territorio e/o l'uso di pratiche agrarie inadeguate favoriscono sia i fenomeni gravitativi sui versanti sia l'incremento degli eventi di piena.

Una frana può definirsi come un movimento di una massa di roccia, terra o detrito, sottoposta alla forza di gravità, lungo un versante, a causa della rottura dell'equilibrio statico preesistente. Le frane si verificano principalmente per una serie di cause di carattere naturale (litologia, morfologia, clima, vegetazione, struttura geologica, circolazione delle acque sia in superficie sia nel sottosuolo) cui si aggiunge anche l'azione dell'uomo che, sempre più frequentemente,

altera gli equilibri naturali. Le dimensioni del fenomeno variano notevolmente, sia in termini di volumi di materiale mobilizzato (da poche unità a milioni di metri cubi) sia in termini di velocità (da movimenti quasi istantanei a quelli di diversi giorni o addirittura dell'ordine di pochi centimetri all'anno). Da un punto di vista morfologico, nelle frane si distinguono tre zone: *la zona o nicchia di distacco*, luogo più elevato dell'area in frana, dove si trova la superficie di rottura/distacco; *la zona di scorrimento*, il luogo di transito del materiale; *la zona di accumulo*, parte inferiore dell'area di frana dove cessa il movimento.

Con il termine di inondazione si indica il processo di esondazione o straripamento di un corso d'acqua, ossia il traboccare di acque sovrabbondanti più o meno torbide che fuoriescono dagli argini o dalle rive di un fiume o di un torrente e che inondano le zone poste a quote altimetriche inferiori. Le inondazioni sono fenomeni naturali legati principalmente a precipitazioni piovose intense che favoriscono l'esondazione di corsi d'acqua. Durante un'inondazione, che ciclicamente interessa le pianure alluvionali o le aree di confluenza di fiumi e torrenti, oltre alla massa d'acqua, grandi quantità di fango e altri sedimenti vengono trasportati nei territori adiacenti al letto fluviale e depositati nella fase e nelle aree in cui la corrente diminuisce di velocità. La parola *alluvione* indica specificamente i sedimenti trasportati dal fiume al di fuori degli argini in seguito ad un'esondazione ed è pertanto errato definire alluvione un'esondazione in ambito scientifico. Proprio quei sedimenti alluvionali erano ed in parte sono fondamentali per rendere fertili le terre per la attività agricole; ne sono un tipico esempio i sedimenti del Nilo trasportati e sedimentati dalle sue esondazioni.

L'effetto dannoso delle frane e delle inondazioni è comunemente sintetizzato nel termine *dissesto idrogeologico*, cui è soggetta una certa porzione di territorio. L'*Idrogeologia* è quella parte dell'Idrologia che si occupa dell'analisi delle caratteristiche quali-quantitative, della distribuzione e dei movimenti delle acque sotterranee, direttamente relazionate con la precipitazione delle acque meteoriche all'interno dei suoli e delle

rocce della crosta terrestre. In senso lato, rientrano in essa tutti i problemi di mutua interferenza che nascono allorché le acque di precipitazione vengono a contatto con il suolo o penetrano nel sottosuolo attraverso le discontinuità in esso presenti. In questo senso essa comprende anche lo studio dei processi di modellamento erosivo collegati alle acque e, di conseguenza, lo studio dei fenomeni d'instabilità dei terreni e delle rocce determinati o comunque connessi all'azione delle acque¹.

In questa accezione, il concetto di rischio idrogeologico è particolarmente esteso e, sebbene sia ampiamente utilizzato in ambito sia tecnico che divulgativo, esso contiene un elemento di ambiguità legato al fatto che coinvolge problematiche anche molto differenti. Quando si parla di *vulnerabilità idrogeologica*, ad esempio, ci si riferisce alla potenziale capacità degli acquiferi, corpi idrici contenuti nel sottosuolo, di essere soggetti a processi di inquinamento e contaminazione. Nel tentativo di evitare ambiguità, da alcuni anni è stato introdotto in ambito scientifico il termine *rischio (e dissesto) geo-idrologico* per indicare i processi legati a frane ed inondazioni, lasciando il termine idrogeologico all'identificazione delle dinamiche idrologiche del sottosuolo.

Comunemente il rischio è percepito come una combinazione della eventualità che si verifichi una situazione sfavorevole con le conseguenze più o meno gravi che questo potrà causare (vedi Capitolo 1 e Capitolo 22). Anche se il livello di rischio può essere quantificabile in maniera obiettiva, il rischio esiste soltanto se comporta un danno. La definizione del rischio è legata a due concetti fondamentali: il *pericolo* e la *valutazione* del rischio. Il pericolo si definisce come la proprietà intrinseca di un dato fenomeno che presenta il potenziale a fare danni. Ne consegue che il rischio può essere inteso come la probabilità che una situazione di pericolo si concretizzi in danno. Questa affermazione vede il rischio come una variabile dipendente contemporaneamente dagli elementi *probabilità* e *danno*. La *gestione* del rischio rappresenta, invece, l'insieme delle operazioni analitiche richieste per individuare i rischi nonché le misure preventive e protettive necessarie per eliminarlo o ridurlo. Il rischio esprime il numero atteso di perdite di vite umane, di feriti, di danni a proprietà, di distruzione di attività economiche o di risorse naturali, dovuti ad un particolare evento dannoso. Vale, pertanto, la relazione generale che lega il rischio con la pericolosità, la vulnerabilità e il valore:

¹ <http://www.treccani.it/enciclopedia/tag/idrogeologia/>

Rischio = pericolosità x vulnerabilità x valore

La *pericolosità* è intesa come la probabilità che in una zona si verifichi un potenziale evento dannoso con una certa intensità entro un dato periodo di tempo ed è anche, funzione della frequenza dell'evento. La *vulnerabilità*, invece, è una misura della propensione di ciascun elemento a subire danni in occasione del manifestarsi di un evento di una certa intensità. Il suo valore viene espresso generalmente in una scala da 0 (nessuna perdita o danno) a 1 (perdita totale) ed è adimensionale. La vulnerabilità fornisce una misura del legame tra intensità di un evento su un predefinito sistema territoriale ed entità dei danni potenziali sul sistema stesso, dove il danno potenziale, rappresenta l'entità potenziale delle perdite attese nel caso si verifichi l'evento temuto. Il *valore*, infine si riferisce all'elemento che deve sopportare l'evento, e può essere espresso dal numero di presenze umane, o dal valore economico di una proprietà, o dalla capacità produttiva, o da una risorsa naturale utilizzata o utilizzabile dalla società umana, esposti a un determinato pericolo. Ne consegue che il prodotto *vulnerabilità x valore* esprime il numero di perdite umane, danni materiali, perdita di efficienza e funzionalità delle infrastrutture in seguito al verificarsi di eventi dannosi.

Occorre sin da adesso sottolineare la notevole complessità connessa con la determinazione del rischio, qualsiasi sia il fenomeno considerato, a causa della scarsa conoscenza quantitativa della probabilità del verificarsi di alcuni fenomeni naturali, dell'elevata non linearità di azione, specificatamente in termini di danno arrecato, in relazione alla dinamica dell'evento, alla sua persistenza temporale, alla presenza di effetti di soglia, singoli o multipli, ed infine per effetto dell'estensione spaziale cui tali metodologie debbono essere impiegate.

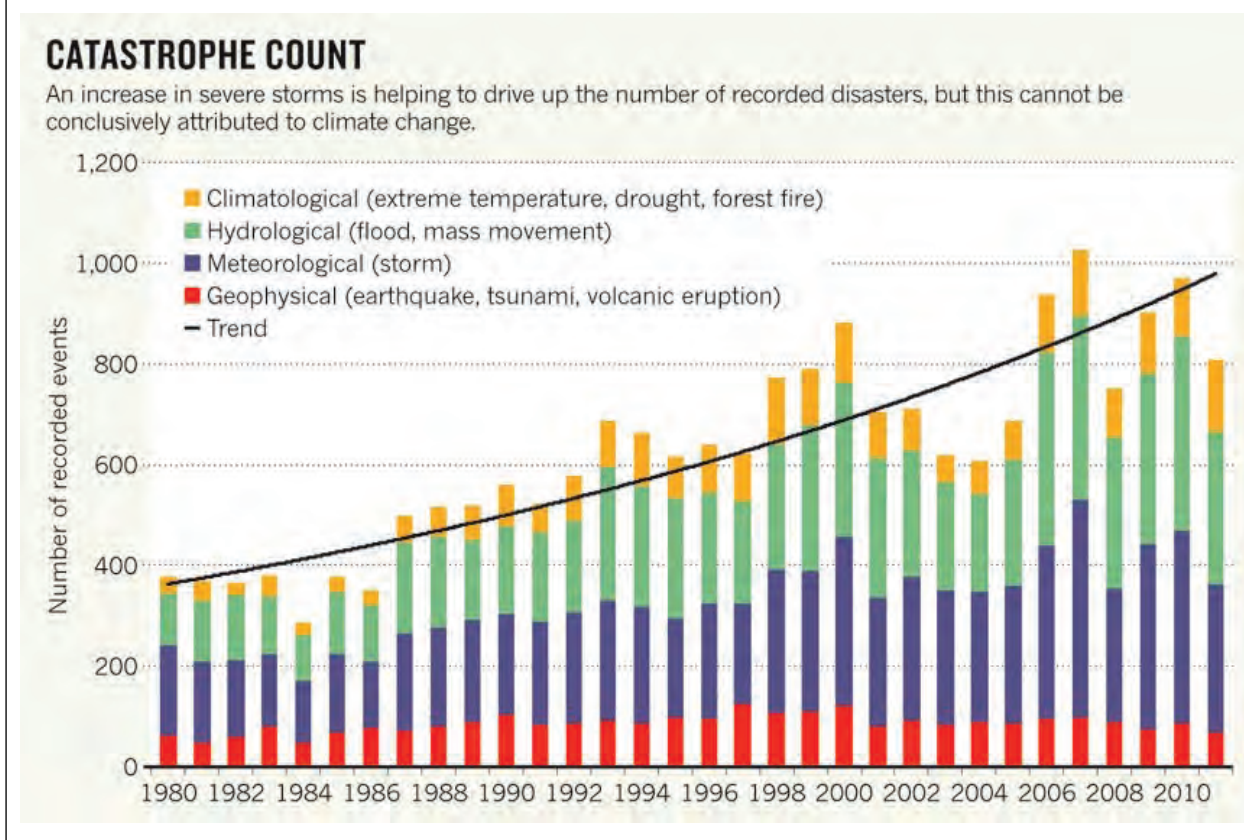
Le difficoltà di taratura dei modelli probabilistici dipende dalla frequente carenza di dati disponibili, che rappresentano il più delle volte il punto di partenza delle elaborazioni condotte per la valutazione del rischio. Appare, pertanto, necessaria una verifica critica preliminare delle metodologie che si intendono adottare alla luce dei dati di cui ragionevolmente si ritiene di poter disporre, principalmente per effetto della stretta correlazione esistente fra le scale spaziali e temporali dei fenomeni indagati.

L'entità dei danni prodotti dalle catastrofi legate alle dinamiche climatiche, e tra queste frane e inondazioni, è in aumento a livello globale², come visibile nella Figura 23.1, e il quadro italiano, però, non è meno preoccupante³.

² Schiermeier Q., (2012), *Nature*, 481, pp.124–125, doi:10.1038/481124
Barthel F., Neumayer E., (2012), *A trend analysis of normalized insured damage from natural disasters*. Climatic Change, 113 (2), pp. 215-237

³ Ance/Cresme, (2012), *Lo stato del territorio italiano 2012. Insediamento e rischio sismico e idrogeologico*, Primo Rapporto, Roma

Figura 23.1 - Variazione negli ultimi 30 anni a livello globale del numero di eventi calamitosi registrati distinti in quattro tipologie



Fonte: *Nature*, 2012. Rappresenta: *climatologici* (arancione: ondate di calore, siccità, incendi), *idrogeologici* (verde: inondazioni e frane), *meteorologici* (blu: tempeste) e *geofisici* (rosso: terremoti, tsunami, eruzioni vulcaniche). Si può notare come, a fronte di una certa stabilità del numero di eventi geofisici, siano in crescita le altre tre tipologie, tutte legate alle dinamiche climatiche.

In Italia il dissesto da frana e inondazione è diffuso in modo capillare. Tale condizione è determinata principalmente dalla conformazione geologica e geomorfologica caratterizzata da un'orografia giovane e da rilievi tutt'ora in via di sollevamento. Le aree a elevata criticità idrogeologica (frane e inondazioni), infatti, rappresentano il 10% della superficie nazionale e l'89% dei comuni. Nelle aree a elevata criticità idrogeologica si trovano circa 1,2 milioni di edifici e 5,8 milioni di persone. Delle 56.600 frane che hanno provocato danni, la maggior parte, circa il 43%, ha interessato infrastrutture di trasporto o terreni agricoli, 27%. Il Paese è evidentemente esposto ad una situazione di rischio elevato per la popolazione e per i beni materiali, la cui dimensione è stata stimata, per il solo 2011 e per le sole frane, pari a perdite per 1,63 miliardi di euro. Considerando le attuali dinamiche demografiche e l'attuale classificazione del rischio idrogeologico, emerge che una quota significativa del potenziale di crescita demografica interesserà proprio aree già oggi ad elevato rischio, come mo-

stra la Tabella 23.1. Tale scenario indica l'assoluta necessità di messa in sicurezza di territori che, sebbene fragili dal punto di vista ambientale, risultano assai dinamici ed attrattivi dal punto di vista economico.



Tabella 23.1 - Aree in frana distinte per regione

Regione/Provincia Autonoma	Numero dei fenomeni franosi	Densità dei fenomeni franosi	Area interessata dei fenomeni franosi	Indice di Franosità	Indice di Franosità su area montano-collinare
	n.	n./100 Km ²	Km ²	%	%
<i>Piemonte</i>	35.023	126	2.540	9,1	15,0
<i>Valle d'Aosta</i>	4.359	134	520	16,0	16,0
<i>Lombardia</i>	130.538	547	3.308	13,9	29,9
<i>Bolzano-Bozen</i>	1.995	27	463	6,2	6,3
<i>Trento</i>	9.385	151	879	14,2	14,7
<i>Veneto</i>	9.476	52	223	1,2	3,1
<i>Friuli Venezia Giulia</i>	5.253	67	511	6,5	14,8
<i>Liguria</i>	7.515	139	425	7,9	8,1
<i>Emilia Romagna</i>	70.037	317	2.511	11,4	23,2
<i>Toscana</i>	29.208	127	1.035	4,5	5,6
<i>Umbria</i>	34.545	408	651	7,7	8,7
<i>Marche</i>	42.522	442	1.882	19,4	21,2
<i>Lazio</i>	10.548	61	398	2,0	3,0
<i>Abruzzo</i>	8.493	78	1.241	11,4	12,5
<i>Molise</i>	22.527	508	494	11,1	12,5
<i>Campania</i>	23.430	171	973	7,1	8,8
<i>Puglia</i>	843	4	85	0,4	1,0
<i>Basilicata</i>	9.004	90	298	3,0	3,6
<i>Calabria</i>	9.417	62	822	5,5	6,0
<i>Sicilia</i>	3.657	14	500	1,9	2,2
<i>Sardegna</i>	1.523	6	188	0,8	1,0
ITALLA	469.298	155	19.946	6,6	8,9

Fonte: Ispra, 2007⁴

Le criticità derivanti dallo stato di dissesto idrogeologico in cui versa il territorio italiano sono state oggetto negli ultimi decenni di diversi studi e rapporti. Una pietra miliare in quest'ambito è costituita dal Rapporto della Commissione De Marchi del 1970⁵ i cui lavori vennero avviati in seguito all'alluvione di Firenze del 1966. Questa celebre e autorevole relazione ebbe il merito anche di porre le basi per una legge nazionale sulla tutela del suolo che vide la luce soltanto 19 anni dopo⁶. Negli anni '90, il Progetto AVI⁷, commissionato dal Ministro per il Coordinamen-

to della Protezione Civile al Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (Gndci) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Cnr), aveva realizzato il censimento delle aree del paese colpite da frane e da inondazioni per il periodo 1918-1990. Nonostante le numerose limitazioni, il censimento del Progetto AVI rappresentò il più completo ed aggiornato archivio di notizie su frane ed inondazioni avvenute nel secolo passato realizzato in Italia fino ad allora. All'inizio degli anni '90 il Servizio Geologico Nazionale pubblicò il rapporto *Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*⁸ in cui sono esposte informazioni sul dissesto geologico e geoambientale in Italia sotto il profilo del dato quantitativo e delle interazioni sociali. Le categorie di eventi

⁴ Ispra, (2007), *Rapporto sulle frane*, Rapporti 78/2007, ISBN: 978-88-448-0310-0

⁵ <http://www.censu.it/relazione-de-marchi/>

⁶ L.183 del 19 maggio 1989 - *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*

⁷ Progetto AVI, Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche: <http://avi.gndci.cnr.it/>

⁸ Catenacci V., (1992), *Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Vol. 47/1992. Servizio Geologico Nazionale

prese in considerazione sono i fenomeni idrogeologici, principalmente franosi e torrentizio-fluviali, di inquinamento degli acquiferi, sismici, vulcanici e bradisismici.

Con il *Rapporto sulle frane in Italia* del 2007, l'Ispra fornì i risultati del Progetto IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia) che ha come obiettivo l'identificazione e la mappatura dei movimenti franosi sull'intero territorio nazionale secondo modalità standardizzate e condivise⁹.

Più recentemente sono i rapporti di alcune associazioni ambientaliste nazionali¹⁰, di ordini professionali^{11,12} o di associazioni di categoria¹³, a fornire periodicamente un quadro sullo stato di dissesto del Paese. La sensibilizzazione dell'opinione pubblica costituisce uno strumento indispensabile per la lotta alle condizioni di dissesto del territorio. In questo senso sono fondamentali le iniziative dei media che utilizzano anche gli strumenti più avanzati per promuovere l'informazione sul tema^{14,15}.

Cause di frane e inondazioni

Frane ed inondazioni, come già detto, sono fenomeni la cui origine è riconducibile a processi principalmente naturali cui si aggiunge una certa componente antropica. L'aggravarsi degli eventi calamitosi e l'incremento della loro frequenza è da attribuire all'interconnessione tra i processi naturali e l'antropizzazione, che ha sicuramente messo ulteriormente in evidenza la fragilità del territorio italiano, aumentando l'esposizione ai fenomeni e quindi il rischio stesso. Nella relazione, che esprime il rischio come prodotto tra vulnerabilità, pericolosità e valore degli elementi a rischio, si ha un aumento di quest'ultimo fattore in cui gli elementi a rischio sono gli esseri viventi, le strutture, le infrastrutture e le attività commerciali.

L'aumento delle condizioni di rischio può essere attribuito in primo luogo agli incrementi demografico ed urbanistico, che hanno determinato un aumento dei beni esposti al rischio, in termini di vite umane, strutture e infrastrutture. L'*inurbamento* e l'*antropizzazione pervasiva*, anche dei territori più fragili, hanno influito fortemente sull'aumento della pericolosità dei fenomeni geomorfologici e idraulici. Il primo, sviluppatosi già in età protostorica ma cresciuto sostanzialmente nel corso del '900, ha comportato un esodo dalle aree rurali verso quelle urbane con conseguente deficit di manutenzione di aree storicamente trasformate e gestite dall'uomo. La seconda si è concretizzata in un forte incremento dell'impermeabilizzazione del suolo, che condiziona la capacità di assorbire l'acqua piovana, e della canalizzazione dei corsi d'acqua (canali irrigui, canali di bonifica, arginature). Le canalizzazioni, se da un lato costituiscono uno strumento di difesa locale dalle inondazioni, dall'altro determinano anche un pericoloso incremento della velocità nei corsi d'acqua ed ad una conseguente riduzione dei tempi di corrivazione. A questi fattori di carattere prettamente antropico, si aggiunge l'incremento della frequenza degli eventi estremi, tra cui quelli pluviometrici, registrato negli ultimi decenni e legato alle dinamiche di cambiamento del clima (vedi Capitolo 6). Al di là dell'origine antropica o naturale dei cambiamenti climatici, l'aumento della temperatura atmosferica e delle acque marine si accompagna alle nostre latitudini ad una concentrazione delle precipitazioni in un numero di eventi sempre minore ma dall'intensità maggiore come visibile dalla Figura 23.2. Tali dinamiche si riflettono in un notevole aumento della pericolosità dei fenomeni legati alle dinamiche atmosferiche e, in particolare, dei danni prodotti da frane superficiali e inondazioni improvvise.

⁹ L'inventario del Progetto IFFI ha censito ad oggi oltre 486.000 fenomeni franosi che interessano un'area di 20.721 km², pari al 6,9% del territorio nazionale. Nel Rapporto del 2007 sono presentate la metodologia di lavoro, le specifiche tecniche per la realizzazione dell'Inventario, le statistiche e le elaborazioni dei dati, i rapporti regionali

¹⁰ Legambiente & Protezione Civile, (2014), *Ecosistema a rischio 2013*, Monitoraggio sulle attività comunali per la mitigazione del rischio idrogeologico

¹¹ Consiglio Nazionale dei Geologi (2010), *Il dissesto idrogeologico in Italia*, Cap. 3

¹² Consiglio Nazionale dei Geologi (2010), *I costi del rischio del non controllo*, Cap. 7

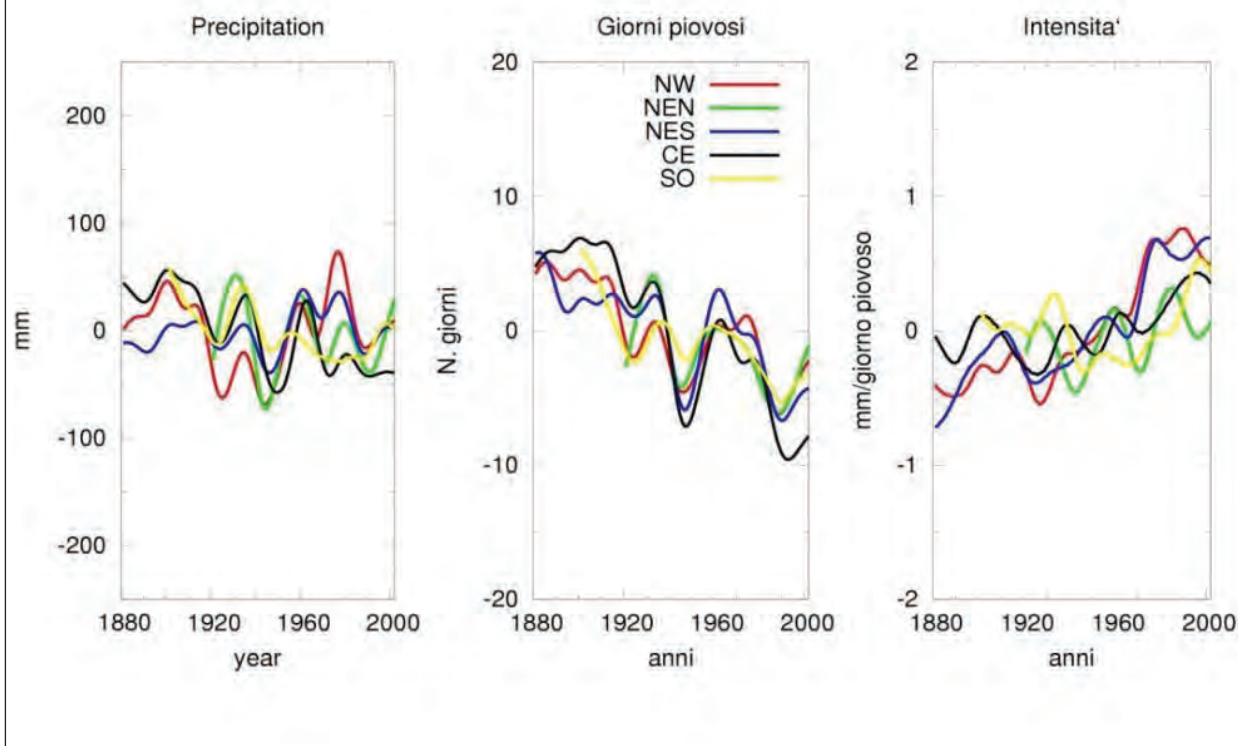
¹³ http://www.camera.it/temiap/temi16/CRESME_rischiosismico.pdf

¹⁴ Pagina interattiva del quotidiano La Stampa: <http://www.lastampa.it/medialab/data-journalism/dissesto-idrogeologico>

¹⁵ Ance, Consiglio Nazionale degli Architetti, Consiglio Nazionale dei Geologi e Legambiente, *Reportage attraverso i luoghi simbolo del dissesto*: www.dissestoitalia.it



Figura 23.2 - Variazione dei valori di precipitazione, del numero di giorni piovosi e dell'intensità degli eventi piovosi tra il 1880 ed il 2000 in Italia



Fonte: Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Cnr del 2007

Cause del rischio da frana

Una frana avviene quando all'interno del substrato roccioso o della copertura superficiale di suolo si produce una rottura secondo una superficie più o meno regolare. Lo sviluppo della superficie di rottura indica che gli sforzi agenti, costituiti dalla forza di gravità che tende a far muovere la massa verso il basso, sono maggiori degli sforzi reagenti, costituiti dagli attriti all'interno del materiale che invece tendono a bloccarla.

I fattori che determinano una maggiore o minore predisposizione allo sviluppo di frane possono essere suddivisi in fattori della franosità naturali pressoché immutabili nel tempo, fattori della franosità naturali variabili nel tempo e fattori antropici. A tali fattori poi vanno aggiunti i fattori scatenanti responsabili dell'innescare del fenomeno stesso.

I *fattori naturali immutabili* nel tempo sono essenzialmente costituiti da:

- caratteristiche litologiche del substrato roccioso o del suolo quali composizione, coesione, resistenza al taglio, caratteristiche granulometriche, presenza e geometria di eventuali discontinuità (strati, scistosità, fagliazione);

- caratteristiche morfologiche ovvero orientazione e pendenza dei versanti dell'area di interesse. Soprattutto quest'ultima riveste una particolare importanza, poiché la forza che permette il movimento della frana è quella di gravità, per cui tanto più è inclinata la superficie topografica, a parità degli altri fattori, tanto maggiore è l'instabilità e la velocità con la quale il movimento franoso si esplicherà;
- caratteristiche idrogeologiche quali la permeabilità dei suoli e delle formazioni rocciose che condiziona il tipo di circolazione idrica superficiale e sotterranea; quest'ultimo fattore risulta essere in assoluto uno dei più importanti in quanto la circolazione delle acque sotterranee è collegata all'entità ed alla distribuzione delle pressioni neutre che sono spesso causa dei fenomeni franosi.

I *fattori naturali variabili* nel tempo sono essenzialmente costituiti da:

- caratteristiche della copertura vegetale le cui variazioni stagionali hanno una notevole influenza sulla permeabilità e sulla erodibilità dei versanti;
- modificazioni morfologiche connesse con

altri processi morfologici, come ad esempio l'erosione al piede di un versante susseguente a un evento di inondazione, può modificare lo stato di equilibrio del versante stesso, così come una frana può cambiare le condizioni di equilibrio di altri tratti di versante;

- processi di dissoluzione chimica delle rocce e dei suoli che determinano un'alterazione chimico-fisica dei materiali sotterranei e un conseguente decremento delle caratteristiche di stabilità.

I *fattori antropici* sono essenzialmente costituiti da:

- azioni che incrementano gli sforzi tangenziali (di taglio) quali, ad esempio, aumenti di carico sul versante dovuti a costruzione di rilevati stradali o grandi opere in genere, o aumento dell'acclività del versante, susseguenti a sbrancamenti alla base del versante;
- variazioni di uso di suolo che determinano un decremento - incremento delle permeabilità dei suoli e delle loro caratteristiche geotecniche.

I *fattori scatenanti* sono essenzialmente costituiti da:

- precipitazioni e loro distribuzione sia spaziale sia temporale. Sia piogge brevi ed intense sia piogge prolungate, possono innescare fenomeni superficiali o profondi, a causa del decremento delle resistenze al taglio, dovuto all'aumento delle pressioni neutre. Con l'insorgere di sollecitazioni di natura sismica, l'acqua elimina totalmente la coesione apparente e riduce in maniera sensibile la resistenza per attrito. È da sottolineare come gli studi condotti negli ultimi anni dalla comunità scientifica sui cambiamenti climatici, hanno riconosciuto ampiamente la variazione della distribuzione delle piogge nel tempo e un incremento dell'intensità degli eventi estremi, già in atto anche nell'area mediterranea e sul territorio italiano. Tale condizione ha portato nell'ultimo ventennio ad un incremento di fenomeni di colate rapide di fango;
- modificazioni morfologiche all'insorgere di altri processi morfologici. A causa di altri processi morfologici al contorno, gli sforzi tangenziali possono aumentare sino a raggiungere l'equilibrio limite di un versante;
- attività sismica o vulcanica, poiché le sollecitazioni sismiche provocano un incremento degli sforzi tangenziali;
- esplosioni, legate ad esempio ad attività mineraria;
- sovraccarico dovuto al traffico stradale.

Cause del rischio da inondazione

Le cause delle inondazioni sono strettamente legate alle dinamiche del ciclo idrologico che descrive il continuo scambio di massa idrica tra l'atmosfera, la terra, le acque superficiali, le acque sotterranee e gli organismi viventi. La combinazione dei diversi processi fisici che caratterizzano il ciclo idrologico dell'acqua terrestre è illustrata nell'equazione del bilancio idrologico:

$$P = I + ET + R$$

dove

- P: precipitazioni (pioggia, neve, grandine);
- I: infiltrazione nel sottosuolo;
- ET: evapotraspirazione;
- R: ruscellamento superficiale.

L'infiltrazione è il fenomeno fisico per il quale l'acqua presente sulla superficie del terreno penetra al suo interno. Questo movimento avviene sia sotto la spinta della forza gravitazionale sia per capillarità. Perché questo processo avvenga, è necessario che il terreno abbia una parte *non satura*, ovvero una zona in cui l'acqua non c'è e si possa quindi infiltrare. Laddove invece il terreno è completamente *saturo*, ovvero pieno d'acqua, l'acqua non può più infiltrarsi, e il terreno risulta quindi scarsamente permeabile¹⁶. L'*evapotraspirazione* consiste nella quantità d'acqua che dal terreno passa nell'aria allo stato di vapore per effetto congiunto della traspirazione, attraverso le piante, e dell'evaporazione direttamente dal terreno. Il *ruscellamento* è il fenomeno di scorrimento delle acque piovane sulla superficie del terreno che si verifica quando esse non possono penetrare in profondità perché è stata superata la capacità di infiltrazione che caratterizza il terreno stesso. Al proseguire dell'evento meteorico, infatti, la superficie del suolo viene ricoperta da un sottile strato d'acqua che inizia a scorrere, seguendo la linea di massima pendenza, fino a raggiungere il reticolo idrografico (scorrimento superficiale), determinando la formazione del deflusso superficiale.

Le caratteristiche idrogeologiche (litologiche, climatiche, uso del suolo, orografiche e morfologiche) di un certo territorio influenzano la frequenza di accadimento e l'intensità degli eventi di esondazione, in particolare:

- il regime termo-pluviometrico condiziona sia le precipitazioni sia i processi di evapotraspirazione;

¹⁶ La permeabilità in geologia è una proprietà delle rocce o dei terreni non consolidati e rappresenta la capacità di essere attraversati dai fluidi. Si parla di *permeabilità per porosità* per i terreni granulari (ghiaia, sabbie, limi, argille), mentre si parla di *permeabilità per fratturazione* per le rocce. Dipende dalla dimensione dei pori presenti (spazio tra i granuli o tra le fratture di una roccia) e dalla interconnessione tra un poro e l'altro. Più sono grandi i pori, più sono interconnessi, maggiore è la permeabilità



- le caratteristiche litologiche del substrato roccioso e della copertura superficiale di suolo sono i principali fattori che regolano la componente di infiltrazione;
- le caratteristiche orografiche e morfologiche, oltre ad influenzare il regime termo-pluviometrico, sono alla base della componente del ruscellamento del bilancio idrologico;
- l'uso del suolo influenza fortemente le tre componenti dell'infiltrazione, dell'evapotraspirazione e del ruscellamento.

Come detto, un'esondazione è causata fondamentalmente da un eccesso di acqua che scorre sulla superficie, determinata a sua volta da eventi piovosi particolarmente intensi e/o da un'eccessiva impermeabilizzazione dei suoli: suolo già imbevuto d'acqua, mancanza di vegetazione, urbanizzazione. Quindi, a parità delle caratteristiche di infiltrazione ed evapotraspirazione, le cause naturali della pericolosità da inondazioni sono da attribuirsi prevalentemente all'elevata intensità e/o durata delle precipitazioni e al rapido scioglimento dei ghiacciai e nevai e raramente alla tracimazione e/o rottura di dighe, a fenomeni di alta marea e tifoni in aree costiere, all'arrivo di uno tsunami su di una costa e alla presenza di elementi di ostruzione e ostacolo all'interno degli alvei dei corsi d'acqua.

Quelle antropiche, invece, sono legate in primo luogo all'artificializzazione del reticolo idrografico (impermeabilizzazione dei letti dei fiumi), all'interazione tra il reticolo idrografico e le strutture ed infrastrutture di urbanizzazione e trasporto (sezioni di ponti troppo strette e riduzione della sezione d'alveo) ed alla scarsa manutenzione del reticolo idrografico stesso (presenza di ostacoli, come rifiuti ad es., al corretto fluire delle acque nei letti dei fiumi e indebolimento degli argini che favorisce la loro rottura).

L'abuso edilizio, l'intensa urbanizzazione delle aree pericolose di chiara pertinenza fluviale, il disboscamento, lo sviluppo di pratiche agricole non sempre idonee, la mancata o scarsa manutenzione dei versanti e dei corsi d'acqua, la non corretta realizzazione di opere di sistemazione idraulica, l'assenza di adeguamento delle opere di protezione e di difesa idraulica in seguito ai cambiamenti del clima della zona, ad esempio le altezze delle arginature risultano inferiori ai valori delle massime portate di piena previste, contribuiscono ad aumentare l'esposizione e la vulnerabilità dei beni a rischio.

Facendo riferimento all'equazione del bilancio idrico, si può dire che un'inondazione è legata ad

uno sbilanciamento del ciclo idrologico verso la componente del ruscellamento. A parità di precipitazioni, questo sbilanciamento può essere determinato da:

- una scarsa evapotraspirazione per una mancanza di copertura forestale (- ET'=+R);
- un territorio fortemente impermeabilizzato per presenza di edifici e aree asfaltate (- I=+R).

Gestione del rischio geo-idrologico: ruoli, funzioni, strumenti, misure, azioni e interventi

La gestione del rischio può essere attuata attraverso una prima fase di previsione, ovvero di descrizione spaziale e temporale del rischio, seguita dalle fasi di prevenzione, che attraverso Piani e Programmi, individua gli interventi volti alla riduzione della probabilità che si verifichi un evento calamitoso e di mitigazione che consiste nell'attuazione della fase precedente attraverso interventi di tipo strutturale o gestionale.

La fase di previsione raccoglie le attività dirette allo studio del territorio allo scopo di fornire un quadro conoscitivo del rischio ed individuare le aree esposte (previsione spaziale) o la probabilità di ricorrenza di un evento (previsione temporale), fornendo indicazioni per gestire le emergenze e scegliere gli interventi necessari. La previsione, inoltre, comprende le azioni volte sia al preannuncio di fenomeni calamitosi con adeguata tempistica e alla valutazione delle situazioni di criticità attese sia al monitoraggio e alla sorveglianza degli eventi e dei loro effetti, verificando la compatibilità tra le fonti di pericolo e gli insediamenti.

Alla fase di prevenzione e mitigazione, invece, appartengono gli interventi strutturali di messa in sicurezza, il consolidamento dei dissesti idrogeologici, la sistemazione dei corsi d'acqua, l'adeguamento strutturale di edifici e infrastrutture in funzione della normativa vigente, il potenziamento del sistema di soccorso, la riduzione dell'esposizione di beni e persone, ad esempio attraverso la delocalizzazione e/o l'informazione alla popolazione.

Previsione

La previsione svolge un ruolo fondamentale nell'individuazione delle condizioni di pericolosità, delle aree esposte e dei rischi connessi e costitui-

sce la condizione necessaria e propedeutica per la redazione e la giusta integrazione della programmazione degli eventi atti alla riduzione dei rischi stessi. Gli organi dello Stato preposti alla definizione delle condizioni di pericolosità e rischio idrogeologico sono in primo luogo le Autorità di bacino. Le Autorità di bacino sono enti istituiti dalla legge 18 maggio 1989 n.183, *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*. L'Autorità di bacino è l'ente istituito per consentire interventi di pianificazione integrata a scala di bacino idrografico, superando le frammentazioni di competenza e istituzionali, secondo un'impostazione ormai propria di tutti i maggiori stati europei. Ognuna costituisce un organismo misto, di cooperazione e di coordinamento tra Stato e Regioni, operante sui bacini idrografici considerati come sistemi unitari e ambiti ottimali per le azioni di difesa del suolo e del sottosuolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico e la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi, indipendentemente dalle suddivisioni amministrative preesistenti: Regioni, Provincie, Comuni. In base alla legge 183/89, tutto il territorio nazionale è stato suddiviso in bacini idrografici, i quali hanno tre gradi di rilievo territoriale: bacini di rilievo nazionale, bacini di rilievo interregionale, bacini di rilievo regionale.

Il principale strumento di pianificazione e programmazione dell'Autorità è costituito dal Piano di bacino idrografico mediante il quale vengono pianificate e programmate le attività e le norme d'uso. Le disposizioni del Piano, una volta approvato, hanno carattere immediatamente vincolante per le amministrazioni e gli enti pubblici, nonché per i soggetti privati. In attesa dell'approvazione del Piano di bacino, l'Autorità opera avvalendosi di altri strumenti quali: gli schemi previsionali e programmatici, i piani stralcio e le misure di salvaguardia. Lo Schema previsionale e programmatico costituisce lo strumento per l'individuazione, il coordinamento e la programmazione delle attività nel settore dell'assetto del territorio con riferimento alla difesa del suolo in attesa dell'adozione del piano di bacino¹⁷. Definisce le linee strategiche generali del piano e specifica le attività necessarie alla sua redazione. Individua le principali criticità, le linee d'intervento e delinea una prima stima del fabbisogno finanziario. Programma gli interventi più urgenti per la salvaguardia del suolo, del territorio e degli abitanti e per la razionale utilizzazione delle acque.

Lo strumento cardine per la gestione del rischio geomorfologico e idraulico è il Piano stral-

cio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) che fa particolare riferimento alla difesa delle popolazioni e degli insediamenti residenziali e produttivi a rischio. Esso è fortemente interrelato con tutti gli altri aspetti della pianificazione e della tutela delle acque e può essere attuato anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali e prevale su tutti gli strumenti di piano e programmatici della Regione e degli Enti Locali. Il PAI è quindi lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità di bacino individua, nell'ambito della difesa dei versanti e della regimazione idraulica, le aree da sottoporre a tutela per la prevenzione e la rimozione delle situazioni di rischio, sia mediante la pianificazione e programmazione di interventi di difesa, sia mediante l'emanazione di norme d'uso del territorio. In considerazione del continuo mutare del quadro territoriale, l'Autorità di bacino provvede alla successiva tempestiva corrispondenza tra il PAI e le dinamicità del territorio mediante l'emanazione di Decreti Segretariali di aggiornamento. Secondo il DPCM del 29 settembre 1998, il rischio geomorfologico e idraulico deve essere suddiviso in quattro classi di seguito elencate:

- R1 (*moderato*), per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- R2 (*medio*), per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- R3 (*elevato*), per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevati al patrimonio ambientale;
- R4 (*molto elevato*), per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

Nei PAI tra l'altro, sono individuate anche le opere, i manufatti e le infrastrutture che possono causare il rischio idrogeologico. Sulla base di tali indicazioni, le Regioni adottano specifiche misure di incentivazione per consentire ai titolari di sostenere le spese di adeguamento delle infrastrutture e di rilocalizzazione delle attività produttive e delle abitazioni private in zone escluse dall'area a rischio. Nel caso in cui si tratta di rimuovere situazioni ad elevato rischio idrogeologico per le quali

¹⁷ Art.31 Legge 183/1989



è stato dichiarato lo stato di emergenza possono essere approvati i Piani straordinari. I Piani straordinari, redatti anche sulla base delle proposte delle regioni e degli enti locali, individuano, in particolare, quelle aree nelle quali si concentrano i rischi più elevati per l'incolumità delle persone, per la sicurezza delle infrastrutture e del patrimonio ambientale e culturale.

A partire dal 2004 il sistema delle Autorità di bacino è stato interessato da un ampio riordino della legislazione in materia ambientale per adeguarla ai principi ormai consolidati a livello comunitario, la Direttiva Quadro sulle Acque^{18,19}. Con il decreto legislativo 152/2006, *Norme in materia ambientale*, si è compiuto un ulteriore passo verso il modello europeo, con la ripartizione del territorio nazionale in otto distretti idrografici, in generale come aggregazione dei bacini preesistenti. Il Decreto prevede per ciascuno distretto l'elaborazione di un Piano di bacino e ne attribuisce la competenza alla redazione ad Autorità di bacino distrettuali, definite giuridicamente come enti pubblici non economici. Le Autorità di bacino esistenti dovevano essere abrogate e sostituite da nuove Autorità di bacino distrettuali, a far data dal 30 aprile 2006. In realtà, mancando l'atto normativo di istituzione delle Autorità di distretto, si è creata una situazione di vuoto istituzionale, parzialmente risolta dal primo decreto correttivo²⁰ che ha prorogato le Autorità di bacino, in attesa delle conclusioni del processo di revisione e correzione del decreto.

Il D. Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, recentemente modificato dalla legge n. 97 del 2013, dà attuazio-

ne alla direttiva 2007/60/CE²¹ sulla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni, ponendosi in continuità con le disposizioni contenute nel d.lgs. 152 del 2006, che affidano alle Autorità di bacino il compito di adottare Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), ai fini della individuazione delle aree a rischio idrogeologico e della perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia.

Fino al 2015, in attuazione di quanto previsto dall'Articolo 4 del decreto legislativo 10 dicembre 2010 n. 219, le Autorità di bacino nazionali devono contribuire agli adempimenti degli obblighi derivanti dalle direttive 2000/60/CE e 2007/60/CE, relative alla valutazione e gestione del rischio di alluvioni. Con riferimento alla prima, si tratta di provvedere all'aggiornamento dei piani di gestione delle acque, svolgendo funzioni di coordinamento nei confronti delle Regioni ricadenti nei rispettivi distretti idrografici. Per quanto riguarda la seconda, recepita con il decreto legislativo n. 49/2010, le Autorità, unitamente alle Regioni, ciascuna per la parte di territorio di competenza, devono predisporre il Piano di gestione delle alluvioni. Anche in questo caso le Autorità devono garantire la funzione di coordinamento nell'ambito del distretto idrografico di appartenenza. Il ruolo delle Regioni e degli Enti Locali è ritenuto di primaria importanza, perché le cause e le conseguenze di tali fenomeni sono influenzati notevolmente dalle caratteristiche fisiche e geomorfologiche di territori circoscritti. I Piani di gestione, pertanto, dovrebbero proporre soluzioni mirate e adatte alle caratteristiche e alle priorità delle zone prese in considerazione e, nello stesso tempo, dovrebbero trovare un loro coordinamento all'interno dei distretti idrografici. Tali piani, secondo la direttiva 2007/60, sono adottati sulla base di mappe che individuano la pericolosità e il rischio di alluvioni²² e sono elaborati attraverso una minuziosa programmazione dei costi e dei benefici, della portata delle piene, delle vie di deflusso delle acque e delle zone con capacità di espansione delle piene: occorre

¹⁸ La direttiva 2000/60/CE, nell'istituire un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, pone come obiettivo prioritario degli Stati quello di garantire un buono stato ecologico e chimico delle acque, attraverso la predisposizione dei Piani di gestione per ciascun distretto idrografico. Le alluvioni sono prese in considerazione esclusivamente come evento naturale accidentale da tenere sotto controllo per evitare che tali fenomeni naturali possano compromettere la qualità e la stabilità dei corpi idrici. Non risultano, invece, disposizioni espressamente dedicate alla necessità di contenere, e dunque, prevenire il rischio di alluvioni, tenuto conto, inoltre, delle conseguenze derivanti dai cambiamenti climatici

¹⁹ La Comunicazione della Commissione sulla *Gestione dei rischi di inondazione - Prevenzione, protezione e mitigazione delle inondazioni* del 12 luglio 2004, ha preso atto dei danni diffusi e permanenti causati dalle alluvioni: vittime, sfollamenti ed evacuazioni, distruzione di beni culturali, compromissione delle attività produttive, dispersione di sostanze chimiche tossiche nell'ambiente a causa della devastazione degli impianti di trattamento delle acque reflue o di impianti industriali. La Comunicazione riconduce le ipotesi di rischio di alluvione ai casi nei quali *il sistema di drenaggio naturale o artificiale di un fiume non è in grado di assorbire il volume delle acque dovuto alle precipitazioni piovose o quando risultano inefficaci le opere di difesa*. Se è vero che tali eventi sono collegati a fenomeni naturali difficilmente controllabili, è anche vero che *la probabilità che una precipitazione piovosa, una burrasca o l'alta marea provochino danni da inondazione è fortemente influenzata da azioni umane come il disboscamento della parte superiore dei bacini idrografici, l'alterazione del corso dei fiumi e l'eliminazione delle pianure alluvionali, pratiche di drenaggio errate e soprattutto l'edilizia in zone ad alto rischio di inondazione*

²⁰ D. Lgs. 284/2006

²¹ La direttiva 2007/60/CE fornisce, all'art. 2, le seguenti definizioni:

- a) alluvione, l'allagamento temporaneo, anche con trasporto o mobilitazione di sedimenti, anche ad alta intensità, di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. Sono incluse le inondazioni causate da laghi, fiumi, torrenti, eventualmente reti di drenaggio artificiale, ogni altro corpo idrico superficiale anche a regime temporaneo, naturale o artificiale, le inondazioni marine delle zone costiere ed esclude gli allagamenti non direttamente imputabili ad eventi meteorologici;
- b) pericolosità da alluvione, la probabilità di accadimento di un evento alluvionale in un intervallo temporaneo prefissato e in una certa area;
- c) rischio di alluvioni, la combinazione della probabilità di accadimento di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali derivanti da tale evento.

²² Art. 6 della Direttiva 2007/60

cioè, procedere ad una valutazione complessiva del fenomeno, che tenga conto delle modalità di gestione del suolo e delle acque, delle attività di pianificazione e utilizzo del territorio, del ruolo della navigazione e delle infrastrutture portuali.

Pericolosità geomorfologica

La stima della pericolosità da frana, che secondo l'assunto generale è *la probabilità di occorrenza di un fenomeno franoso di una certa intensità in una determinata area ed in un determinato periodo di tempo*, è un'analisi predittiva che consta di 4 componenti distinte:

1. Previsione della tipologia del fenomeno franoso potenziale atteso (*classificazione dei fenomeni franosi*);
2. Previsione dell'area che coinvolgerà il fenomeno, sia relativamente l'area di innesco (*suscettibilità all'innesco*) sia l'eventuale area di transito (*suscettibilità al transito*), sia l'area di accumulo (*suscettibilità all'accumulo*);
3. Previsione dell'intensità o magnitudo di tale fenomeno potenziale;
4. Previsione dell'intervallo di tempo o determinazione delle condizioni meteorologiche in cui il fenomeno potenziale si può innescare.

La valutazione integrale della pericolosità è materia molto complessa ed è stata affrontata in toto in studi prototipali confinati al mondo della ricerca che solo in parte ed in maniera molto disomogenea sono stati recepiti dagli enti competenti nella valutazione, mitigazione e gestione della pericolosità e del rischio. Inoltre le metodologie sviluppate non hanno ancora condotto all'identificazione di procedure univoche e condivise a livello nazionale. L'intero processo che dal riconoscimento e classificazione del fenomeno franoso porta alla valutazione della pericolosità deve tener conto dei quattro punti qui sotto riportati:

- Le frane lasciano caratteri morfologici evidenti, la maggior parte di questi possono essere riconosciuti, classificati e cartografati sia in campagna sia attraverso tecniche di investigazione remota, prevalentemente foto aeree²³;
- I meccanismi che determinano le frane sono

controllati da leggi fisiche che possono essere determinate empiricamente, statisticamente o in modo deterministico. Le condizioni che causano le frane (fattori d'instabilità) direttamente o indirettamente collegate all'evento, possono essere raccolti ed utilizzati per definire modelli predittivi di occorrenza di frana²⁴;

- Il passato ed il presente sono la chiave per il futuro²⁵. Come precedentemente accennato, il principio si ispira a quello dell'attualismo, implica che le frane nel futuro potranno avvenire con maggiore probabilità a causa delle stesse condizioni che le hanno sviluppate nel passato e nel presente. Da ciò deriva che la comprensione della franosità storica risulta essenziale nella definizione della pericolosità da frana;
- L'occorrenza delle frane, nello spazio e nel tempo, può essere dedotta da investigazioni di tipo euristico e statistico, elaborate attraverso l'analisi di informazioni ambientali, o dedotte da modelli fisici. Per tale motivo, un territorio può essere zonato secondo classi di pericolosità distinte a seconda della diversa probabilità di occorrenza.

La prima stesura dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti dalle varie Autorità di bacino venne indirizzata principalmente alla discretizzazione del territorio sulla base del differente grado di suscettibilità all'innesco, trascurando i tempi di ritorno e le magnitudo attese. È da sottolineare, tuttavia, come la valutazione della suscettibilità fosse ancora non completamente esaustiva a causa dell'approccio metodologico imposto dalla normativa. Infatti questo specificava

l'approccio da usare per valutare la pericolosità ed il rischio fosse quello di: assumere quale elemento essenziale per l'individuazione del livello di pericolosità, la localizzazione (...) di eventi del passato (...), tralasciando per ragioni di urgenza il calcolo della probabilità di accadimento in aree mai interessate in epoca storica da fenomeni²⁶.

Questo approccio ha comportato che, contra-

²³ Hansen J., Lacis A., Rind D., Russell G., Stone P., Fung I., Ruedy R., Lerner J., (1984), *Climate sensitivity: Analysis of feedback mechanisms*, in *Climate Processes and Climate Sensitivity*, AGU Geophysical Monograph 29, Maurice Ewing Vol. 5; Hansen J.E., Takahashi T., Eds. American Geophysical Union, pp. 130-163

Varnes D.J., (1978), *Slope movement types and processes*. In: Special Report 176, *Landslides: Analysis and Control*, Eds: Schuster, R. L. & Krizek, R.J.; Transportation and Road Research Board, National Academy of Science, Washington D. C., pp. 11-33

²⁴ Dietrich E.W., Reiss R., Hsu M.L., Montgomery D.R., (1995), *A process-based model for colluvial soil depth and shallow landsliding using digital elevation data*. Hydrological Process, 9, pp. 383-400

²⁵ Varnes D.J., IAEG Commission on Landslides, (1984), *Landslide Hazard Zonation, a review of principles and practice*. Unesco Paris, 63pp Carrara A., Cardinali M., Detti R., Guzzetti F., Pasqui V., Reichenbach P., (1991), *GIS Techniques and Statistical Models in Evaluating Landslide Hazard*, Earth Surface Processes and Landforms 16, pp. 427-445

²⁶ DPCM 29/09/98, Atto di indirizzo e coordinamento dello stesso DL 180/98



riamente alla definizione di pericolosità, i primi elaborati redatti dalle Autorità di bacino indicassero quali aree pericolose esclusivamente quelle interessate da fenomeni di riattivazione. Ciò costituisce una grave limitazione della esaustività degli strumenti di pianificazione territoriale specifici soprattutto quando si fa riferimento a fenomeni quali le colate rapide di fango e detrito, responsabili delle catastrofi geomorfologiche che hanno interessato l'Italia negli ultimi quindici anni, che per loro stesse caratteristiche di evoluzione geomorfologica si esplicano con meccanismi neoforativi, interessando in ogni attivazione, quasi esclusivamente, parti diverse di versante.

Successivamente, alcune Autorità di bacino, consapevoli della parzialità degli studi precedentemente condotti, hanno aggiornato i Piani di Assetto Idrogeologico sulla base di metodologie più complesse che, seppur difformi fra loro, prendessero in considerazione non solo i fenomeni di riattivazione e permettessero anche di valutare quali aree del territorio italiano fossero suscettibili a fenomeni franosi di neoformazione.

Conformemente al D.L. 180/98 e al DPCM 29/09/98, le Autorità di bacino hanno, con poche eccezioni, tralasciato l'obiettivo di valutare magnitudo e tempi di ritorno e la suscettibilità al transito e all'accumulo. Inoltre, le sostanziali differenze metodologiche utilizzate per la stesura dei PAI hanno reso i risultati degli studi particolarmente difformi e quindi non paragonabili tra loro, con conseguente difficoltà da parte dell'amministrazione centrale dello Stato nel distribuire i fondi per la mitigazione del rischio secondo una scala di priorità oggettive. In ultimo, appare necessario sottolineare che, contrariamente a quanto sancito dal DL 180/98, per valutare la pericolosità occorre effettuare lavori di estremo dettaglio (scala massima 1:10.000), dato che le analisi effettuate a scala non di dettaglio rischiano di avere esclusivamente una valenza statistica generale, ma non possono neanche indicare le aree critiche in cui dettagliare le analisi.

La pericolosità da frana, inoltre, può essere individuata attraverso un monitoraggio attento e continuo che ha come obiettivi:

- l'identificazione della profondità della superficie del movimento franoso per valutarne il volume;
- l'identificazione dell'eventuale esistenza di movimenti in atto e la loro collocazione spazio-temporale;
- il controllo degli aspetti idrogeologici della frana.

Attraverso la strumentazione geotecnica è pos-

sibile valutare:

- l'apertura delle fratture tramite estensimetri, fessurimetri, distometri, mire ottiche;
- la superficie di scivolamento, movimenti profondi e deformazioni con tubi inclinometrici, inclinometri fissi, sistemi trivec ed increx, T.D.R. ed estensimetri di profondità;
- il livello piezometrico della falda attraverso i piezometri.

Ulteriori strumenti per il monitoraggio dei movimenti franosi sono:

- GPS, Interferometria SAR Terrestre (TInSAR) e sistemi topografici (si installano una serie di pilastri in calcestruzzo sul corpo della frana per poi valutarne gli spostamenti relativi) i quali forniscono informazioni sui movimenti superficiali della frana;
- radiazione infrarossa per valutare il grado di umidità del terreno e quindi controllare la situazione idrogeologica.

Un monitoraggio corretto e costante può essere molto proficuo dal punto di vista della gestione del rischio nell'ambito della Protezione Civile.

Pericolosità idraulica

L'analisi della pericolosità idraulica è condotta fondamentalmente attraverso l'elaborazione di dati pluviometrici e topografici.

I modelli che elaborano i dati pluviometrici si basano generalmente sulla trasformazione di *afflussi* (le precipitazioni) in *deflussi* (portate fluviali).

Quelli comunemente utilizzati possono essere distinti in tre categorie:

- *Modelli a simulazione particolareggiata*: si propongono di simulare i singoli processi idrologici che si verificano nei bacini idrografici a partire dalle osservazioni sperimentali e da modelli analitici parziali, collegandoli tra loro mediante relazioni matematiche suggerite anch'esse dall'osservazione del fenomeno;
- *Modelli concettuali*: si tratta di modelli analogici che assimilano la trasformazione reale delle piogge in portate ad un'altra, riferita ad un sistema fisico anche molto diverso, ma in grado di fornire una risposta simile;
- *Modelli sintetici (o a scatola chiusa)*: non si propongono di rappresentare i processi idrologici fondamentali che intervengono nella trasformazione afflussi-deflussi né fisicamente né matematicamente. Considerano il sistema fisico come una scatola chiusa e la modellazione del fenomeno si esaurisce nella ricerca

di un operatore matematico che legghi tra loro l'ingresso (l'intensità di pioggia) e l'uscita (la portata) con il criterio di ricostruire nel modo migliore la trasformazione delle distribuzioni temporali delle precipitazioni nelle corrispondenti distribuzioni temporali delle portate osservate.

L'individuazione della pericolosità idraulica, che presenta le minori possibilità di errore, è quella che si basa sulla registrazione continua dei livelli idrici attraverso idrometri ad ultrasuoni posizionati lungo le sezioni trasversali di corsi d'acqua naturali. Con tali dati risulta possibile avere tempestiva conferma dell'arrivo di un'onda di piena e del suo grado di pericolosità. Affinché la previsione possa essere fatta con sufficiente anticipo è necessario che i corsi d'acqua abbiano notevole sviluppo dell'asta fluviale. I modelli più utilizzati sono il modello parabolico e quello cinematico. Entrambi i modelli stimano il massimo valore della portata e l'evoluzione dell'onda di piena.

Sia le stazioni termo-pluviometriche che gli idrometri²⁷ sono gli strumenti di monitoraggio di tipo tradizionale e un tempo erano gestiti dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (Simn), afferente al Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (Dstn), che si occupava della pubblicazione degli Annali Idrologici in cui erano elencati i dati registrati dalle stazioni e le relative elaborazioni di base. Attualmente le competenze del Servizio Idrografico sono passate ad enti regionali (agenzie Arpa, oppure servizi idrologici regionali, oppure altri enti). La pubblicazione degli Annali idrologici non è più stata effettuata e ogni struttura regionale si è incaricata di pubblicare i dati corrispondenti. Nel corso del tempo le stazioni sono state progressivamente automatizzate fino a permettere l'acquisizione di dati in remoto con frequenza dell'ordine dei minuti.

I dati delle stazioni possono essere utilizzati in due modalità distinte:

- analisi delle serie storiche al fine di individuare il carattere di periodicità degli eventi di una data intensità (tempo di ritorno);
- lettura del dato in continuo al fine della valutazione dello stato di criticità specifico (solo

per le stazioni automatizzate con lettura dei dati in remoto).

Per quanto riguarda l'uso delle serie storiche è necessario sottolineare come le analisi dirette alla definizione dei tempi di ritorno siano basate sull'assunto che le condizioni meteo-climatiche di un certo territorio siano caratterizzate, sul lungo periodo, da una certa forma di stazionarietà. Il concetto di tempo di ritorno è utile sia a stabilire il carattere di pericolosità temporale che un territorio possiede, sia al dimensionamento di opere idrauliche. Tale assunto è stato messo in crisi dai cambiamenti climatici che sono ormai ampiamente documentati dalla comunità scientifica ed accettati anche dalle istituzioni. Questo comporta che nell'attività di progettazione di opere si debba procedere sulla base di scenari di riferimento e non per tempi di ritorno.

In conclusione, l'identificazione preventiva delle condizioni di pericolosità cui è sottoposta una certa area, è condotta attraverso l'integrazione dei differenti sistemi di monitoraggio attualmente a disposizione.

Come la pericolosità da frana anche la pericolosità idraulica di un'area può essere individuata attraverso un attento e continuo monitoraggio che può essere condotto rilevando:

- parametri esclusivamente meteorologici
- dati di pioggia rilevati in determinati punti
- dati idrometrici rilevati in determinate sezioni fluviali.

I parametri esclusivamente meteorologici sono la temperatura dell'aria, l'umidità atmosferica, la pressione atmosferica, la radiazione solare e il vento e vengono misurati attraverso l'utilizzo di radar meteorologici installati a terra o su satellite o di palloni sonda. I modelli per l'elaborazione dei dati meteorologici sono i cosiddetti modelli a scala planetaria o Global Circulation Model (GCM) i quali, a partire da assegnate condizioni iniziali, riescono a prevedere l'evoluzione dei campi di pressione, temperatura, velocità del vento e umidità. Su questi modelli si inseriscono i Modelli ad Area Limitata (LAM) a più alta risoluzione e infatti, se per i modelli globali si parla di risoluzioni orizzontali che arrivano sino a circa 50 km, per i LAM si utilizzano griglie più fini con dimensioni che possono raggiungere l'ordine di qualche chilometro di lato.

Nei riguardi dei dati meteorologici è emerso che:

- le previsioni a lunga scadenza (una settimana o un mese) delle condizioni meteorologiche generali di regioni piuttosto vaste possono essere utili solo per eventuali preallarmi
- le previsioni a breve e media scadenza (24~48 ore) ottenute mediante modelli deterministici dell'atmosfera, possono fornire dati suffi-

²⁷ Le stazioni meteo-idro-pluviometriche sono stazioni in telemisura, cioè strumenti che effettuano delle misure meteo continuamente e le trasmettono in tempo reale. Su di esse sono montati più sensori, in grado di trasmettere in tempo reale i dati rilevati ai centri di raccolta e di elaborazione regionali. All'inizio del 2012 queste stazioni erano più di 4.500 e comprendevano 2.000 pluviometri (per misurare la quantità di pioggia caduta), 1.130 idrometri (per monitorare il livello dei fiumi) e 3.500 altri sensori come termometri (per misurare la temperatura), anemometri (per misurare l'intensità del vento) e nivometri (per misurare la neve caduta). Dal sito della Protezione Civile: http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/monitoraggio_sorveglianza.wp?pagtab=1#pag-content



cienti per la segnalazione di pericolosità o di allarme tecnico, grazie ai quali si potrà dare l'avvio ad altri sistemi di previsione

- conoscendo la distribuzione verticale del contenuto di vapore negli strati bassi dell'atmosfera, è possibile prevedere con un anticipo di 12 ore l'ubicazione della zona che ha la maggiore probabilità di essere investita da forti precipitazioni.

In complesso le previsioni meteorologiche non appaiono, allo stato attuale, idonee alle previsioni delle piene su scala locale, per bacini cioè di ampiezza fino a qualche decina di migliaia di km² e sono molto utili per segnalare uno stato di pre-allarme su scala regionale.

Solo negli ultimi decenni, l'analisi delle dinamiche meteo-climatiche vengono effettuate con tecnologie sviluppate nel campo dell'osservazione remota (*remote sensing*). Alle informazioni rese disponibili dalle costellazioni satellitari, si sono aggiunte quelle derivanti dalla rete di radar meteo, sviluppata e gestita dal Dipartimento della Protezione Civile²⁸. Il radar meteorologico è uno strumento di monitoraggio e sorveglianza, in grado di stimare la presenza di precipitazioni nell'atmosfera quasi in tempo reale ed, in particolare, permette di:

- monitorare in tempo reale i fenomeni di precipitazione, individuandone l'intensità e lo stato fisico (pioggia, neve, grandine)
- stimare la precipitazione su vaste aree geografiche
- stimare in tempo reale intensità e direzione media di spostamento di una perturbazione.

L'integrazione dei dati derivanti dalle osservazioni satellitari e dalla rete radar con quelli forniti dalle reti di monitoraggio al suolo, permette di rendere più accurate le stime sulle condizioni meteo-climatiche. Tali sistemi di monitoraggio si completano vicendevolmente poiché quelli satellitari e della rete radar a terra forniscono informazioni di carattere areale e i sensori delle stazioni registrano dati di carattere puntuale.

Certamente più efficace è l'utilizzazione dei dati pluviometrici rilevati da pluviometri posizionati in punti prescelti del territorio controllato. Essi consentono, infatti, di simulare con opportuni modelli

deterministici la formazione della piena e di prevedere l'evolversi del fenomeno in prescelte sezioni fluviali e la loro pericolosità per vite umane e beni.

Il preannuncio basato sui dati pluviometrici ha senso solo se il bacino imbrifero del corso d'acqua ha una discreta estensione, almeno un migliaio di km². In tal caso il ritardo medio tra le precipitazioni e il colmo della piena supera in genere le cinque - sei ore, cosicché la previsione può aver luogo con anticipo sufficiente.

Per una efficiente previsione, le misure pluviometriche dovrebbero, pertanto, essere integrate da altre di non agevole rilevamento: stato di imbibizione del terreno, posizione della superficie libera della falda sottostante, umidità e temperatura dell'aria.

Prevenzione e mitigazione del rischio

La prevenzione dai rischi naturali contempla tutte le misure da realizzare in anticipo rispetto all'accadimento di un potenziale fenomeno al fine di diminuire o evitare i danni. Si tratta, in generale, di azioni di carattere strutturale, come opere di ingegneria, miglioramenti architettonici, e non strutturale, come la legislazione e normative sugli usi del suolo in zone di rischio, diffusione di norme comportamentali.

La messa in campo di azioni di carattere strutturale caratterizza l'approccio della società industrializzata moderna, spinta in gran parte da comunità che esigono rischio zero senza modificare significativamente le proprie abitudini. Tuttavia, da alcuni anni, grazie anche all'opera delle Nazioni Unite, si è affermato il concetto di *resilienza* che indica

la capacità di un sistema, comunità o società esposte a rischi di resistere, assorbire, adattarsi e riprendersi dagli effetti di un pericolo in modo tempestivo ed efficiente, anche attraverso la conservazione e il restauro delle sue strutture e funzioni essenziali di base²⁹.

L'adozione del concetto di resilienza da parte di *organismi sovranazionali quali* le Nazioni Unite e la Comunità Europea, anche attraverso strumenti normativi³⁰, rispecchia la necessità generale di conseguire un maggior equilibrio tra uomo e ambiente e, nell'ambito della mitigazione dei rischi naturali, ha dato un nuovo impulso alla linea di pensiero

²⁸ La rete in corso di completamento prevede, ventisei radar fissi e quattro mobili, complessivamente trenta radar meteorologici distribuiti sull'intero territorio nazionale. Attualmente la Rete Radar Nazionale si compone di ventiquattro radar operativi di cui dieci installati e gestiti direttamente dalle diverse Regioni, quattro di proprietà dell'Aeronautica Militare e due di ENAV, i rimanenti otto (sei Radar in Banda C e due Radar Mobili in Banda X) sono stati installati dal DPC e operativi ventiquattro su ventiquattro per garantire una efficace attività di monitoraggio dei diversi fenomeni atmosferici sull'intero territorio nazionale. (dal sito della Protezione Civile: http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/monitoraggio_sorveglianza.wp?pagtab=2#pag-content)

²⁹ United Nations, International Strategy for Disaster Reduction (2005), *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*: http://www.unisdr.org/files/1037_hyogoframeworkforactionenglish.pdf

³⁰ Direttiva Comunitaria 2007/60 – Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:IT:PDF>)

che mira a conseguire la messa in sicurezza del territorio attraverso un maggior equilibrio tra misure strutturali e non strutturali. Il concetto di resilienza rispecchia un approccio profondamente razionale al problema posto dai rischi naturali che si propone di scegliere quale tipo di azioni adottare sulla base di una analisi costi/benefici sviluppata in maniera olistica e lungimirante. Viene così promosso un percorso che parte dalla comprensione scientifica del fenomeno avvenuto, passa per la valutazione della potenzialità di accadimento di fenomeni futuri, esegue un bilancio costi/benefici tra diverse soluzioni e giunge all'adozione delle più adeguate misure di mitigazione. In quest'ottica, studi approfonditi sulla pericolosità e sul rischio, sia a scala regionale che locale, costituiscono la base indispensabile per una corretta pianificazione territoriale, per la progettazione e realizzazione di opere di difesa ed anche per gli interventi di Protezione Civile. Nello stesso tempo, sono le soluzioni di adattamento ai rischi³¹ che prendono un ruolo di primo piano rispetto all'uso di opere di difesa passive, maggiormente invasive e onerose. Adattamento che non è da intendersi come fatalistica rinuncia a difendersi dall'ineluttabile evento calamitoso, ma come attiva preparazione all'interazione tra il fenomeno naturale e gli interessi umani. L'incremento della resilienza come azione di mitigazione ed adattamento ai rischi naturali si basa sia sulla riscoperta di usi e tecniche tradizionali, utilizzati nella fase pre-industriale della nostra società, ma anche sulle tecnologie più avanzate. Ma quali possono essere le azioni concrete per incrementare la resilienza della nostra società? In primo luogo, nell'ambito degli interventi strutturali, appare necessario finanziare la manutenzione dei versanti e degli impluvi, favorendo l'uso di tecniche tradizionali più *leggere* e gli interventi a basso impatto ambientale come quelli di Ingegneria Naturalistica, in grado di contenere efficacemente la pericolosità di colate rapide e alluvioni improvvise. Per i processi idraulici, in particolare, appare indispensabile favorire i processi di laminazione delle piene, e disincentivare l'innalzamento delle golene ed il confinamento dei corsi d'acqua in aree sempre più ristrette. Per ridurre la pericolosità delle frane *lente* (scorrimenti e colate) si può agire sulla regimentazione delle acque superficiali e sulla riduzione delle perdite delle reti di adduzione delle acque e di smaltimento dei reflui. Relativamente agli interventi è necessario sostenere l'azione di monitoraggio dei costi della difesa del suolo in termini di inazione, di gestione delle emergenze e di

gestione sostenibile (come, ad esempio, il progetto RENDIS³² dell'Ispra) che contribuisca ad indirizzare le risorse verso le aree R3/R4 e operi un monitoraggio costante sulla efficacia dei progetti di intervento.

Nell'ambito degli interventi non strutturali, le azioni da mettere in campo sono numerose:

- sviluppare i sistemi di monitoraggio dei dati meteorologici (piovosità, saturazione del suolo, portata dei corsi d'acqua), utili ad approfondire le dinamiche di variabilità climatica ed in grado di sostenere efficaci sistemi di allerta degli eventi calamitosi
- sostenere economicamente l'approfondimento degli studi sulla pericolosità e sul rischio condotti dalle Autorità di bacino (ora di Distretto) e contenuti nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI³³), promuovendo il loro aggiornamento anche alla luce dei cambiamenti climatici in atto
- migliorare il recepimento delle indicazioni di rischio contenute nei PAI da parte degli strumenti di pianificazione territoriale, come ad esempio i Piani Regolatori Comunali
- implementare i Piani di Protezione Civile in sinergia con gli studi sulla pericolosità e sul rischio ed incrementare nella popolazione la consapevolezza del rischio e la conoscenza delle norme comportamentali attraverso robuste campagne di sensibilizzazione³⁴
- promuovere la riconversione delle aree montane e golenali, indirizzandole verso una produttività sostenibile e sostenendo la *redditività* della manutenzione dei versanti e dei corsi d'acqua
- sostenere economicamente e culturalmente la delocalizzazione degli insediamenti a maggior rischio
- sostenere la ricerca nel settore
- sviluppare competenze specifiche e incrementare la presenza di figure professionali del settore nelle amministrazioni locali

³² <http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/>

³³ Lo strumento normativo principale per la prevenzione dei rischi legati al dissesto idrogeologico in Italia è il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dalle Autorità di bacino sulla base della Legge 183/1989, del D.L. 180/98 e del D.lgs. 152/2006

³⁴ Nei giorni successivi agli eventi calamitosi, grande è l'attenzione dell'opinione pubblica e numerosi i commenti sui media sulle cause dei disastri, il cui taglio non sempre è tecnicamente corretto. Utilizzando termini oramai fuori uso nella comunità scientifica (ad es. *smottamento* al posto di frana), confondendo a volte le cause che generano i fenomeni stessi con gli effetti provocati o invertendo il significato dei fondamentali concetti di pericolosità e rischio, sembra che il contributo dei mezzi di informazione alla consapevolezza da parte della popolazione delle dinamiche dei fenomeni geomorfologici ed idraulici in atto venga fortemente ridimensionato. Consapevolezza il cui ruolo è fondamentale nel processo di sensibilizzazione, che costituisce una delle azioni con cui fronteggiare ogni tipo di rischio

³¹ AA.VV., (2011), Politiche e misure nazionali sui cambiamenti climatici. Elementi per una valutazione, Enea, Roma



- migliorare la cooperazione e la sinergia fra i diversi *attori*, pubblici e privati che operano nella difesa del suolo.

In una fase di intense trasformazioni, la crescita a volte troppo affrettata da un lato e la mancanza di una indispensabile attività di manutenzione urbanistica dall'altro, ha decisamente contribuito ad aggravare lo stato di salute del territorio. Ora che la fase di crescita più intensa appare terminata, è il momento di incrementare la resilienza della nostra società attraverso azioni concrete di mitigazione ed adattamento, avviando una di quelle diverse *grandi opere* di cui il paese ha realmente bisogno. L'attività di controllo, monitoraggio riduzione degli impatti e messa in sicurezza assumono una importanza prioritaria, aprendo la strada verso l'economia del futuro, nella quale il paradigma dello sviluppo sostenibile dovrà necessariamente assumere un ruolo centrale. Il quadro di azioni appare fortemente impegnativo e ramificato ma solo affrontando il tema in maniera sistemica si potrà superare la situazione generale di incompatibilità tra le politiche di sviluppo socio-economico fino ad oggi adottate e le dinamiche proprie dell'ambiente naturale.

Gestione emergenza

La Legge Quadro 24 febbraio 1992 n. 225, *Istituzione del servizio nazionale della protezione civile*, aggiornata con il decreto-legge 14 agosto 2013 n. 93, individua tre livelli di gestione delle emergenze: *nazionale, regionale e provinciale*. A livello nazionale viene istituito il Servizio di Protezione Civile. Esso svolge attività di previsione insieme ai Centri Funzionali (Centrale e Regionali) attraverso la valutazione degli scenari di rischio e quando possibile preannuncia, monitora, sorveglia e vigila gli eventi e i livelli di rischio attesi.

Svolge, inoltre, attività di prevenzione che sono rappresentate dall'allertamento, pianificazione, formazione, diffusione della conoscenza della protezione civile, informazione alla popolazione, esercitazioni e applicazione della normativa tecnica. In particolare, al sistema di allertamento concorrono sia il Dipartimento di Protezione civile sia le Regioni e le Province autonome attraverso la Rete dei Centri funzionali, costituita dai Centri Funzionali decentrati (uno per Regione) e dal Centro Funzionale Centrale (presso il Dipartimento). L'allertamento del Sistema di protezione civile, ai vari livelli territoriali, è, invece, compito dei Centri Funzionali Regionali che avvisano i Presidenti delle Regioni e delle Province autonome o dei soggetti da loro dele-

gati (per esempio il Direttore della Protezione civile regionale e via di seguito) e che a loro volta avvisano i sindaci.

Il Dipartimento di Protezione Civile partecipa anche alle attività di soccorso che consistono, invece, nell'insieme degli interventi di prima assistenza alle popolazioni colpite e al superamento dell'emergenza, azioni necessarie per rimuovere gli ostacoli alla ripresa delle normali condizioni di vita nei territori colpiti.

Il Dipartimento Nazionale della Protezione civile, infine, supporta le Regioni nella predisposizione della parte dei piani di gestione per il distretto idrografico di riferimento relativa al sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

Le Regioni, tranne quelle a statuto speciale, provvedono alla predisposizione ed attuazione dei programmi regionali di previsione e prevenzione in armonia con le indicazioni dei programmi nazionali e coordinano i Programmi provinciali. In particolare, riguardo alla previsione agiscono a brevissimo termine, con sistemi di monitoraggio dei rischi e azioni di preannuncio e allertamento per eventi calamitosi attesi. Riguardo la prevenzione agiscono a lungo termine con norme urbanistiche e territoriali, politiche di protezione e conoscenza del territorio e dei suoi rischi, formazione a tutti i livelli e simulazioni di evento e a breve-medio termine attraverso l'attività di pianificazione e realizzazione di opere di difesa del suolo, di ingegneria naturalistica e sismica per mitigare il rischio. Inoltre, cooperano nella pianificazione di emergenza degli Enti Locali, nella gestione delle emergenze del Servizio Nazionale della Protezione Civile e nelle azioni di ritorno alla normalità, predisponendo piani di ripristino relativi al ritorno alle normali condizioni di vita.

Le Province partecipano, almeno al momento attuale e in attesa di disposizioni nuove relative allo scioglimento di questi Enti, all'organizzazione ed all'attuazione del Servizio Nazionale Protezione Civile, assicurando lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta ed alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, alla predisposizione di programmi provinciali di previsione e prevenzione e alla loro realizzazione, in armonia con i programmi nazionali e regionali. Il programma provinciale di previsione e prevenzione, oltre a costituire il documento analitico di riferimento per l'analisi dei rischi alla scala provinciale per attività di protezione civile e programmazione territoriale, assegna alla provincia il ruolo di coordinamento e verifica della congruenza dei Piani di emergenza comunali, con i quali i comuni contra-

stano il verificarsi di un'emergenza nell'ambito del territorio comunale, ad esempio attraverso i servizi di soccorso e assistenza alle popolazioni. Tale attività di programmazione rappresenta il momento di ricognizione e di conoscenza del territorio rispetto alle varie ipotesi di rischio, individua le aree interessate, valuta le caratteristiche tecniche delle opere di difesa esistenti, individua gli elementi a rischio e l'attività di monitoraggio da porre in essere, individua le opere e definisce le normative atte a mitigare gli effetti del danno atteso, identificando per ogni tipologia di rischio la probabilità di ricorrenza, la probabile magnitudo, l'estensione areale, i precursori di evento. A qualsiasi livello, è indispensabile aggiornare continuamente la programmazione di attività in funzione degli eventi e dei nuovi elementi conoscitivi disponibili. Questa revisione viene svolta dalla Provincia anche in fase di redazione dei piani di emergenza.

Una particolare attenzione merita il ruolo svolto dalle Amministrazioni Comunali nella fase di gestione delle emergenze poiché i Comuni sono interessati sia all'organizzazione preventiva delle attività di controllo e monitoraggio che all'adozione dei provvedimenti di emergenza indirizzati soprattutto alla salvaguardia delle popolazioni. Il Sindaco, al verificarsi di una situazione d'emergenza, acquisisce le opportune e dettagliate informazioni sull'evento, assume la direzione ed il coordinamento dei servizi di soccorso in ambito comunale e ne dà comunicazione al Presidente della Giunta Regionale, al Prefetto e al Presidente della Provincia. Il Sindaco per l'espletamento delle proprie funzioni si deve avvalere del Centro Operativo Comunale (Coc) ed eventualmente se necessario del Centro Coordinamento Soccorsi (Ccs) che rappresenta il massimo organo di gestione delle attività di Protezione Civile a livello provinciale e del Centro Operativo Misto (Com) che è una struttura operativa decentrata che coordina le attività in emergenza di più Comuni. In particolare le principali competenze e responsabilità del Sindaco:

- a) Organizzare una struttura operativa comunale per assicurare i primi interventi di protezione civile con particolare riguardo a quelli finalizzati alla salvaguardia della vita umana;
- b) Attivare, anche attraverso il volontariato, i primi soccorsi alla popolazione e gli interventi urgenti necessari a fronteggiare l'emergenza;
- c) Fornire adeguata informazione alla cittadinanza sul grado di esposizione al rischio ed attivare opportuni sistemi di allerta;
- d) Provvedere alla vigilanza sull'insorgere di situazioni di rischio idrogeologico o di altri

rischi specie in presenza di ufficiali comunicazioni di allerta, adottando le necessarie azioni di salvaguardia della pubblica e privata incolumità;

- e) Assicurare una reperibilità finalizzata alla ricezione di comunicazioni di allerta;
- f) Individuare siti sicuri da adibire al preventivo e/o temporaneo ricovero per la popolazione esposta, attivando se del caso sgomberi preventivi.

Il complesso delle attività operative per un coordinato intervento di prevenzione e soccorso in emergenza a favore delle popolazioni esposte ad eventi calamitosi è definito nel Piano di emergenza. Esso, redatto dall'ufficio tecnico comunale e da professionisti di settore, deve quindi prevedere l'utilizzo di tutte le risorse tecniche, assistenziali e sanitarie presenti nella provincia con l'integrazione, in caso di necessità, delle risorse reperibili in ambito regionale³⁵.

Interventi di mitigazione del rischio

Gli interventi di mitigazione del rischio possono essere *strutturali*, che hanno come scopo la riduzione della pericolosità e *non strutturali*, finalizzati alla riduzione del danno che un evento calamitoso può causare³⁶.

Gli interventi strutturali, agendo sulla pericolosità, tendono a ridurre la probabilità di accadimento dei fenomeni potenzialmente dannosi e si possono suddividere a loro volta in opere di tipo diffuso, realizzate a scala di bacino idrografico, oppure opere da realizzarsi in piccole porzioni di territorio. Tali opere possono essere finalizzate ad impedire l'innescò di fenomeni di dissesto e in questo caso si parla di difesa attiva o indirizzate a mitigare gli effetti derivanti dall'innescò di un dissesto e in questo caso si parla di difesa passiva. Generalmente si preferiscono interventi di difesa attiva.

Gli interventi non strutturali, invece, mirano alla riduzione del danno e alla limitazione d'uso delle aree vulnerabili attraverso la fase di potenziamento delle attività conoscitive e di monitoraggio, la definizione di linee guida per le attività che possono influenzare i livelli di rischio, l'adozione di misure di salvaguardia e vincoli, l'attività di pianificazione urbanistica, lo sviluppo di sistemi di allerta, la messa a punto di piani di Protezione Civile e la definizione di norme tecniche nella costruzione di tipologie costruttive adeguate.

Per individuare la priorità nella selezione de-

³⁵ Art. 108 DL. 112/98

³⁶ www.gruppo183.org/autoritadibacino



gli interventi si fa generalmente riferimento alle procedure di valutazione di impatto ambientale, all'analisi costi/benefici e alle volte a più complesse analisi multi-criterio. Non bisogna dimenticare che nella selezione degli interventi deve essere assicurata in primis la salvaguardia della vita e dei beni dei cittadini, delle loro attività e del loro ambiente. E', inoltre, importante sottolineare che nella definizione delle priorità degli interventi strutturali non si può prescindere dalla certezza della copertura finanziaria degli interventi programmati, anche attraverso la ricerca di procedure di autofinanziamento e dalla semplificazione delle procedure amministrative di attuazione delle misure di programmazione e di controllo che agevoli la gestione unitaria dei diversi aspetti della pianificazione a scala di bacino.

Interventi di mitigazione delle frane

L'evoluzione di alcuni fenomeni franosi ed in particolare quelli a lenta evoluzione ed i crolli, necessitano di sistemi di monitoraggio specifici, necessari per comprendere l'evoluzione degli stessi, soprattutto in funzione di eventuali attivazioni parossistiche. È quindi da sottolineare che prima di intraprendere decisioni inerenti alla pianificazione territoriale o realizzare opere di qualsiasi tipo, è necessario eseguire studi di dettaglio al fine di valutare le condizioni di stabilità dei versanti e quantificare la loro influenza sulla pericolosità ed il rischio, anche valutando le energie attese e, qualora necessario, predisporre sistemi di monitoraggio per valutare l'evoluzione temporale e spaziale dei fenomeni stessi.

Per evitare di innescare i movimenti franosi è necessario porre attenzione alle aree a rischio ed osservare alcuni accorgimenti:

- Evitare costruzioni sul coronamento del corpo di frana o comunque nella sua parte superiore, poiché questo appesantisce il terreno sottostante e lo rende instabile facilitandone lo scivolamento;
- Evitare di effettuare sbancamenti o scavi nella parte inferiore del corpo della frana perché questo elimina una parte consistente del terreno resistente alla frana.

In ogni caso all'atto della progettazione di un'opera in prossimità di un pendio è necessaria la valutazione della stabilità globale del pendio stesso. Uno dei metodi utilizzati per proteggere le strutture e la popolazione a valle di un pendio roccioso a rischio di frana sono reti, rilevati e barriere paramassi, interventi passivi in grado di frenare i blocchi in movimento ed evitare che

questi raggiungano le strutture sottostanti. Per aumentare il fattore di sicurezza in un'area a rischio frana si possono progettare interventi attivi di vario tipo. Fondamentalmente si distinguono questi interventi in interventi che diminuiscono gli sforzi di taglio, che il materiale deve mobilitare per mantenersi in equilibrio, ed interventi che aumentino le caratteristiche di resistenza al taglio del materiale. Gli interventi principali per ridurre la resistenza a taglio mobilitata, e quindi per far sì che ci sia sempre una differenza accettabile tra questi e la resistenza a taglio massima del materiale, sono:

- *Sbancamenti*, opere di scavo eseguite a monte della massa di terreno a rischio, in fase di progettazione e decisione di questi interventi bisogna sempre tenere in considerazione che uno sbancamento se da un lato aumenta il fattore di sicurezza a valle dell'intervento lo diminuisce a monte;
- *Riprofilature*, riduzione dell'inclinazione del pendio per mezzo dell'allontanamento di materiale e quindi costruendone artificialmente il profilo (che può essere con angolazione costante o a gradoni);
- *Allontanamento di massi pericolanti*, si può pensare di intervenire su un versante allontanandone le parti più pericolose e più difficilmente stabilizzabili, come dei blocchi pericolanti, facendo però attenzione che l'intervento per rimuoverli non sia di danno al resto del versante (come può avvenire facilmente ad esempio utilizzando dell'esplosivo);
- *Riduzione dell'erosione al piede del versante da parte dei corsi d'acqua*, interventi finalizzati a ridurre l'effetto dannoso che ha l'erosione nei confronti della stabilità del pendio e tali interventi possono essere:
 - opere longitudinali, cioè scogliere lungo le rive del fiume che rinforzano il piede del pendio rinforzandolo e diminuendone l'erosione progressiva e
 - opere trasversali, cioè perpendicolari al flusso dell'acqua, in grado di allontanare il flusso della corrente dal piede del versante (repellenti), diminuire la velocità della corrente in prossimità della zona a rischio (briglie di consolidamento e soglie), arrestare il materiale trasportato dalla corrente al piede del pendio (briglie di trattenuta) o diminuire l'attività erosiva sul fondo dell'alveo (cunette di fondo);
- *Opere di sostegno al piede del versante*, cioè la costruzione di rilevati in grado di sorreggere il pendio sovrastante; questi rilevati possono essere

rigidi o flessibili a seconda del comportamento che hanno in relazione alle deformazioni;

- *Sistemazioni idraulico-forestali*, che si dividono in:
 - rimboscimento, dal momento che gli apparati radicali delle piante sono in grado di conferire al terreno maggiore coesione e resistenza agli sforzi di taglio, è possibile utilizzare questa tecnica per prevenire fenomeni franosi
 - opere di drenaggio superficiale, cioè quelle opere in grado di allontanare l'acqua piovana che andrebbe ad erodere il terreno e alcuni esempi sono le canalette superficiali (canali disposti lungo la linea di massima pendenza sul corpo della frana) e i fossi di guardia (fossi longitudinali alla frana posti immediatamente sopra la parte superiore)
 - opere di drenaggio profondo, in grado di allontanare l'acqua nel sottosuolo e interventi di questo tipo sono trincee, pozzi e gallerie drenanti.

In caso di terreni rocciosi si può intervenire anche con tiranti, bulloni o chiodi infissi nella roccia che quindi possano sostenere la massa. Gli interventi in grado di migliorare la resistenza intrinseca di un materiale agli sforzi esterni sono:

- *Iniezioni di miscele consolidanti*, le quali danno al materiale un'ulteriore coesione derivante dalla cementazione;
- *Stabilizzazione chimica*, anche se in fase sperimentale, permette di cambiare le caratteristiche del materiale (ad esempio inserendo cloruro di potassio in alcune argille);
- *Elettroosmosi ed elettrosilicatazione*, che consistono nell'allontanamento dell'acqua tramite il passaggio di corrente elettrica nel terreno preceduta, solo nel caso dell'elettrosilicatazione, dell'introduzione di una soluzione di silicato di sodio; questa tecnica però presenta costi elevati;
- *Congelamento*, in grado di avere un'azione di cementazione temporanea; viene effettuata con azoto liquido.

Interventi di mitigazione delle piene

Per quanto riguarda gli interventi di mitigazione del rischio delle piene di corsi d'acqua naturali, così come già riportato all'inizio del paragrafo, essi possono essere suddivisi in non strutturali che hanno lo scopo di limitare il danno e quelli strutturali che tendono a ridurre la pericolosità dell'evento calamitoso.

Gli interventi non strutturali non incidono diret-

tamente sulla piena, ma tendono ad evitare o ridurre l'impatto e i danni, attraverso operazioni sia di carattere preventivo che di gestione del decorso degli eventi critici e sono principalmente:

- *Attività di previsione e sorveglianza*, adeguamento dei servizi di monitoraggio meteo-idrologico di previsione in tempo reale della piena, adeguamento del servizio di piena lungo il reticolo idrografico del bacino, coordinamento e integrazione delle attività di prevenzione con le funzioni di protezione civile in fase di emergenza, nel corso della gestione della piena;
- *Regolamentazione dell'uso del suolo nelle aree a rischio*, delimitazione delle fasce fluviali e regolamentazione dell'uso del suolo al loro interno, revisione degli strumenti urbanistici vigenti a scala comunale nelle aree a rischio idraulico e adeguamento delle relative previsioni, indirizzi alla programmazione a carattere agricolo-forestale per interventi con finalità di protezione idraulica, indirizzi e prescrizioni per la progettazione di infrastrutture e opere pubbliche secondo criteri di compatibilità con le condizioni di rischio idraulico;
- *Mantenimento delle condizioni di assetto del territorio e dei sistemi idrografici*, manutenzione programmata sugli alvei e sulle opere idrauliche e adeguamento del servizio di pulizia idraulica.

Gli interventi strutturali sono molto più incisivi di quelli non strutturali e hanno l'obiettivo di ridurre la pericolosità dell'evento. Essi si dividono in interventi strutturali estensivi ed in interventi strutturali intensivi.

I primi riguardano la sistemazione idrogeologica e forestale di un bacino che produce benefici di diversa natura (stabilità dei pendii, riduzione del trasporto solido dei corsi d'acqua) che influiscono sul fenomeno di formazione dei deflussi con i seguenti meccanismi:

- *Aumento della capacità d'infiltrazione del terreno* e conseguentemente riduzione dei deflussi superficiali che costituiscono la componente più importante delle portate di piena;
- *Riduzione della velocità media di scorrimento dell'acqua e incremento dei volumi idrici* trattenuti temporaneamente dal suolo con conseguente aumento dei tempi di corrivazione e della capacità di laminazione del bacino: l'onda di piena risulta, pertanto, più appiattita e la portata al colmo inferiore.

Nei riguardi del primo meccanismo un limite alla sua efficacia deriva dal fatto che la quantità di acqua che riesce ad infiltrarsi nel terreno dipende soprattutto



to dalle caratteristiche geologiche del suolo e dal suo stato iniziale e molto meno dalle sistemazioni idrogeologiche.

In complesso i provvedimenti strutturali estensivi hanno modesta efficacia e tanto più modesta quanto più intenso è l'evento meteorico e quanto più grande è il bacino fluviale.

Ciononostante, dato che gli eventi meno intensi sono anche i più frequenti, i provvedimenti estensivi possono avere notevole importanza nel limitare i danni che si manifestano in occasione delle piene ordinarie nei piccoli bacini o nelle parti più alte dei grandi bacini.

Vanno, inoltre, sempre sottolineati i già ricordati benefici che le sistemazioni idraulico-forestali determinano nei riguardi della stabilità dei pendii, dell'erosione superficiale e della riduzione del trasporto solido; in una parola di tutti quegli elementi che favoriscono il verificarsi delle alluvioni più pericolose.

I secondi interventi di tipo intensivo tendono a influenzare o modificare alcune caratteristiche degli eventi di piena e di seguito se ne riportano alcuni:

- *Serbatoi*, laminano l'onda di piena grazie all'immagazzinamento durante la fase di crescita dell'onda e la restituzione di una parte del suo volume successivamente. In questo gioco di invasi e di svassi l'onda di piena riduce il suo colmo e si appiattisce. L'entità dell'attenuazione del colmo di piena è strettamente legata al tipo degli organi di scarico. In effetti, a seconda delle modalità con cui vengono smaltite le portate di piena dal serbatoio si può ottenere un diverso effetto di laminazione (cioè una differente riduzione della portata al colmo) con la stessa capacità di invaso;
- *Casse d'espansione*, sono costituite da un'opera di presa, un bacino artificiale di espansione ed un'opera di scarico. L'opera di presa è progettata in modo tale che al raggiungimento di un determinato livello del corso d'acqua, parte della portata fluisce all'interno del bacino artificiale di espansione. In tal modo la portata che attraversa il corso d'acqua è ridotta della portata che, invece, inonda il bacino di espansione. Il bacino artificiale di espansione è solitamente costruito in un territorio che presenta una conformazione tale da ridurre al minimo le spese per la costruzione di opere di contenimento (argine). L'opera di scarico è posizionata nella parte al livello più basso della cassa, in modo da consentire il totale

deflusso dell'acqua che viene accumulata durante gli eventi di piena;

- *Arginature*, sono costruzioni lungo le sponde del fiume con un'altezza tale da contenere le portate superiori a un valore limite stabilito in progetto. Con questo provvedimento si assicura il controllo completo delle piene aventi portate al colmo inferiori al limite stabilito, ma nessuna protezione dalle portate che superando tale limite tracimano al di sopra degli argini. L'altezza degli argini viene fissata imponendo che la portata contenuta nell'alveo sia superata con probabilità molto piccola. L'ordine di grandezza normalmente assunto per il tempo di ritorno è di mille anni quando i territori soggetti richiedono una protezione assai spinta. Il tempo di ritorno è dell'ordine del centinaio di anni per arginature meno importanti. Questi valori sono, comunque, oggetto di continue verifiche e discussioni dato che da essi dipende il grado di protezione offerto all'ambiente socioeconomico;
- *Scolmatori e diversivi*, sono corsi d'acqua naturali o artificiali in cui viene deviata parte della portata di piena del corso d'acqua principale. Gli scolmatori entrano in funzione quando la portata fluviale supera un prefissato valore limite. La portata eccedente tale valore entra nel canale scolmatore ed è convogliata verso un recapito finale esterno al sistema idrico da cui esso prende origine. I diversivi sono sempre attivi e convogliano le portate derivate nello stesso corso d'acqua in una sezione più a valle. Un limite all'impiego dei diversivi può derivare dal rigurgito provocato dal tronco d'alveo di valle che, se non ha sufficiente lunghezza, potrebbe estendersi fino ad interessare la zona da proteggere. Quindi, anche se le caratteristiche costruttive, il funzionamento idraulico e le modalità d'esercizio dei diversivi e degli scolmatori differiscono notevolmente tra loro, nei riguardi del controllo delle piene ambedue i sistemi rispondono al medesimo scopo che è quello di ridurre le portate di piena negli alvei fluviali che attraversano le zone da proteggere;
- *Sistemazioni d'alveo*, hanno lo scopo di diminuire i tiranti idrici del fiume. Ciò può essere conseguito o rivestendo l'alveo al fine di ridurre la scabrezza e, quindi, le resistenze al moto, o attraverso il rivestimento delle sponde, o aumentando la sezione bagnata con opportuni allargamenti o approfondimenti. Il più delle volte per ridurre al minimo l'impatto

provocato da questi interventi vengono utilizzate le tecniche di ingegneria naturalistica. E' importante sottolineare che tali provvedimenti devono essere adottati con molta cau-

tela in quanto sono spesso causa di profonde alterazioni della dinamica della modellazione dell'alveo e possono produrre seri inconvenienti.

Caso di buona pratica: la filiera Biomassa–Mitigazione–Energia del Parco di Monte Marcello

Un esempio di promozione della redditività delle aree a rischio è data dalla pratica di rimozione della necromassa legnosa accumulata all'interno degli alvei dei fiumi. Un tempo questa pratica permetteva di coniugare la necessità di reperimento di combustibile (legna da ardere) e il contenimento della pericolosità di inondazione, evitando la formazione di pericolosi sbarramenti naturali. Attualmente è una pratica poco diffusa che, nel rispetto dei più moderni criteri di tutela della biodiversità, potrebbe essere utilmente reintrodotta e, anzi, estesa anche alle aree di versante per la mitigazione della pericolosità geomorfologica. Un recente progetto (Progetto COREM - Cooperazione delle Reti Ecologiche nel Mediterraneo, Sottoprogetto D – Recupero e tutela delle aree a maggiore criticità ambientale, 2010-2013) condotto dalla Provincia di Savona in collaborazione con il Parco di Montemarcello –Magra, il Parco di Migliarino San Rossore di Massaciuccoli e la Provincia di Carbonia Iglesias e finanziato nell'ambito dei fondi Ue-FESR, ha sviluppato un intervento pilota volto alla creazione di una filiera bosco/legno/energia con impiego delle biomasse recuperabili da una manutenzione programmata di un tratto di alveo fluviale. Il progetto ha permesso la realizzazione di un intervento pilota e la stesura di Linee guida per una gestione integrata e programmata della vegetazione riparia e golenale. In particolare, le azioni condotte sono state:

- Razionalizzazione della gestione di un'area naturalisticamente protetta, in grado di uscire dalla logica degli interventi di emergenza e di proporre modalità di manutenzione programmata per il mantenimento della multifunzionalità dell'ambiente fluviale;
- Attuazione di opere concrete e condivise di conservazione e tutela degli habitat e delle specie presenti nelle aree fluviali, nelle aree umide e nei corridoi ecologici;
- Riduzione dei costi degli interventi manutentivi attraverso il recupero della biomassa per piccole centrali termiche;
- Realizzazione di interventi selettivi di ringiovanimento dei popolamenti e manutenzione sulla vegetazione mirati a eliminare:
 - parte degli individui morti, deperienti, dominati o prostrati, al fine di ridurre il quantitativo di necromassa presente e potenziale;
 - specie infestanti o di scarso pregio e parte degli individui che da un'analisi visiva evidenziano segni di instabilità (presenza di lesioni, marciumi, marcati disseccamenti della chioma);
 - individui soprannumerari al fine di condurre a formazioni in maggior equilibrio.

La biomassa recuperata dalle operazioni di manutenzione dell'area è stata destinata ad essere trasformata in cippato da utilizzarsi quale combustibile in una centrale termica a biomassa (100 kW) appositamente dedicata presso la nuova scuola di Rocchetta Vara (Consumo annuo caldaia 100 kW circa 34 t).

Caso di cattiva pratica: la delocalizzazione a Genova

Un caso esemplare della problematica legata alla delocalizzazione è dato dal Palazzo di Via Giotto 15, a Sestri Ponente, costruito negli anni '50 (licenza del 1953) all'interno dell'alveo del torrente Chiaravagna che ostruiva il corso del torrente come fosse una diga in una zona densamente popolata. Era un'opera di 7 piani con 28 appartamenti realizzata su terreno demaniale con regolare licenza edilizia che ha provocato le esondazioni del 1992 e dell'ottobre 2010. Già il Piano di bacino redatto negli anni '90 prevedeva il suo abbattimento.

Per la sua posizione, il palazzo era considerato uno dei responsabili dell'esondazione del torrente che nel 2010 ha riversato nelle zone limitrofe tonnellate di acqua e fango, determinando danni per decine di milioni di euro. Costituisce un vero e proprio caso giudiziario che ha coinvolto il Demanio dello Stato, che rivendicava la proprietà dell'edificio perché realizzato all'interno del letto del fiume.

- Anni '90 – avvio della causa civile per stabilire la proprietà dell'edificio;
- 2007 – in una lettera indirizzata al vicepresidente ed assessore al territorio della Provincia, il Demanio rivendica la proprietà dell'edificio avendo vinto la causa con il costruttore ed invita a procedere all'abbattimento dell'edificio stesso;



- 2010 – all'indomani della alluvione di ottobre, ordinanza della Protezione Civile di esecuzione della demolizione;
- 2011 – sentenza del Tribunale Civile di attribuzione della proprietà per usocapione dell'edificio agli inquilini;
- 05/08/2011 - decreto per intervenire alla delocalizzazione dell'edificio e delle famiglie in esso abitanti. 5 milioni per l'acquisizione della struttura da parte di Regione e Comune (tramite i fondi stanziati dal Governo per l'alluvione del 4/10/10) e 42mila€ per le spese di trasferimento di ciascuna famiglia;
- 30/06/2012 – bando di gara per individuare l'impresa che opera la demolizione;
- Estate 2012 – abbandono della struttura da parte degli inquilini ed attribuzione dei lavori di demolizione al Consorzio stabile per le infrastrutture di Casale Monferrato (3/4 mesi per 1,5 milioni di euro);
- 30/09/2012 - si appalesa il rischio che gli inquilini debbano rispondere di procurato disastro o inondazione colposa;
- 03/10/2012 – rischio di rinvio dell'abbattimento dell'edificio per presenza di abusivi;
- Ottobre 2010 – avvio dei lavori di demolizione e ricostruzione di 3 ponti sul torrente (Via Manara, Via Chiaravagna e Via Giotto) e riprofilatura dell'alveo, sempre nell'ottica della mitigazione del rischio idraulico dell'area (per circa 11milioni di euro);
- 15/01/2013 – avvio dei lavori di demolizione;
- 14/03/2013 – conclusione dei lavori di demolizione.

Al termine del processo di delocalizzazione, nessuno dei proprietari ha optato di *permutare* la proprietà con una nuovo appartamento in altra area (ex Manifattura Tabacchi in Via Soliman). Tutti hanno di fatto *venduto* la proprietà e con i proventi hanno individuato soluzioni alternative. Oltre alla demolizione sono state realizzate (previste) altre opere di messa in sicurezza del torrente, come l'allargamento del letto del fiume in diversi punti (specie a valle) ritenuti ad alto rischio. Tuttavia il rischio idraulico nell'area rimane condizionato anche dalla pericolosità del torrente Molinassi (a 2 km di distanza) e dallo stato di abbandono dei versanti a monte della città. Infatti, l'attivazione di frane superficiali nelle aree terrazzate un tempo per scopi agricoli si traduce sistematicamente in un apporto di materiale detritico nel letto dei torrenti che lo portano poi verso valle.

Caso di buona pratica: nuove forme di pianificazione e gestione partecipata degli ambienti fluviali. I contratti di fiume

Una nuova forma di pianificazione e gestione partecipata dei bacini fluviali è oggi rappresentata dai Contratti di Fiume. Essi sono il segno di un passaggio, innanzi tutto, culturale, nel modo di confrontarsi con i fiumi e più in generale con le risorse idriche. Sono il segnale dell'avvio di un processo di mutamento nel rapporto uomo/acqua/territorio, poiché basano il loro successo sul coinvolgimento e la partecipazione attiva e dinamica delle comunità locali. Esplicitano il complesso insieme di relazioni esistenti tra attività umane e conservazione degli ambienti fluviali.

L'obiettivo di un Contratto di Fiume è di costruire in forma incrementale, il passaggio da politiche settoriali di mitigazione del rischio idraulico e inquinologico a politiche integrate di riqualificazione ecologica, fruitiva e paesistica del sistema fluviale. Rappresenta un percorso che porta ad indagare le regole attraverso le quali si generano relazioni stabili e di reciprocità tra i diversi attori, nella costruzione di un progetto di bacino fluviale condiviso. Ogni comunità locale rivierasca, attraverso l'insieme delle sue azioni quotidiane e straordinarie acquisisce la consapevolezza di poter contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità che si è data.

A questo proposito, un Contratto di Fiume si può considerare come la sottoscrizione di un accordo che permette di *adottare un sistema di regole in cui i criteri di utilità pubblica, rendimento economico, valore sociale, sostenibilità ambientale intervengono in modo paritario nella ricerca di soluzioni efficaci per la riqualificazione di un bacino fluviale* (Definizione del 2° World Water Forum, Aja, 2002). Nella dizione Contratto di Fiume si associano una forma giuridica, contenuta nella parola *contratto* ed un termine mutuato dalla *milieu naturel* che richiama la descrizione dell'acqua in movimento, un fiume (Ministère de la Région wallonne, 2001). L'aspetto contrattuale fa riferimento a forme di amministrazione concertata dal basso, in grado di potenziare l'efficienza e l'efficacia dell'azione di governo dell'ente pubblico in tema di acqua. I modelli contrattuali o pattizi dell'amministrazione concertata stanno trovando sempre maggiore diffusione nel comparto delle Autonomie Locali anche in Italia, nel quadro del profondo processo riformatore avviato dalla Legge n. 142/1990.

Il Contratto di Fiume è di fatto ascrivibile tra gli strumenti di programmazione negoziata o meglio strategica, poiché consente attraverso la sua valenza pattizia e territoriale, di raggiungere un'integrazione orizzontale e verticale tra, interessi, programmi e piani che incidono su di un bacino fluviale. Ciò è possibile grazie ad un processo negoziale e cooperativo che si viene ad istaurare tra i diversi segmenti socio-economici di un territorio, un processo che si basa su di un'attenzione costante ai punti di vista ed alle esigenze di tutte le parti interessate. Il Contratto di Fiume non rappresenta un'intesa generica o una *carta di principi* tra enti, ma un impegno concreto che coinvolge tutti i firmatari, (pubblici e privati) ciascuno per la propria competenza, nell'attuazione delle azioni e dei progetti individuati.

La programmazione negoziata, alla quale i Contratti di Fiume possono essere ascritti, rappresenta una metodologia di programmazione che regola gli interventi di una molteplicità di soggetti pubblici e privati, in funzione della gestione unitaria delle risorse. Tra gli strumenti specifici della programmazione negoziata vi sono: patti territoriali, contratti di programma, contratti di area e progetti integrati territoriali. Alla base di queste forme di social negotiation approach vi è il rispetto e l'accettazione dei ruoli svolti e dei punti di vista in campo, tali forme non sono da confondersi con le contrattazioni tra parti contrapposte, costrette a trovare un accordo H. Raiffa, *The art and science of negotiation*, 1982.

In Italia il Patto territoriale è uno degli strumenti più apprezzabili della programmazione negoziata e viene definito dalla Legge 662/96, art. 2, comma 203, lett. d) come l'accordo, promosso da enti locali, parti sociali, o da altri soggetti pubblici o privati (...) relativo all'attuazione di un programma di interventi caratterizzati da specifici obiettivi di promozione dello sviluppo locale.

I Contratti di Fiume potranno trovare la loro finanziabilità per il periodo 2014-2020, all'interno degli strumenti di programmazione strategica a disposizione delle Regioni e derivanti dai fondi europei (POR FERS-PSR- FSE) finalizzati ad avvicinarci agli importanti obiettivi di Lisbona e di Göteborg ed a sostenere la creazione di nuovi e migliori posti di lavoro. Si potrà, inoltre, promuovere una norma che consenta alle regioni il riutilizzo annuale delle risorse rivenienti dai canoni del demanio idrico affinché queste risorse ritornino al territorio da cui derivano, per l'attuazione degli interventi di governance ambientale previsti da tali Contratti.

In Europa nascono da un clima culturale e legislativo che ha visto susseguirsi a partire dalla fine degli anni '90, una serie di passaggi fondamentali. Tali atti, hanno tra di loro in comune alcuni presupposti quali l'integrazione delle politiche, la tutela ambientale in tutte le sue forme ma principalmente l'assegnazione di un ruolo fondamentale alla partecipazione e consultazione.

I Contratti di Fiume rappresentano l'evoluzione di un quadro normativo nazionale ed europeo consolidatosi attraverso alcune importanti convenzioni e direttive comunitarie quali: la convenzione ONU del 1997 che richiede esplicitamente che all'interno di un bacino idrografico gli stati cooperino sulla base di uguaglianza, integrità e reciproci benefici. Alcuni principi base richiamati dalla convenzione, quali: l'utilizzazione e la partecipazione equa e ragionevole, l'obbligo di non causare danni significativi e l'obbligo a cooperare in vista dell'utilizzo ottimale e dell'adeguata protezione del corso d'acqua, appaiono elementi fondamentali per qualsiasi approccio strategico alla materia; la convenzione di Aarhus, la Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE; la Convenzione Europea del Paesaggio del 2000; la Direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale; direttiva 2003/35/CE sulla partecipazione del pubblico nell'elaborazione di taluni piani e programmi in materia Ambientale; la Direttiva 2001/42/CE sulla Valutazione Ambientale Strategica (VAS). Si tratta di soluzioni di miglioramento della Governance locale in grado di risolvere conflitti e di proporre soluzioni condivise.

I Contratti di Fiume, di Foce e di Lago, stanno dimostrando nei fatti che è possibile, anche in Italia, avviare un processo diffuso di programmazione strategica in grado di creare accordi più condivisi e quindi più fattibili per la gestione del territorio.

Al fine di sostenere la loro diffusione in Italia nel 2007 si è costituito all'interno del Coordinamento di A21 Italy un Tavolo Nazionale per la Valorizzazione dei bacini fluviali. Tale iniziativa ha lo scopo di contribuire alla diffusione di un nuovo approccio non tecnocratico alla materia e di aprire un dialogo ed un confronto tra esperienze e comunità. Il successo di tali Contratti, risiede nella loro capacità di promuovere un processo replicabile, poiché adattivo a vari contesti ed attuabile a diverse scale; in grado di spostare dal problema alle soluzioni le strategie d'intervento in ambiti fluviali. A tal proposito è interessante constatare come questo strumento svolga un ruolo di *catalizzatore* dei soggetti interessati allo sviluppo di strategie fluviali, al pari di come si è già verificato con Agenda 21 locale a livello di politiche ambientali o con il Patto dei Sindaci in campo energetico.

Un nuovo modo di pensare alla pianificazione e gestione dei bacini fluviali si sta progressivamente diffondendo in tutta Europa. Questo approccio, ci parla di prevenzione, di copianificazione multidisciplinare e multiscale e del superamento di una cultura dell'emergenza alla quale è necessario non rassegnarsi.





Impatti sulla diversità biologica

Laura Maria Padovani, Paola Carrabba, Cinzia Coduti, Cristiano Foschi

La biodiversità e il fenomeno dell'estinzione delle specie

Nel Capitolo 8 abbiamo già parlato di che cosa sia la biodiversità, della sua importanza e della necessità di una sua corretta gestione ai fini di uno sviluppo sostenibile. La biodiversità non è, però, costante nel tempo. Nel corso dell'evoluzione della vita sulla terra numerosissime specie sono comparse e si sono estinte per svariati motivi. Alcune stime¹ parlano di una quantità di specie viventi complessivamente comparse nel corso dell'evoluzione che si aggirerebbe sui 30 miliardi (tra vegetali, animali e batteri/virus). Attualmente la stima di specie viventi sul pianeta è di circa 30 milioni, con un tasso di estinzione che, nel tempo, è stato quindi del 99,9%. Nonostante questo tasso di estinzione così alto, probabilmente sul pianeta non ci sono mai state, contemporaneamente, così tante specie. Quello dell'estinzione è quindi un fenomeno assolutamente naturale. Nel corso dell'ultima era, che qualcuno definisce *antropocene*, tuttavia, il tasso di estinzione ha raggiunto una velocità molto elevata, superiore a quella registrata prima della comparsa dell'uomo. Questo perché le attività umane hanno un impatto sull'ambiente che provoca alterazioni anche notevoli negli ecosistemi naturali.

Il numero di specie animali e vegetali nonché la loro distribuzione sul territorio tendono a variare nel tempo per effetto dei processi evolutivi, per gli effetti dell'azione antropica e, infine, a causa dei cambiamenti climatici a breve e a lungo termine che, in buona parte sono da imputare all'opera umana, se si considera il nuovo millennio e la seconda metà del secolo scorso. Le attività antropiche stanno oggi minacciando seriamente il patrimonio della biodiversità di moltissimi ecosistemi; sia che si tratti di spazi con alta densità di specie (zone umide), sia che si tratti di aree non

molto rilevanti ai fini di una biodiversità più elevata. L'immissione di sostanze xenobiotiche nell'ambiente, quali pesticidi, erbicidi, fertilizzanti sintetici, anidride solforosa, assidi di azoto, gas serra e polveri contenenti metalli pesanti e radionuclidi, idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e policlorobifenili (PCB), la conversione di ambienti naturali in terreni agricoli e industriali, i disastri ecologici e la deforestazione contribuiscono notevolmente al peggioramento, della qualità ambientale e mettono a rischio la salute non solo della fauna selvatica ma anche della popolazione umana.

La perdita di biodiversità si manifesta con una diminuzione di abbondanza e distribuzione di specie, ecosistemi, paesaggi, geni e dei relativi benefici e servizi da essa derivanti. I principali fattori di pressione e le cause che determinano questo fenomeno, sia di origine naturale che dovuti all'azione dell'uomo, sono ormai ben noti e studiati. I fattori di origine naturale sono legati principalmente all'adattamento. Lenti cambiamenti ambientali di origine naturale, si pensi ad esempio a quelli provocati nel corso delle ere geologiche dalla deriva dei continenti, cambiamenti repentini dovuti a catastrofi naturali come eruzioni e terremoti, fanno sì che specie o ecosistemi non più capaci di sopravvivere alle mutate condizioni ambientali, scompaiano più o meno rapidamente. I fattori di origine antropica, oltre ad influire anch'essi sulle capacità adattative, agiscono anche in modo diretto su ecosistemi e specie. Nel presente capitolo saranno trattati i fattori di origine antropica che, generando un impatto più o meno consistente sull'ambiente, causano perdita di biodiversità.

Impatti sulla biodiversità

Principali fattori di origine antropica

I principali fattori di origine antropica che hanno un impatto negativo sulla biodiversità sono quelli

¹ Padovani L.M., Carrabba P., Di Giovanni B., Mauro F., (2009), *Biodiversità – risorse per lo sviluppo*, Enea, Roma. http://old.enea.it/produzione_scientifica/pdf_volumi/V2009_12-Biodiversita.pdf

descritti di seguito².

Distruzione e degrado degli habitat causati da abbandono delle pratiche agricole tradizionali, compatibili con la conservazione della biodiversità. L'agricoltura si è evoluta nei millenni secondo ritmi e con saperi tradizionali che ben si adattavano alle aree geografiche d'origine. Questo è successo perché gli agricoltori avevano la necessità di sfruttare le risorse di biodiversità in modo sostenibile, per non depauperare le risorse territoriali e poter continuare ad utilizzarle nel tempo. Si sono quindi sviluppati nei millenni dei sistemi semi-naturali, mantenuti in equilibrio dall'azione dell'uomo, che permettevano il giusto sostentamento alle popolazioni locali e nello stesso tempo la conservazione della biodiversità e dei servizi ecosistemici. L'abbandono delle attività agricole, soprattutto nelle aree più disagiate, cominciato con la rivoluzione industriale e proseguito in modo sempre più spinto dopo la seconda guerra mondiale, ha provocato in molte aree l'interruzione di questo sodalizio millenario. Le aree abbandonate sono andate incontro ad un degrado sempre più spinto, caratterizzato da fenomeni erosivi del suolo e alterazione degli habitat naturali e semi-naturali, con conseguente perdita di specie e di servizi ecosistemici³.

Cambiamenti nell'uso del suolo, con conversione e/o intensificazione dei sistemi di produzione e cementificazione/impermeabilizzazione. I cambiamenti nell'uso del suolo rappresentano il fattore con il più alto indice di impatto sulla biodiversità perché determinano una perdita di habitat a cui risulta associata una rapida estinzione di specie⁴. Le attività umane infatti, degradano ecosistemi ed habitat, causandone spesso anche la loro perdita. Ne sono un esempio la conversione di praterie in campi coltivati e di foreste tropicali in praterie. L'aumento demografico è la causa principale del cambiamento di uso del suolo di vaste aree di territorio. La conversione ad uso agricolo di ampie porzioni di territorio risulta essere il motivo principale per i cambi di uso del suolo. Contribuiscono alla frammentazione anche l'aumento delle infrastrutture e l'urbanizzazione. Tutto ciò causa una progressiva frammentazione del paesaggio in quanto gli ambienti naturali risultano separati tra loro da terreni agricoli e impianti costruiti. Questo tema, di grande importanza, è più volte ripreso nell'opera. Qui basti ricordare le iniziative che sono state intraprese, anche a livello legislativo,

in favore di una buona legge sul consumo di suolo. Queste problematiche sono presenti nel Capitolo 7, Suolo e sottosuolo e nel Capitolo 13, Le aree urbane.

Sfruttamento delle risorse naturali, come prelievi ingenti di acqua, distruzione del bosco per lo sfruttamento della risorsa legno, pascolamento eccessivo, prelievo venatorio eccessivo, overfishing. Gli ecosistemi naturali sono caratterizzati da determinati livelli di resistenza e resilienza. Superati questi livelli, la risorsa si perde in modo definitivo. Un eccessivo prelievo di acqua superficiale a scopo irriguo o industriale, ad esempio, può compromettere la sopravvivenza di ecosistemi umidi (lacustri, fluviali) particolarmente fragili, con conseguente scomparsa delle specie collegate e con problemi che riguardano, ad esempio, un prelievo eccessivo di legname e una corretta gestione dei pascoli⁵. A questo proposito va solo aggiunto che un eccessivo carico di pascolamento porta all'acidificazione del suolo e all'alterazione dei rapporti interspecifici della flora d'alpeggio, con gravi risultati sulla qualità del pascolo e sulla sua capacità di recupero in tempi brevi. La caccia e la pesca eccessive possono aggravare situazioni di degrado di habitat già a rischio. Le specie più minacciate in questo senso sono quelle con carne commestibile (tipicamente selvaggina e pesce), e quelle che producono annessi (pelle, corna, tessuti, organi) con un alto valore commerciale.

Incendi. L'argomento è ampiamente trattato nel Capitolo 12, relativo alla gestione delle foreste.

Cattiva gestione del territorio che causa alluvioni, frane e fenomeni erosivi. In Italia la gestione territoriale è stata trattata soprattutto nell'ambito della disciplina urbanistica, che ha utilizzato un approccio multi e interdisciplinare ma che non è riuscita del tutto a tradurre la conoscenza del territorio in interventi sostenibili dal punto di vista ambientale e naturalistico. Il nostro paese è oggi altamente instabile da un punto di vista idrogeologico, in parte per le sue caratteristiche geografiche, orografiche e pedologiche, in parte per l'abbandono delle pratiche tradizionali di gestione del territorio, per la cattiva gestione delle aree boscate, per gli errati interventi di regimentazione delle acque, per l'abbandono delle terre agricole e marginali. Questo ultimo aspetto, particolarmente grave a causa della sua diffusione, ha fatto mancare la gestione capillare che i contadini effettuavano per mantenere l'integrità dei territori. Questa funzione, in parte vicariata dai Comuni, è venuta a mancare a causa dei noti problemi conseguenti alla crisi economica in atto. Il dissesto del territorio si riverbera drammaticamente sulla conservazione della biodi-

² Alcuni temi sono solo accennati perché presenti in forze in altri Capitoli ai quali si rimanda

³ Su questo tema vedi sia il Capitolo 14, Le aree agricole, sia il Capitolo 13, Le aree urbane

⁴ Manes F., Capogna F., (2005), *Perdita della biodiversità*, in Stato della Biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Direzione per la Protezione della Natura. Palombi Editori, 105-147

⁵ Vedi il Capitolo 9, Il mare, il Capitolo 12, La gestione delle foreste e il Capitolo 16, Le aree montane

versità, sull'integrità degli ecosistemi e sulla loro capacità di fornire servizi ecologici adeguati⁶.

Frammentazione degli habitat naturali. Con questo termine si indica il processo di parcellizzazione di un territorio in sottoaree tra loro parzialmente connesse o totalmente isolate, così che gli habitat adatti ad una specie risultano distribuiti sul territorio a *macchia di leopardo*. La frammentazione degli habitat avviene in seguito alla costruzione ed esercizio di infrastrutture lineari come strade di grande comunicazione, autostrade, ferrovie, oleodotti/gasdotti, elettrodotti, canali artificiali, tutte strutture che ostacolano la libera diffusione delle specie da un'area all'altra. L'impatto di questo tipo di frammentazione è amplificato sia della notevole quantità di territorio interessato che dell'elevato flusso di veicoli. La frammentazione può anche derivare da bruschi cambiamenti di destinazione d'uso di ampie aree che, a causa delle caratteristiche geografiche, fungono da aree ponte tra ambiti territoriali simili. La frammentazione è dovuta sia alla perdita di habitat originari che alla costruzione di barriere (quali strade, linee elettriche, canali artificiali e impianti sciistici) che impediscono il libero movimento degli animali all'interno del territorio. Nello studio del fenomeno della frammentazione è utile introdurre il concetto di *patch* (termine inglese che vuol dire *chiazza*), con il quale si intende un'area che presenta condizioni ambientali omogenee. *Patch* di ambienti naturali di per sé non alterati, ma circondati da paesaggi modificati dall'uomo, possono risultare non più adatti per certe specie. E' evidente che, in un paesaggio frammentato, o molto più frammentato di quello originario a cui le specie si erano adattate, le specie soggette ad un maggior rischio di estinzione sono quelle che necessitano di patch più ampi, che hanno difficoltà a migrare e che risentono maggiormente della presenza di confini. Lo studio del fenomeno della frammentazione risulta molto complesso soprattutto per la difficoltà di capire come e quanto la frammentazione alteri il funzionamento dell'ecosistema. L'iniziale distruzione degli habitat porta, infatti, all'immediata perdita di alcune specie, ma la maggior parte delle estinzioni si verificano nel tempo. Gli effetti della frammentazione si riflettono quindi sullo stato di salute di una popolazione anche molti decenni dopo l'iniziale trasformazione dell'ambiente. Nel caso di habitat così frammentati, una gestione corretta del territorio risulta talvolta dispendiosa, poco efficace, quando non addirittura impossibile. Ambienti così frammentati, infatti, richiedono un tipo di gestione legata alle attività tradizionalmente effettuate *in loco*. Il livello di paesaggio

⁶ A questo tipo di problematica fa espresso riferimento il Capitolo 23, Rischio da frane e da alluvione

potrebbe quindi essere quello più idoneo per impostare una corretta gestione territoriale, ad esempio attraverso la realizzazione di *corridoi naturali verdi* che, ripristinando i collegamenti tra *patches*, facilitino la connettività e la comunicazione tra popolazioni di specie. Questo è, tra gli altri, uno degli scopi dell'iniziativa europea della rete di siti denominata Natura 2000⁷.

Impiego di insetticidi, pesticidi e diserbanti. Alterano la composizione in specie degli ecosistemi e inquinano i suoli e l'acqua. Di questo si parlerà più diffusamente nel paragrafo che si occupa dell'impatto dell'agricoltura sulla biodiversità.

Introduzione di specie esotiche. L'introduzione in un territorio di specie esotiche rappresenta un pericolo per la biodiversità di origine locale. È stato valutato che circa il 20% dei casi di estinzione di uccelli e mammiferi è da attribuirsi all'azione diretta di specie animali esotiche introdotte dall'uomo. Tale azione si esplica nella competizione per risorse limitate, nella predazione da parte della specie introdotta e nella diffusione di nuove malattie. Le specie esotiche possono provocare ingenti danni ai nostri ecosistemi, entrando in competizione con le specie autoctone. Analogamente agli altri aspetti che minacciano la salvaguardia della diversità biologica, questa tematica non può essere trascurata e il problema delle specie invasive non ha ancora ricevuto, in Italia, la dovuta attenzione. Le specie invasive non conoscono confini e per poterle monitorare e tenere sotto controllo è necessaria un'azione concertata. I cittadini europei godono oggi di una libertà di movimento verso i luoghi più disparati del pianeta nettamente superiore rispetto al passato. Pur offrendo innegabili vantaggi di tipo sociale ed economico, questa maggiore mobilità moltiplica le possibilità di introduzione di nuove specie nei territori dell'Unione Europea. Alcune di queste, altamente invasive, vengono importate volontariamente come animali domestici o piante ornamentali, mentre altre raggiungono i nostri paesi attraverso gli scambi commerciali, viaggiando come veri e propri *clandestini* o organismi contaminanti. Con l'avvento del mercato unico e l'abbattimento delle frontiere si è andata affermando la necessità di un approccio coordinato a livello europeo per tutelare gli ecosistemi. Sebbene in alcuni Stati membri siano attualmente in vigore prassi consolidate ed efficaci normative per ostacolare la diffusione di queste specie, l'Europa è totalmente sprovvista di una strategia comune. È improbabile che il frammentato scenario di interventi posti in essere possa contribuire efficacemente a ridurre i rischi cui siamo attualmente esposti. Le specie alloctone invasive sono fonte di grande preoccupazione

⁷ Vedi il sito <http://www.minambiente.it/pagina/rete-natura-2000>



anche in termini socioeconomici. Basti pensare ai gravi problemi che le invasive infestanti generano nei comparti dell'agricoltura, della silvicoltura, della pesca e dell'acquicoltura. Le conseguenze dell'introduzione di specie non autoctone in Italia sono già ampiamente riconosciute a livello sia scientifico che produttivo, in campo agro-forestale, nella pesca, nella conservazione della natura e nella gestione del territorio in generale. Alcuni habitat sono naturalmente più vulnerabili di altri. Una recente ricerca condotta su scala europea rileva che le invasioni di specie vegetali sono più frequenti nei substrati ricchi di sostanze nutritive, quali gli ambienti costieri e fluviali, nonché nelle aree agricole o urbane, di enorme importanza per l'economia umana.

Varie strategie per debellare le specie aliene sono state analizzate in un studio⁸ sulle modalità più efficaci e redditizie di gestione delle specie predatrici invasive. Attraverso un sistema di modellizzazione, i ricercatori hanno individuato cinque specifiche strategie:

- eradicazione immediata: tendere alla completa eliminazione dei predatori quanto prima possibile;
- controllo a un numero fisso: eliminazione di un determinato numero di predatori (metodo sovente scelto in caso di risorse limitate); può portare all'eradicazione dei predatori se il numero di esemplari è ridotto;
- controllo a tasso fisso: eliminazione annuale di una determinata percentuale di predatori in modo da contenere la crescita della popolazione;
- cattura oltre la soglia massima: quando il numero di predatori supera una determinata soglia (metodo utilizzato per mantenere la popolazione di predatori ad un livello accettabile);
- cattura al di sotto della soglia minima: quando il numero di predatori scende al di sotto di una soglia prestabilita; metodo utilizzato per eradicare esigue popolazioni di predatori.

Secondo i ricercatori, qualora siano disponibili fondi sufficienti, l'eradicazione immediata di predatori alloctoni invasivi si è dimostrata la strategia più efficace per ridurre le minacce sulle specie autoctone (persino in caso di non completa eradicazione della specie predatrice). Qualora non sia possibile eliminare totalmente i predatori e vi siano limitazioni di bilancio, lo studio suggerisce di ricorrere al metodo della *cattura oltre la soglia massima* poiché l'impatto maggiore sulle specie native si ha in presenza

⁸ Sabo J.L., Wilcox, C. et al. (2008), *Cost-effective suppression and Eradication of invasive predators*, in Baxter P., *Conservation Biology*, 22 (1):89-98

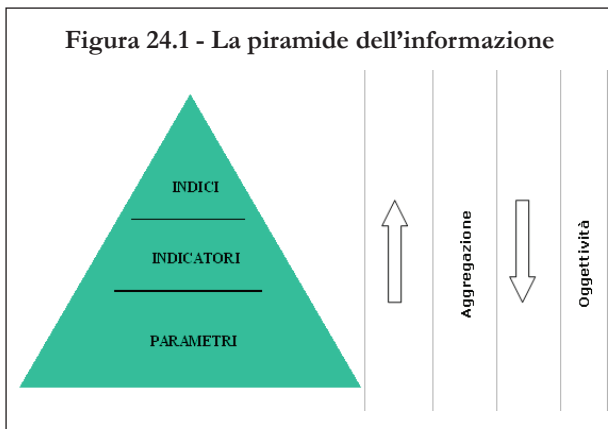
di elevate densità di popolazione di predatori alloctoni. La ricerca sulle specie invasive negli estuari e nelle aree costiere suggerisce che, in tali zone, l'eradicazione si rivela generalmente meno onerosa di un lungo programma di monitoraggio, a condizione che il processo di penetrazione delle specie invasive sia ancora in fase iniziale. In ogni caso, per limitare i danni, è sempre bene provvedere ad un qualche controllo delle popolazioni invasive fin dalla loro prima apparizione.

Misura e reporting degli impatti

L'ambiente è un sistema estremamente complesso. Le relazioni e i rapporti di causa-effetto tra i diversi elementi e processi che lo caratterizzano non sono sempre chiari, e anche solo la descrizione accurata dei fenomeni presenta, in alcuni casi, delle difficoltà notevoli. Tra gli schemi logici utilizzabili per la raccolta e la valutazione dei dati ambientali a fini gestionali, uno dei più interessanti è lo schema DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatto, Risposte)^{9,10}, che attraverso uno schema logico di raccolta ed elaborazione di dati ambientali, evidenzia le criticità ai fini della predisposizione di programmi di miglioramento della qualità ambientale e della valutazione dell'efficacia delle politiche messe in atto. Per delineare un quadro oggettivo della situazione ambientale ci si riferisce ad indicatori ambientali adeguati, messi a punto dall'Istat e dall'Ispra (Figura 24.1). Questi due Enti hanno la funzione di raccolta, validazione e diffusione dei dati forniti dagli enti locali e dalle agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente (Arpa e Appa), con successiva elaborazione di documenti che costituiscono un prezioso strumento di informazione statistica ambientale messo a disposizione del pubblico e dei decisori politici.

⁹ EEA, (1998), *Guidelines for Data Collection and Processing*, EU State of the Environment Report, Annex 3, European Environment Agency, Copenhagen.

¹⁰ Lo schema DPSIR è ampiamente descritto nel Capitolo 19, Inquinamento dell'aria e problemi del clima



Fonte: Ispra - <http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00010400/10432-mlg-72-2011.pdf/>

Ambienti e impatti caratteristici

Ambiente urbano. Gli ultimi quarant'anni hanno visto affermarsi, non solo in Italia, di un processo di conversione del suolo in ambiente costruito, a causa del quale milioni di ettari di superfici, in gran parte agricole, sono divenuti aree artificializzate e impermeabilizzate (sedime di edifici, spazi di pertinenza, parcheggi, aree di stoccaggio, strade e spazi accessori). I piani urbanistico-territoriali hanno accompagnato ed assecondato questo orientamento, caratterizzato da una matrice espressamente economica: i terreni acquistano valore sul mercato immobiliare solamente se gli strumenti urbanistici ne prescrivono la destinazione edificatoria. Questo processo è particolarmente grave in un paese come l'Italia, dove le aree più produttive da un punto di vista agricolo sono le stesse prese di mira dalla speculazione edilizia, come le ampie e fertili pianure costiere, oggi largamente cementificate. La trasformazione dell'ambiente agricolo in area urbana provoca un impatto notevole sulla biodiversità, con scomparsa delle specie più selvatiche e la comparsa di quelle più tipicamente sinantropiche. Negli ultimi decenni, caratterizzati da una crescita esponenziale di alcune aree urbane che si sono via via trasformate in aree metropolitane, si è assistito alla comparsa di una comunità animale e vegetale caratteristica, composta di specie tradizionalmente legate alla presenza umana (piccioni, passeri, ratti, alcune specie di piante infestanti) e da altre che si sono adattate a vivere negli ambienti urbani (storni, gabbiani, volpi, specie erbacee ed arboree provenienti dagli ambienti agricoli circostanti). La convivenza umana con queste specie non è sempre facile, basti pensare agli storni che entrano in città e rendono problematico frequentare di sera alcune piazze cittadine. Intervenire per risolvere i problemi di convivenza è

veramente difficile e gli interventi sono, in genere, di tipo palliativo. Gli interventi sono però in alcuni casi fondamentali in quanto rivestono alcuni aspetti di tipo sanitario, come ad esempio il controllo dei ratti o di alcune piante allergizzanti¹¹.

Ambienti forestali. L'Italia è un paese prevalentemente collinare e montuoso, con una superficie forestale che copre circa un terzo della superficie nazionale¹². Le foreste, ecosistemi d'importanza fondamentale nel discorso sulla biodiversità, costituiscono l'habitat d'elezione per una varietà di specie animali e vegetali e il contesto ambientale ed economico per le popolazioni locali. Il coinvolgimento delle aree montane nella Rete ecologica, (Capitolo 8 - La biodiversità), ha quindi il senso di valorizzare le singole identità locali e di accogliere le possibili sinergie, integrando da una parte tali aree nel contesto della rete europea delle aree protette e dall'altra sostenendo, in modo diffuso e diversificato, la naturalità complessiva del nostro Paese. Gli aspetti *globali* riguardano l'importanza che le foreste hanno nell'economia mondiale e nello smaltimento dell'anidride carbonica immessa nel pianeta. Per quanto concerne il valore *locale*, le foreste sono fondamentali per il ruolo giocato sui versanti della qualità ambientale, delle risorse economiche locali e degli aspetti sociali e ludici. Le problematiche legate alla loro conservazione rivestono, quindi, una notevole importanza a livello soprattutto locale.

L'impatto per eccellenza delle attività umane sull'ecosistema forestale è legato allo sfruttamento della risorsa legno. Un prelievo legnoso eccessivo e una cattiva gestione delle aree di sottobosco, possono creare notevoli danni agli ambienti forestali, che tuttavia sono molto diversi gli uni dagli altri, a seconda delle essenze arboree ed arbustive presenti e dalle caratteristiche ambientali fisiche e climatiche. Una buona gestione degli ecosistemi forestali non è incompatibile con il prelievo di legno, secondo metodi di coltivazione forestale che sono stati consolidati da secoli di utilizzo, come viene illustrato nel Capitolo 12, La gestione delle foreste. Ancora, sulle aree forestali impatta in modo sostanziale il cambiamento climatico in atto, che è il fattore che influisce, tra l'altro, sulla modifica delle specie presenti nei popolamenti forestali. Nell'area mediterranea, inoltre, il protrarsi di periodi caldi e secchi accresce il rischio di incendi boschivi. Nell'Europa centrale e settentrionale fenomeni meteorologici estremi come le tempeste influiscono sulla lunghezza del periodo vegetativo, con gravi ripercussioni sulla capacità riproduttiva delle specie forestali. Se da un lato, però,

¹¹ Questi temi sono ampiamente trattati nella parte dedicata agli Spazi umani del libro, con i Capitoli che vanno dal 13 al 17

¹² <http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/home.jsp>



i cambiamenti climatici influiscono sulle foreste, non c'è dubbio che una strada per mitigare i cambiamenti climatici sia quella di operare una corretta gestione delle foreste stesse. In Europa è previsto un aumento delle aree forestali legato al declino delle aree agricole e all'aumento delle importazioni di prodotti alimentari e forestali. Questa dinamica fornisce l'opportunità di operare una riconversione in senso forestale di ampie superfici, a sostegno di una corretta gestione del rischio idrogeologico e della mitigazione dei cambiamenti climatici. E' necessario sensibilizzare maggiormente i proprietari forestali, l'opinione pubblica e i decisori politici sull'impatto del cambiamento climatico e sull'importanza della gestione delle foreste per la mitigazione degli impatti e l'adattamento.

Pratiche di gestione idonee a favorire questo processo sono:

- migliorare le conoscenze relative al trattamento della micorrizza sulle radici delle piante e alle tecniche di fertilizzazione al fine di migliorare la costituzione e la crescita delle foreste;
- indagare i meccanismi tramite i quali le specie possono adattarsi, concentrandosi in particolare sul possibile utilizzo di specie arboree attualmente non utilizzate a fini commerciali al di fuori della loro naturale zona di crescita;
- studiare le specie invasive nocive, prevedendo le possibili minacce, la loro diffusione e gli effetti sulle foreste, allo scopo di individuare dei meccanismi di prevenzione e di protezione contro tali specie;
- analizzare la cattura del carbonio da parte delle foreste al fine di ottimizzarne la gestione.

Nel quadro della rigenerazione delle foreste, si dovrebbero privilegiare le specie arboree locali, cercando contemporaneamente di studiare e introdurre nuove specie capaci di adattarsi e di trarre beneficio dalla variazione delle condizioni climatiche. Inoltre, le foreste miste potrebbero essere raccomandate, ove possibile, al fine di ottenere una maggiore resistenza alle tempeste e ai danni causati dagli insetti. È necessario promuovere la ricerca su specie arboree alternative più resistenti e l'introduzione di nuove specie in zone diverse, come pure dei modelli prefiguranti i danni causati da mutamenti climatici estremi e improvvisi. Ancora, il settore forestale può ridurre il volume di anidride carbonica presente nell'atmosfera, contribuendo ad attenuare i fenomeni di cambiamento climatico:

- aumentando gli stock di carbonio presenti nelle foreste e nei prodotti a base di legno;
- producendo dei prodotti a base di legno che possono essere utilizzati per sostituire dei

prodotti che sono più nocivi in termini di cambiamento climatico;

- proteggendo le foreste dal disboscamento ed evitando il rilascio nell'atmosfera del carbonio immagazzinato negli alberi e nei suoli forestali;
- piantando nuove foreste su terre agricole abbandonate o marginali attraverso un imboschimento e un rimboschimento sostenibili.

Il legno è una risorsa naturale rinnovabile, pertanto promuoverlo nei confronti della società come materiale per usi edili e come fonte energetica è uno dei modi più efficaci per imprigionare l'anidride carbonica negli alberi e nei prodotti a base di legno, i quali fungono sia da pozzi di assorbimento del carbonio che da sostituti di materiali ottenuti da fonti non rinnovabili. È possibile che, in futuro, le emissioni di gas a effetto serra siano ridotte anche sostituendo i combustibili fossili con biocarburanti rinnovabili di origine forestale.

Ambienti alpini e di montagna. Le Alpi sono la catena montuosa con le cime più alte d'Europa. Formano un arco lungo 1.200 km e largo 200 km che attraversa otto paesi, a partire dalla Francia, dalla Svizzera e dal Principato di Monaco, fino all'Italia, alla Germania, all'Austria e alla Slovenia. Le Alpi fungono anche da ponte tra i climi mediterraneo e temperato a sud e quello più continentale a nord, il che si riflette nella tipologia di habitat e specie presenti. Più della metà delle Alpi è ricoperta da foreste. Verso nord, i versanti più bassi sono dominati da alberi a foglie caduche, mentre a sud sono perlopiù ricoperti da foreste sempreverdi. Le conifere abbondano alle alte quote e nelle zone più aride dell'entroterra, dove le precipitazioni sono decisamente meno intense. In generale, le foreste si trovano ancora in uno stato relativamente naturale, soprattutto ad altitudini più elevate, e offrono così un importante rifugio a molte tra le specie più imponenti, quali orsi e uccelli rapaci, per le quali fungono da corridoio ecologico. Prati e pascoli montani costituiscono un ulteriore 25% della vegetazione alpina. Si tratta perlopiù di formazioni erbose seminaturali, influenzate per secoli da pratiche agricole a basso impatto ambientale. Il progressivo abbandono dei terreni ad uso agricolo costituisce, tuttavia, una grave minaccia per molte di queste aree. Nelle Alpi si concentrano complessivamente 84 tipologie di habitat elencate nella direttiva Habitat, alcuni dei quali situati sopra il limite della vegetazione arborea, tra cui le lande alpine, le formazioni erbose silicicole o vari tipi di pareti rocciose e ghiaioni. Per quanto riguarda la vegetazione, le Alpi rappresentano una delle regioni più ricche d'Europa, se si considera che qui è presente circa il 40% della flora europea. Molte specie si sono adat-

tate alle condizioni rigide, formando rosette o tappeti radenti al suolo per proteggersi dal vento e dalla neve, oppure sviluppando filamenti e fiori a forma di disco per trattenere meglio il calore. Le Alpi sono altrettanto importanti per l'avifauna, considerato che almeno 200 specie nidificano nelle montagne, mentre circa altre 200 vi fanno tappa o trascorrono qui l'inverno. Le Alpi, oltre a essere considerate tra le catene montuose più ricche d'Europa in termini di biodiversità, sono anche tra le più intensamente sfruttate. Più di 11 milioni di persone sono insediate in questa regione, concentrate perlopiù nelle valli, dove l'urbanizzazione rappresenta un fenomeno in continua espansione. A queste si aggiungono i milioni di persone che visitano le montagne a scopo turistico e ricreativo¹³. Il fattore della massiccia presenza umana esercita un'enorme pressione sull'ambiente fragile e vulnerabile. Almeno il 10% del territorio delle Alpi è stato trasformato in stazioni sciistiche, ma l'impatto di questa trasformazione, in termini di inquinamento, compattazione del suolo, cambiamenti nella vegetazione locale, si fa sentire ben oltre i loro confini. L'incremento del traffico rappresenta un altro grave fenomeno. La rete viaria, di vecchia e nuova costruzione, funge da importante barriera alla migrazione delle specie. Un'altra grave fonte di preoccupazione è rappresentata dallo sbarramento e dalla canalizzazione della maggior parte dei grandi fiumi alpini, a scopo idroelettrico o per l'intensificazione agricola. Tutto ciò non solo ha prodotto conseguenze sull'ambiente naturale, sia all'interno che al di fuori della regione alpina, ma ha anche generato tutta una serie di effetti collaterali indesiderati per quanto riguarda i livelli delle acque freatiche, l'erosione e la sedimentazione degli argini. Molte di queste problematiche sono ulteriormente aggravate dalla generale mancanza di coordinamento nello sviluppo della gestione del territorio montano nella sua interezza.

L'altra grande presenza montana in Italia è data dalla catena degli Appennini, che costituiscono la spina dorsale del paese e lo attraversano per tutta la lunghezza. Si tratta per lo più di una catena montuosa, anche se soltanto le fasce centrali raggiungono altitudini tali da giustificare l'inclusione nella regione biogeografica alpina. Come in altre regioni montane difficilmente accessibili, anche sugli Appennini la presenza umana è modesta e in costante declino, il che sta provocando una rapida scomparsa delle tradizionali attività agricole e pastorizie. Tuttavia, ora che la maggior parte degli Appennini centrali è stata inserita in una rete di parchi nazionali collegati tra loro, si stanno compiendo sforzi per rilanciare i pa-

esi di montagna, attraverso iniziative eco-turistiche accuratamente pianificate¹⁴.

Ambienti delle acque interne. E' difficile individuare specificità e intensità degli impatti in un contesto come quello delle acque interne, massicciamente antropizzato a causa di alterazioni profonde negli usi del suolo e a cambiamenti sostanziali nella quantità e nella qualità dei prelievi idrici, anche se un tentativo in questo senso è stato fatto nel Capitolo 18, Inquinamento dell'acqua.

La risorsa idrica disponibile è fondamentale per i bisogni dell'uomo, ma la sua quantità/qualità è basilare per la conservazione dei beni e dei servizi messi a disposizione dagli ecosistemi.

L'acqua usata in ambito domestico, agricolo, zootecnico e industriale spesso contiene sostanze che alterano l'ecosistema, per cui non può essere scaricata direttamente nei corsi d'acqua e nel suolo. Gli agenti inquinanti più comuni nelle acque sono gli inquinanti fecali, le sostanze inorganiche tossiche e nocive, le sostanze organiche non naturali, oli ed emulsionanti, solidi sospesi.

La massiccia antropizzazione e industrializzazione delle aree urbane determina spesso scarichi di fognature civili non depurati, scarichi dei residui di materie prime e dei prodotti intermedi e finali dell'industria, il dilavamento di rifiuti e inquinanti delle aree cementificate adibite ad attività di servizi. A ciò si aggiungono la difficoltà del controllo degli scarichi puntuali nel settore industriale e la scarsa sensibilità verso tali problematiche da parte di alcuni operatori dei vari settori produttivi.

Il fenomeno dell'industrializzazione è responsabile anche delle piogge acide, determinate dalla contaminazione dell'acqua piovana da parte dei gas presenti nell'atmosfera¹⁵ (anidride carbonica, anidride solforosa, biossido di azoto), che hanno effetti dannosi sugli ecosistemi acquatici e su quelli forestali. Le conseguenze sugli organismi acquatici possono essere sia dirette, dovute alla tossicità delle acque, sia indirette, dovute alla scomparsa di vegetali o delle prede più sensibili all'acidificazione e che costituiscono parte sostanziale della catena alimentare. I gas inquinanti dell'aria determinano le *piogge acide*, con conseguenze dirette e indirette sugli organismi acquatici, oltre a causare danni per la salute umana. Infatti, l'acidità dei fiumi e dei laghi può modificare le popolazioni di diatomee e di alghe brune e può alterare anche la distribuzione e la varietà della fauna ittica. Inoltre, può indirettamente causare danni alla salute umana, qualora siano consumati alimenti provenienti da acque acide, per esempio pesci che

¹³ Questo tema è trattato in due Capitoli: il Capitolo 16, Le aree montane e il Capitolo 26, Il turismo

¹⁴ http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/biogeos/Alpine/KH7809637ITC_002.pdf

¹⁵ Vedi il Capitolo 19, Inquinamento dell'aria e problemi del clima



abbiano accumulato nel loro corpo grandi quantità di metalli tossici, come viene descritto nel Capitolo 9, Il mare.

Anche il prelievo eccessivo di acqua può alterare la qualità della risorsa idrica. Le aree fortemente antropizzate costituiscono un nodo critico per l'elevata domanda di acqua per usi civili, industriali, agricoli, ricreativi. Infine, un eccessivo prelievo di acque di falda in zone costiere può determinare un'intrusione di acqua di origine marina nella falda stessa, salinizzandola e rendendola non più idonea agli usi legittimi cui può essere destinata.

La presenza di allevamenti zootecnici intensivi genera forti pressioni dovute ai liquami prodotti e al dilavamento delle deiezioni. L'uso massiccio in agricoltura di fertilizzanti e di prodotti fitosanitari, può causare impatti sulla vita acquatica e modificazioni delle acque per uso potabile sia superficiali sia sotterranee¹⁶.

Un problema emergente nei bacini di acqua dolce è quello delle fioriture algali potenzialmente tossiche. I bacini d'acqua dolce rappresentano una delle risorse più importanti per la vita dell'uomo, non solo per tutte le attività che ruotano intorno a essi, ma anche perché sono fonti idriche di riserva utilizzabili direttamente. Per il costante aumento del processo di industrializzazione e per l'incremento delle attività agricole in Italia (e nel resto del mondo), questi bacini sono andati generalmente incontro a un processo di *eutrofizzazione*, ovvero un aumento di sostanze inorganiche, soprattutto azoto e fosforo, sotto forma di nitrati, nitriti, ammonio e fosfati inorganici. Questa eccessiva *fertilizzazione* ha portato negli ultimi anni all'aumento della presenza di organismi algali, che quando si moltiplicano oltre certi livelli danno luogo al fenomeno definito fioritura o *bloom*. Nei bacini idrici maggiormente eutrofizzati, dove l'ambiente acquatico è più degradato, prendono spesso il sopravvento alcune specie algali di *frontiera*, capaci di produrre sostanze altamente tossiche, per cui la presenza di cianobatteri, o alghe verdi-azzurre, nelle acque dolci rappresenta un problema sanitario rilevante a causa della capacità di produrre cianotossine alle quali l'uomo può essere esposto in vari modi. La presenza di una specie tossica nel fitoplancton lacustre non è di per sé indicativa di rischio ecologico. Tuttavia l'aumento della concentrazione dei nutrienti, insieme ad altri fattori come temperatura, profondità del lago, bruschi abbassamenti di livello dovuti ai prelievi (necessari, ad esempio, per la produzione di energia elettrica), possono innescare fenomeni eutrofici potenzialmente tossici.

¹⁶ Questo tema è fonte di *ampi disaccordi* tra allevatori e ambientalisti. Certo è che la tematica, in tempi di allevamenti intensivi, non può essere ignorata

Inoltre, i laghi che ospitano fioriture di specie tossiche danno origine anche a un nuovo e pericoloso fattore di rischio, la cui incidenza non è ancora del tutto valutabile. Le tossine prodotte sono in grado di percolare attraverso gli strati geologici e da questi raggiungere i terreni e le falde idriche circostanti che concorrono alla creazione dei laghi stessi. Dalle falde le tossine possono arrivare alle riserve e ai pozzi artesiani creati per usi potabili e, successivamente, alle reti idriche cittadine.

La necessità di gestire la risorsa idrica attraverso una pianificazione di bacino idrografico, con un'ottica ecologica è stata determinata dalla Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE, che obbliga alla protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee. Questa Direttiva offre l'opportunità di rilanciare una gestione integrata e unitaria della risorsa idrica, attualmente ancora molto frammentata in Italia, attraverso piani di gestione di bacino idrografico (art.13), realizzati con percorsi di partecipazione attiva (art.14). Entro il 2003, oltre al necessario recepimento, i Paesi membri avrebbero dovuto identificare i bacini idrografici e i relativi Distretti Idrografici a cui attribuirli, definendo le autorità competenti; entro il 2009, invece, avrebbero dovuto definire un programma di misure che, tenendo conto dei risultati delle analisi, permetta il raggiungimento degli obiettivi ambientali fissati dalla Direttiva; inoltre, avrebbero dovuto predisporre i piani di gestione dei bacini idrografici. Purtroppo l'Italia ha accumulato un estremo e grave ritardo (il recepimento è avvenuto con il Dlgs.152/2006), che difficilmente potrà colmare e per questo ha anche subito delle condanne da parte della Corte di giustizia europea. Infine, collegata alla direttiva 2000/60/CE, è stata varata la direttiva 2007/60/CE *relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi alluvionali* per la quale è opportuno predisporre piani di gestione del rischio alluvioni, che devono garantire l'appropriato coordinamento all'interno dei distretti idrografici previsti dalla Direttiva Quadro Acque. In conclusione, l'approccio a livello di bacino idrografico può certamente essere efficace per affrontare la complessità delle problematiche ambientali, purché basata su una concreta integrazione delle politiche territoriali e un'adeguata interdisciplinarietà pianificatoria e progettuale.

Uno strumento molto appropriato e di recente istituzione, è costituito dai *Contratti di Fiume*, che sebbene svolti su base volontaria si stanno rilevando molto efficaci per la salvaguardia della risorsa acqua. Ai Contratti di fiume sono dedicati un paragrafo nel Capitolo 23 e un Box intero all'interno del Capitolo 27.

Ambienti marino-costieri. I mari rappresentano la linfa vitale dell'Europa, essendo una fonte di ali-

mentazione e di energia, regolando il clima e offrendo rotte commerciali. Tuttavia, i mari sono sottoposti ad una serie di minacce. La prima è rappresentata dall'inquinamento terrestre proveniente, in special modo, dalle aree urbane, dall'industria e dall'agricoltura intensiva. Un'altra è rappresentata dal livello crescente del trasporto marittimo e dai rischi che ne derivano, per esempio le fuoriuscite di petrolio provocate da incidenti e scarichi volontari. Le specie esotiche provenienti da mari lontani, spesso trasportate involontariamente dalle navi nelle acque di sentina, rappresentano un altro pericolo per il fragile equilibrio di alcuni ecosistemi marini. Tutte queste pressioni danneggiano gli ecosistemi marini e nei prossimi decenni il cambiamento climatico non potrà che aggravare il loro impatto. Inoltre, la popolazione costiera è cresciuta, e insieme ad essa sono cresciuti gli effetti di tale crescita sugli ecosistemi marini¹⁷.

In Italia le coste marine hanno un'estensione di 7.375 km¹⁸. Da molti decenni il paesaggio marino, gli ecosistemi e gli habitat costieri subiscono l'influsso crescente di uno sviluppo urbano incontrollato, del turismo, dell'industria, di una attività di pesca non sempre adeguatamente regolamentata e talvolta non sostenibile, nonché della riduzione dell'apporto di acque dolci e materiali sedimentari a causa della costruzione di dighe e altri usi idrici.

Nell'ultimo secolo, l'attività di pesca da artigianale si è rapidamente trasformata in un'attività industriale, con importanti conseguenze sulla conservazione degli stock ittici commerciali. Le tecnologie avanzate che agevolano le attività di pesca e le altre attività alieutiche hanno determinato la riduzione o talvolta la scomparsa dei grandi predatori in diverse parti dei nostri mari determinando un cambiamento della struttura delle popolazioni che oggi presentano una dominanza di piccole taglie, una perdita complessiva di biomassa e una diminuzione della fecondità e della capacità di ripopolamento.

Le alterazioni della costa determinate dalla realizzazione di un crescente numero di infrastrutture (porti, condotte, piattaforme offshore, opere di difesa costiera), ma anche la pesca a strascico e l'inquinamento, contribuiscono all'aumento del rischio della perdita di habitat fondamentali, indispensabili per la riproduzione, il rifugio e il nutrimento delle specie animali e vegetali del Mediterraneo.

L'inquinamento rappresenta una delle principali fonti d'impatto per l'ambiente marino. Una riduzione della qualità delle acque marine è riconducibile agli apporti provenienti dalle attività umane che si svol-

gono a terra, attraverso le acque reflue domestiche, urbane e industriali, le acque derivanti da attività agricole, oppure attraverso le emissioni gassose in atmosfera. Altre forme d'inquinamento derivano, invece, da attività che si svolgono a mare quali il traffico marittimo, le attività di estrazione (gas e petrolio), gli sversamenti accidentali di sostanze (idrocarburi petroliferi o sostanze tossico-nocive) oppure quelle che derivano da rifiuti, quali manufatti o materiali solidi a lenta degradazione, abbandonati nell'ambiente marino. Tra i problemi più rilevanti vi è l'eccessivo apporto di sostanze nutrienti e il deposito di contaminanti nei sedimenti. A fronte, infine, di forme di inquinamento di tipo chimico, esistono anche forme di inquinamento di tipo fisico, dovuto al rilascio di masse d'acqua a temperatura diversa da quella delle acque marine o anche alla emissione di onde sonore connesse, ad esempio, con il trasporto marittimo o l'esplorazione geologica.

Il rilascio di anidride carbonica nell'atmosfera rappresenta un'ulteriore fonte di alterazione delle caratteristiche dell'ambiente marino, portando ad un progressivo innalzamento del grado di acidità dell'acqua; questo fenomeno può indurre una modifica nei processi di calcificazione degli organismi marini con conseguenze dirette su plancton, molluschi, crostacei ed altri organismi. Dall'inizio della rivoluzione industriale ad oggi l'acidità degli oceani è aumentata del 30%. Anche i cambiamenti climatici hanno un'importante influenza sull'ecosistema marino. La variazione della temperatura dell'acqua può favorire l'insediamento e la diffusione di specie esotiche che meglio si adattano alle mutate condizioni climatiche, aumentando il rischio di estinzione di alcune specie animali e vegetali locali.

Per fare fronte a questa situazione nel corso di questi ultimi decenni è emersa la consapevolezza che *le pressioni sulle risorse marine naturali e la domanda di servizi ecosistemici marini sono spesso troppo elevate e quindi si manifesta l'esigenza di ridurre il loro impatto sulle acque marine, indipendentemente da dove si manifestino i loro effetti. D'altra parte, l'ambiente marino costituisce un patrimonio prezioso che deve essere protetto, salvaguardato e, ove possibile, ripristinato al fine ultimo di mantenere la biodiversità e preservare la diversità e la vitalità di mari ed oceani che siano puliti, sani e produttivi*¹⁹.

Per far fronte a tali esigenze il 17 giugno 2008 il Parlamento Europeo ed il Consiglio dell'Unione Europea hanno emanato la Direttiva quadro 2008/56/CE sulla strategia per l'ambiente marino, successivamente recepita in Italia con il d. lgs. n. 190 del 13 ottobre 2010. La Direttiva si basa su un approccio integrato e si propone di diventare il pilastro ambientale della futura politica maritti-

¹⁷ Sul mare e sulla fascia costiera sono presenti nel libro due Capitoli molto esaustivi, il 9 e il 15

¹⁸ Istat, (2010), *Italia in cifre*, Istat, Roma

¹⁹ <http://www.strategiamarina.isprambiente.it/>



ma dell'Unione Europea. La Direttiva pone come obiettivo agli Stati membri di raggiungere entro il 2020 il buono stato ambientale (GES, *Good Environmental Status*) per le proprie acque marine. Ogni Stato dovrebbe quindi, mettere in atto, per ogni regione o sottoregione marina, una strategia che consta di una *fase di preparazione* e di un *programma di misure*.

Le zone costiere sono soggette ad una serie di problemi biofisici e antropici intercorrelati. Esse costituiscono, di fatto, un sistema naturale complesso e dinamico e subiscono quindi la forza delle correnti, gli effetti del trasporto dei sedimenti e quelli delle frequenti burrasche. Sono inoltre particolarmente esposte ad un eccessivo sfruttamento o ad attività antropiche inadeguate.

Le zone costiere costituiscono una fonte rilevante di alimenti e materie prime, rappresentano un collegamento fondamentale per i trasporti e le attività commerciali, ospitano alcuni tra gli habitat naturali più interessanti e sono un luogo privilegiato per il tempo libero. Esse sono però soggette a gravi problemi quali la distruzione degli habitat, la contaminazione delle acque, l'erosione costiera e l'impoverimento delle risorse. Lo sfruttamento eccessivo delle limitate risorse delle zone costiere (inclusa la loro ridotta estensione) porta a conflitti sempre più frequenti tra i vari utilizzi che si fanno di tali zone, come tra l'acquacoltura e il turismo. Le zone costiere soffrono inoltre di gravi difficoltà socioeconomiche e culturali, quali la disgregazione del tessuto sociale, la marginalizzazione, la disoccupazione e la distruzione del patrimonio provocata dall'erosione. Il grande valore delle zone costiere e le loro potenzialità impongono di trovare soluzioni a tali problemi, che assumono una dimensione europea e ai quali occorre quindi rispondere con azioni a tale livello²⁰.

Le coste italiane sono caratterizzate da una forte presenza antropica, così come i nostri mari. L'ecosistema marino in genere è sottoposto ad una serie di minacce, dirette e indirette, causate da varie attività che impattano sulla biodiversità²¹.

²⁰ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0547:FIN:IT:PDF>

²¹ http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/biodiversita/IV_Rapp_Naz.CBD_I.pdf

Oltre alle coste anche le dune costiere sono tra i più diffusi ecosistemi rinvenibili lungo le coste. I sistemi più estesi si riscontrano in coincidenza dei delta fluviali e lungo le coste sabbiose, ma non mancano sistemi dunali di addossamento anche lungo le coste rocciose. Le dune costiere sostengono un gran numero di habitat naturali particolarmente ricchi di specie. Esse rappresentano il risultato di lenti processi di accumulo, ad opera del vento, delle sabbie trasportate dalle correnti marine lungo la costa e, in condizioni naturali, costituiscono un serbatoio di sabbia in grado di rifornire le spiagge nelle fasi ordinarie di erosione. Costituiscono ambienti molto dinamici, di estremo valore geomorfologico, ecologico e paesaggistico. Sotto il profilo faunistico gli ecosistemi dunali rappresentano habitat unici a cui, per alcune specie, va aggiunto il ruolo irrinunciabile di corridoi ecologici in ambiente costiero. Allo stato di conservazione delle dune e delle spiagge è strettamente legato quello di altri ecosistemi, di estrema importanza, quali gli ambienti umidi retrodunali, le lagune ed i laghi costieri, le foci fluviali, sino alle praterie di Posidonia e di altre fanerogame marine: tutti ecosistemi che, oltre al valore strettamente ecologico, hanno un notevole valore economico, diretto ed indiretto²².

Nel 2013 Legambiente²³ ha pubblicato un Dossier sulle coste italiane, dove a seguito di uno studio effettuato su 1800 chilometri di coste delle Regioni Veneto, Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Molise, Campania, Lazio e parte della Sicilia, è emerso che oltre il 55% delle aree costiere esaminate sono state trasformate dalla urbanizzazione, in modo irreversibile, mediante costruzione di palazzi, ville, alberghi e porti (Tabella 24.1). Oltre all'impatto sull'ambiente, questo alto grado di cementificazione costiera apre la strada a fenomeni di dissesto idrogeologico che mettono in pericolo sia vite umane che attività produttive.

²² http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/biodiversita/allegato_rapporto_153_2011.pdf

²³ Legambiente, 2013. Salviamo le coste italiane. http://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/doss_consumo_di_suolo_costiero_0.pdf

Tabella 24.1 - Analisi dei paesaggi costieri trasformati nelle Regioni

	<i>Marche</i>	<i>Veneto</i>	<i>Abruzzo</i>	<i>Emilia Romagna</i>	<i>Molise</i>	<i>Campania</i>	<i>Sicilia</i>	<i>Lazio</i>
Totale coste (in km)	180	170	143	141	35	360	442	329
Coste complessive trasformate (in km)	98	61	91	82	17	181	255	208
Coste complessive trasformate (in %)	54,4	36,0	63,6	58,1	48,6	50,3	57,7	63,2

Fonte: nostra elaborazione su dati Legambiente, 2013

Le ripercussioni ambientali e paesistiche di tale pressione sono state una generale scomparsa dell'ecosistema dunale e comunque la profonda alterazione dei tratti naturali delle coste interessate, unitamente ad un forte contributo alla scomparsa della risorsa suolo (corrispondente anche al fenomeno della desertificazione). Tali azioni non hanno determinato soltanto un danno ambientale, ma anche un danno all'economia turistica del paese in termini di una forte riduzione di capacità di offerta ambientale.

La causa del degrado persistente di molte aree costiere è comunque da ricercare anche nella cattiva gestione del bene ambientale. Questa situazione, con vari gradi, è presente in gran parte d'Europa e i motivi sono da ricercarsi nella carenza o adeguatezza di informazioni sia sulle condizioni dei litorali sia sugli effetti (economici e non) delle attività antropiche, sia nello scarso coordinamento tra i vari livelli e settori dell'amministrazione e tra le relative politiche che nell'insufficiente grado di partecipazione.

Ambiente agricolo. La penisola italiana è caratterizzata da un consistente patrimonio di biodiversità dovuto alla grande varietà di habitat, molti dei quali legati all'agricoltura. Le aree agricole ad alto valore naturale interessano una SAU (Superficie Agricola Utilizzata) pari a circa 6 milioni di ettari, circa il 32% della superficie agricola; queste, insieme alle aree forestali ad alto valore naturale, si concentrano soprattutto nelle aree protette (incluso la rete Natura 2000) arrivando a coprire nel loro insieme 61.891,37 km², pari a circa il 20,5% della superficie territoriale. Di questo, il 20-25% è interessato dall'agricoltura, ed in particolare da prati e pascoli. L'agricoltura, soprattutto quella legata alle aree agro-forestali ad alto valore naturale, con particolare attenzione alle aree Natura 2000, riveste pertanto un ruolo di grande importanza per la conservazione della biodiversità naturale, la struttura del paesaggio tradizionale italiano, ma anche, dal punto di vista socio-economico, per le produzioni tradizionali e la diversificazione nel settore turistico-ricreativo. L'agricoltura è uno dei settori maggiormente impegnati nel conseguimen-

to dell'obiettivo di *Arrestare il declino della biodiversità* sancito nel Consiglio Europeo di Goteborg e ribadito come ambizioso obiettivo per il 2020 dal Consiglio Europeo del marzo 2010 (Consiglio dell'Unione Europea, 2010a²⁴, 2010b²⁵), nonché dal piano di implementazione della Convenzione Internazionale sulla Diversità Biologica definito dalle risoluzioni della decima Conferenza delle Parti²⁶.

L'agricoltura rappresenta inoltre l'attività di gestione a maggior diffusione sul territorio di molte regioni italiane. Il rapporto tra agricoltura e risorse naturali rappresenta quindi un aspetto critico nella gestione del territorio che è sempre più oggetto di attenzione da parte dell'opinione pubblica, soprattutto in seguito ai danni conseguenti a calamità naturali originate da anomali eventi climatici e da una non corretta gestione territoriale.

L'evoluzione dei sistemi agricoli ha modellato nel tempo la struttura del paesaggio, creando habitat favorevoli ad un gran numero di specie vegetali e animali, tra cui emergono quelle di interesse conservazionistico. Questi habitat costituiscono il cuore delle aree agricole ad Alto Valore Naturale (AVN), ossia di aree agricole intrinsecamente ricche di biodiversità, intesa come ricchezza di specie e complessità delle relazioni ecologiche esistenti. Nel nostro Paese, i principali agro-ecosistemi ad alto valore naturale sono rappresentati dai prati permanenti e pascoli delle Alpi e degli Appennini, dalle praterie sub-steppe del Sud e delle Isole e dalle aree a colture estensive (erbacee e arboree) ricche di strutture semi-naturali e manufatti (siepi, boschetti, muretti a secco) del Centro-Sud, che in totale interessano poco meno di un quarto della superficie agricola nazionale. Tuttavia, negli ultimi decenni i processi di intensificazione dell'attività agricola e di abbandono delle aree rurali margina-

²⁴ Consiglio dell'Unione europea, (2010a), Bruxelles, 15 marzo 2010, 7562/10

²⁵ Consiglio dell'Unione europea, (2010b), Bruxelles, 26 marzo 2010, EUCO 7/10

²⁶ CBD - COP 10 Decision X/2-Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020, 19 December 2010



li hanno causato una continua riduzione di questa tipologia di aree, minacciando il delicato equilibrio tra agricoltura e biodiversità. Contrastare questi processi costituisce un'azione chiave per arrestare il declino della biodiversità e promuovere un modello di agricoltura a servizio della collettività. A tal fine, agli inizi degli anni '90, l'Unione Europea ha introdotto la tutela dell'ambiente come parte integrante della Politica Agricola Comunitaria (PAC), individuando la politica di Sviluppo Rurale come strumento principale per la conservazione e la valorizzazione delle risorse naturali e paesaggistiche degli agro-ecosistemi. Nell'attuale periodo di programmazione la conservazione della biodiversità e la tutela dei sistemi agricoli e forestali AVN sono tra gli obiettivi prioritari da perseguire attraverso le misure individuate dalle Regioni nell'ambito del quadro definito dal Piano Strategico Nazionale (PSN) per lo Sviluppo Rurale²⁷.

Tra le azioni-chiave finalizzate al conseguimento di questi obiettivi emergono il sostegno a metodi di produzione estensivi e biologici, la salvaguardia delle risorse genetiche animali e vegetali di interesse agricolo a rischio di estinzione, la conservazione e valorizzazione di habitat semi-naturali associati ad un'agricoltura estensiva, il ripristino di zone umide e la rinaturalizzazione delle fasce fluviali, lo sviluppo di corridoi ecologici.

I principali impatti sulla conservazione della biodiversità collegati al settore dell'agricoltura sono:

- diminuzione della Superficie Agraria Utilizzata (SAU) o della Superficie Agricola Totale (SAT) in favore di insediamenti industriali o civili e di infrastrutture;
- concentrazione e specializzazione produttiva, aggravati dalla limitata disponibilità di terreni agricoli di buona fertilità che genera elevate intensità d'uso con i connessi problemi di inquinamento, degrado del suolo, erosione e mutamento del paesaggio;
- inquinamento derivato da attività extra-agricole;
- abbandono delle attività agricole in aree marginali o comunque meno produttive.

Il primo fattore di perdita di diversità biologica può essere sicuramente ascritto alla sottrazione di terreno all'attività agricola ed all'espansione degli insediamenti civili, industriali o alle infrastrutture. Anche la riduzione delle coltivazioni permanenti può aver dato luogo a forme di abbandono dell'attività agricola, soprattutto dove la conformazione del terreno non lascia spazio ad alternative economicamente convenienti.

²⁷ <http://www.rerurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2692>

I frequenti fenomeni di erosione superficiale del suolo, le frane e gli incendi, in molti casi attribuibili alla contrazione della superficie agroforestale e alla assenza di corrette attività di manutenzione del territorio, rendono ancora più evidente la stretta interconnessione tra attività agricole e forestali e conservazione della biodiversità. Le superfici aziendali meno produttive o più impervie vengono infatti abbandonate per continuare l'intensificazione nel resto dell'azienda. In altri casi possono essere abbandonate intere aziende che non riescono ad assicurare un reddito sufficiente ai loro conduttori. Le regioni a maggior rischio di marginalizzazione e più suscettibili di abbandono rientrano in due categorie: le regioni in cui predominano sistemi estensivi e quelle in cui l'agricoltura è esercitata su scala ridotta. L'abbandono non comporta necessariamente il ripristino delle condizioni naturali di origine, ma ne provoca degrado del con distruzione dell'habitat naturale di numerose specie animali, dissesto idrogeologico, perdita di biodiversità e ripercussioni sul paesaggio.

Un discorso a parte va fatto per la perdita di risorse genetiche legate all'agricoltura. Arrestare la perdita di risorse genetiche per l'alimentazione e l'agricoltura, garantire la sicurezza alimentare mondiale e lo sviluppo sostenibile, promuovendo la loro conservazione, il loro uso sostenibile, compreso lo scambio, e la ripartizione giusta ed equa dei vantaggi derivanti dal loro utilizzo è uno sforzo sentito a livello mondiale. La Commissione sulle risorse genetiche per l'alimentazione e l'agricoltura della Fao sottolinea *l'urgenza di salvaguardare i geni chiave che aiuteranno a contrastare gli effetti del cambiamento climatico*²⁸. Le piante costituiscono più dell'80% della dieta umana. Una trentina di colture coprono il 95% del fabbisogno energetico-alimentare umano e solo cinque di esse - riso, grano, mais, miglio e sorgo - ne forniscono il 60%. La Fao stima che

nel secolo scorso, circa il 75% della diversità genetica delle colture sia andata perduta, quando gli agricoltori di tutto il mondo sono passati a varietà geneticamente uniformi, ad alto rendimento e hanno abbandonato molte delle varietà locali. Il ricorso a materiale genetico è tuttavia indispensabile per adattare e migliorare l'agricoltura di fronte a minacce quali le malattie o il riscaldamento del clima che possono alterarne le condizioni di crescita²⁹.

Ad esempio, una varietà di grano della Turchia, raccolta e conservata in una banca genetica di semi

²⁸ <http://www.fao.org/news/story/it/item/174345/icode/>

²⁹ <http://www.fao.org/news/story/it/item/174345/icode/>

nel 1948, è stata riscoperta negli anni '80, quando è stato trovato che possedeva geni resistenti a molti tipi di funghi patogeni. Secondo i più recenti dati Fao, il 22% delle razze animali sono a rischio di estinzione, ma l'agenzia Onu evidenzia che

le razze locali, spesso le meno studiate, posseggono difese genetiche in grado di sopravvivere in condizioni difficili, cosa di cui le razze bovine industriali non sono in grado³⁰.

Le risorse genetiche saranno parte essenziale di qualsiasi strategia di adattamento, svolgendo un ruolo cruciale per garantire sia la sicurezza alimentare che i servizi ambientali che la biodiversità può offrire ora e nel futuro. È infatti grazie alla diversità genetica delle specie coltivate che le produzioni agricole potranno essere assicurate nonostante i possibili cambiamenti ambientali futuri. Ad esempio, le diverse caratteristiche biologiche che consentono agli alberi di adattarsi alle varie condizioni climatiche e che determinano le caratteristiche specifiche dei vari legni, permetteranno a quelle stesse specie di adattarsi a condizioni differenti in caso di cambiamenti climatici. Lo stesso dicasi per varietà di cereali adattati per crescere in ambienti aridi, o più freddi, che potranno essere utilizzati come base alimentare in caso di maggiore siccità del clima. La perdita di specie, sottospecie o varietà comporterebbe, quindi, una serie di danni, categorizzabili come di seguito:

- ecologico, perché comporta un degrado della funzionalità degli ecosistemi;
- culturale, perché si perdono conoscenze e tradizioni umane legate alla biodiversità;
- economico, perché riduce le risorse genetiche ed il loro potenziale di sfruttamento economico.

Attività umane, impatti caratteristici e minimizzazione di impatto

Gli impatti dell'agricoltura sulla biodiversità

La perdita della biodiversità deve essere arrestata, sebbene le misure destinate a tale finalità rappresentino un costo notevole per la società in generale e per gli operatori economici dei settori che dipendono direttamente da servizi ecosistemici in particolare. Si consideri che l'impollinazione entomogama nell'Ue ha un valore economico stimato intorno ai 15 miliardi di euro all'anno; eppure, ogni anno si assiste ad un inesorabile declino della popolazione delle api e di altri impollinatori (ad

³⁰ <http://www.fao.org/news/story/it/item/174345/icode/>

esempio, dal 1990, si è verificata una riduzione della popolazione delle farfalle comuni di oltre il 70%), con ripercussioni preoccupanti sugli agricoltori europei³¹ e sul settore agroalimentare³². Si calcola che più dell'80% delle colture agricole dell'Ue dipenda almeno in parte dall'impollinazione entomogama. A ciò si aggiunga, inoltre, un uso insostenibile dei terreni che porta ad un consumo di suolo fertile, con danni rilevanti sul piano della sicurezza alimentare e della tutela della biodiversità.

L'impoverimento della biodiversità è espressione dell'impoverimento del suolo, con effetti evidenti sulle produzioni agricole. Lo stretto collegamento esistente tra agricoltura e biodiversità è tale, infatti, che ogni scelta che si compie nell'ambito della prima incide sui diversi aspetti della seconda. L'agricoltura è spesso ritenuta responsabile dei danni causati alla biodiversità: in effetti, un'agricoltura intensiva, non rispettosa dei cicli naturali di fecondazione e riproduzione, che basa la propria attività sulla coltura protette, non raggiunte dalle piogge e soggette ad una temperatura micro-ambientale elevata e non interessate dalle attività di aratura e di fertilizzazione del suolo con il reintegro della sostanza organica, è sicuramente una delle cause della alterazione della fertilità dei suoli.

L'agricoltura intensiva è, infatti, considerata una rilevante fonte di impatto ambientale, perché basata sullo sfruttamento dei terreni agricoli utilizzati per garantire produzioni che privilegiano la quantità piuttosto che la qualità, con conseguente consumo eccessivo di concimi chimici, prodotti fitosanitari e fertilizzanti che contribuiscono alla perdita della diversità biologica.

L'agricoltura intensiva segna il passaggio da un'agricoltura di autoconsumo ad un'agricoltura monocolturale, incentrata, dalle prime politiche comunitarie, sulla quantità della produzione piuttosto che sulla qualità, con l'obiettivo di conseguire il massimo rendimento per ettaro. Tali politiche, d'altro canto, sono conseguenza di un cambiamento sociale profondo, segnato dall'abbandono delle campagne e dal riversarsi della popolazione nelle città, con l'intenzione di inseguire il benessere e cercare nuove e migliori opportunità di lavoro³³.

La crescita vertiginosa della popolazione e il bisogno di cibo hanno provocato una rivoluzione in campo agricolo, favorita dalla realizzazione di at-

³¹ Hendriks P. et al., (2009), *Bee mortality and bee surveillance in Europe*, Scientific Report submitted to EFSA. <http://www.efsa.europa.eu/it/scdocs/doc/27e.pdf>

³² State of Green Business, (2011), Green Biz Group: <http://www.greenbiz.com/research/report/2011/02/01/state-green-business-report-2011>

³³ Le tematiche relative alla gestione del suolo agricolo sono molto ben rappresentate nel Capitolo 14, Le aree agricole



trezzature e macchine agricole in grado di produrre quantità elevate di cibo non paragonabili a quelle ottenibili da un'agricoltura di sussistenza, diretta a soddisfare esclusivamente il fabbisogno della famiglia contadina.

Sementi selezionate, antiparassitari, coperture di protezione contro eventi atmosferici, serre, silos e l'uso di fertilizzanti, produzioni monocolturali, hanno garantito la durata delle piante e dei mangimi destinate al nutrimento di persone e animali ma hanno impoverito la base genetica, come dimostrato dai frequenti attacchi di agenti fitopatogeni e l'incapacità delle nuove sementi, selezionate o ibride, di resistere alle influenze esterne. Come ulteriore conseguenza si è registrata una riduzione delle razze allevate per ogni singola specie, con ulteriore perdita della variabilità genetica tra le stesse popolazioni allevate. La diversità genetica costituisce, invece, la fonte principale di miglioramento e di evoluzione della specie, nonché di adattamento della stessa ai cambiamenti in atto, attraverso la selezione naturale o la selezione compiuta dall'uomo.

Occorre, al riguardo, interrogarsi anche sugli effetti provocati sulla biodiversità dalle modifiche del materiale genetico realizzate in laboratorio secondo metodi diversi da quelli realizzati in natura tramite incroci o con ricombinazione genetica naturale: gli organismi geneticamente modificati sono oggetto di un vasto dibattito condotto non solo sul piano etico, ma anche e soprattutto scientifico. Le colture geneticamente modificate, se presentano la capacità di resistere ai fitosanitari e agli insetti, tuttavia, richiedono trattamenti specifici che incidono sulla fertilità del suolo spesso in modo irreversibile. Tuttavia, gli OGM sono stati considerati la soluzione per risolvere i problemi connessi alla mancata disponibilità di cibo per centinaia di milioni di persone. La fame nel mondo costituisce, ad oggi, una piaga ancora profonda, che certo non può dirsi arginata, anche perché le colture geneticamente modificate sono state spesso utilizzate per fini diversi da quelli alimentari. Nei Paesi nei quali le colture geneticamente modificate sono state incentivate, le terre sono state destinate interamente alle monocolture. Inoltre, la coltivazione degli OGM presuppone il ricorso ad innovative e costose tecniche di irrigazione, meccanizzazione ed utilizzo di fertilizzanti chimici, che poco si adattano ad una popolazione povera e malnutrita.

Le politiche internazionali, comunitarie e nazionali si muovono, seppur lentamente, nella direzione di favorire un'agricoltura sostenibile e multifunzionale, che sappia coniugare l'uso delle più innovative tecniche agricole con la tutela dell'ambiente e della biodiversità.

La strategia per la biodiversità 2020³⁴ prevede la realizzazione di sei obiettivi tra loro dipendenti e tutti diretti ad arrestare la perdita di biodiversità e il degrado dei servizi ecosistemici. In particolare, gli obiettivi 1 e 2 sono destinati a proteggere e ripristinare la biodiversità e i relativi servizi ecosistemici, gli obiettivi 3, 4 e 5 intendono potenziare il contributo positivo dell'agricoltura e della silvicoltura e ridurre le pressioni principali esercitate sulla biodiversità, mentre l'obiettivo 6 è diretto a intensificare il contributo dell'Ue alla biodiversità mondiale.

In materia di agricoltura, l'obiettivo principale è quello di estendere entro il 2020 le superfici agricole coltivate a prati, seminativi e colture permanenti, in conformità con le azioni previste dalla nuova PAC 2014-2020 al fine di garantire la conservazione delle specie e degli habitat che dipendono dall'agricoltura.

Lo stesso Ministero dell'Ambiente ha ritenuto opportuno proporre alcuni aspetti gestionali per ridurre l'impatto dell'agricoltura sulla biodiversità:

- sostenere l'agricoltura integrata, riducendo al minimo indispensabile l'uso dei composti chimici e favorire l'uso di macchine agricole che minimizzino l'impatto negativo sul terreno; ridurre l'impatto da sovraccarico dei pascoli, da allevamenti intensivi, da monocolture; difendere le zone umide e le brughiere; sostenere il ruolo che le comunità rurali hanno nella creazione e mantenimento degli habitat semi-naturali e la validità delle pratiche estensive, talvolta in aree marginali, per la conservazione della biodiversità;
- sostenere le comunità locali e le loro tradizioni culturali, le loro tecniche agricole e zootecniche, le loro tecnologie di trasformazione dei prodotti agro-zootecnici;
- ispirare la pianificazione territoriale ai criteri della conservazione dell'ambiente e alla tutela del paesaggio che va inteso nel suo significato più completo di paesaggio naturale, urbano e agrario;
- stimolare azioni di valorizzazione dei genotipi e delle razze autoctone che ancora possono svolgere un ruolo importante sia dal punto di vista produttivo che da quello della tutela dell'ambiente e del territorio, come ad esempio le razze di montagna e le razze allevate sulla dorsale Appenninica; riconoscere i diritti del conservatore (coltivatore e allevatore) al fine di agevolarne le attività;
- comprendere misure atte alla conservazione

³⁴ http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_2020/2020%20Biodiversity%20Factsheet_IT.pdf

della biodiversità nei piani di settore (energetico, trasporti, rifiuti, turismo, industria, pesca); internalizzare gli eventuali costi; sottoporre a verifica mediante VAS/VIA;

- inserire la conservazione della biodiversità anche nei bilanci di contabilità ambientale a livello territoriale che faranno parte delle Agende 21 regionali e locali; si tratta cioè di procedere, in termini di costi e benefici, ad una progettazione, il più onnicomprensiva possibile su base territoriale integrata, delle attività produttive che tenga conto di ricavi e spese a medio e lungo termine della gestione degli apparati produttivi e della natura che ne è supporto;
- realizzare attività che comportano la conservazione della biodiversità, come la coltivazione di specie vegetali atte ad evitare le erosioni riparie e montane, ad abbellire il paesaggio ad attuare la fitodepurazione; ciò può essere anche esteso all'adozione di pratiche colturali che contribuiscano a conservare la biodiversità microbica nei suoli e quella degli animali inferiori utili all'agricoltura e alla scelta di tecnologie di trattamento dei rifiuti e dei reflui basate sulla minimizzazione dell'impatto attraverso l'uso di tecniche biologiche e di recupero energetico;
- realizzare programmi di etichettatura ecologica basati sull'analisi del ciclo di vita dei prodotti, la cui produzione, distribuzione, utilizzazione e modalità di smaltimento potrebbero influire sulla diversità biologica³⁵.

La garanzia di un equilibrio tra l'uso dei fertilizzanti e la tutela della biodiversità costituisce una sfida importante per la sicurezza alimentare globale: occorre intensificare la ricerca nel campo dei fertilizzanti, della produzione alimentare e dei rifiuti biologici, al fine di ridurre la dipendenza dalla estrazione di fosfato. Occorre, piuttosto, garantire l'apporto di fosforo, per consentire la fertilizzazione sostenibile del suolo ed incrementare i modelli di produzione capaci di garantire la qualità dei terreni.

È recente l'approvazione del d.lgs. n. 150 del 2012, che ha dato attuazione alla direttiva 2009/128/CE istitutiva di un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari e che fornisce una definizione degli stessi: sono tali tutti quei prodotti che, per la forma in cui sono forniti all'utilizzatore finale, perché contengono o sono costituiti da sostanze attive, antidoti agrono-

mici o sinergizzanti, sono destinati ad uno dei seguenti impieghi:

- 1) proteggere i vegetali o i prodotti vegetali da tutti gli organismi nocivi o prevenire gli effetti di questi ultimi;
- 2) influire sui processi vitali dei vegetali come nel caso di sostanze diverse dai nutrienti che influiscono sulla loro crescita;
- 3) conservare i prodotti vegetali;
- 4) distruggere vegetali o parti di vegetali indesiderati, eccetto le alghe, a meno che i prodotti non siano adoperati sul suolo o in acqua per proteggere i vegetali;
- 5) controllare o evitare una crescita indesiderata dei vegetali, eccetto le alghe, a meno che i prodotti non siano adoperati sul suolo o in acqua per proteggere i vegetali.

La direttiva n. 2009/128/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari, individua le azioni che gli Stati membri devono mettere in campo per garantire un uso efficace e controllato degli stessi, tenendo conto che l'impiego di prodotti fitosanitari è comunque utile ma, d'altro canto il loro uso può comportare rischi e pericoli per gli esseri umani, gli animali e l'ambiente, soprattutto se vengono immessi sul mercato senza essere stati ufficialmente testati e autorizzati e se sono utilizzati in modo scorretto³⁶.

A tal fine l'Italia nel 2014 ha adottato il *Piano d'azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari*, con il quale sono definiti gli obiettivi, le misure, le modalità e i tempi per la riduzione dei rischi e degli impatti derivanti dal loro utilizzo sulla salute umana, sull'ambiente e sulla biodiversità al fine di ridurre i rischi associati all'impiego dei prodotti fitosanitari:

- a) ridurre i rischi e gli impatti dei prodotti fitosanitari sulla salute umana, sull'ambiente e sulla biodiversità;
- b) promuovere l'applicazione della difesa integrata, dell'agricoltura biologica e di altri approcci alternativi;
- c) proteggere gli utilizzatori dei prodotti fitosanitari e la popolazione interessata;
- d) tutelare i consumatori;
- e) salvaguardare l'ambiente acquatico e le acque potabili;
- f) conservare la biodiversità e tutelare gli ecosistemi.

Si tratta di obiettivi tra loro integrati che sottolineano l'attenzione sempre più mirata verso pratiche di agricoltura sostenibile, attraverso la partecipazione di tutti gli attori del mercato a processi di for-

³⁵ Rapporto 2011-2012 della Strategia Nazionale della biodiversità (Ministero Ambiente)
http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/biblioteca/dpn_I_rapporto_snb_2011_2012.pdf

³⁶ Vedi i considerando 6 e 7 del Regolamento (CE) 21 ottobre 2009, n. 1107/2009 relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari



mazione e di informazione finalizzati a garantire la salvaguardia del patrimonio naturale e lo sviluppo di un'agricoltura multifunzionale.

Gli impatti della pesca sulla biodiversità

Gli impatti sull'ambiente e sulla biodiversità legati all'attività di pesca riguardano sia gli spetti del prelievo che quelli dell'inquinamento diretto, derivante dalla presenza in mare di navi e flotte da pesca. Del primo aspetto si parla diffusamente nel capitolo 9, relativo al mare. Del secondo aspetto si accenna nel paragrafo che si occupa dell'impatto dei trasporti, nel presente capitolo.

Gli impatti delle attività industriali sulla biodiversità

Le attività industriali, così vitali per l'economia di un paese, possono creare degli impatti notevolissimi sull'ambiente in generale e sulla biodiversità in particolare. Gli impatti delle industrie pesanti sono particolarmente forti, ma tutte le industrie, in qualche modo, generano impatti, dalle grandi industrie concentrate in aree industriali fino alle imprese agricole di grandi e medie dimensioni. La tipologia degli impatti delle attività industriali sull'ambiente vanno dallo sfruttamento delle risorse naturali (materie prime, acqua, in competizione, ad esempio, con le attività agricole) alle problematiche legate alle emissioni in atmosfera, ai rumori e alle vibrazioni, fino alla produzione di rifiuti e scarti di lavorazione, più o meno tossici e nocivi. Una certa quantità di rischio, tuttavia, riguarda anche le tipologie di lavorazioni effettuate e la probabilità che si verifichi un incidente di tipo rilevante, più o meno devastante per l'ambiente nei suoi diversi comparti (acqua, aria, suolo, comparto biologico). Ancora, da quando si è fatta la scelta di concentrare le industrie in aree delimitate, in modo da poter effettuare una migliore gestione delle attività di esercizio e dei rischi, agli impatti su indicati si è aggiunto anche il *land grabbing* o *consumo di suolo*, ovvero un processo di sottrazione dei terreni ad attività di tipo agricolo e alle superfici forestali, con conseguente impermeabilizzazione degli stessi e loro perdita di valore ecologico.

Da quando in Italia, negli anni '70, si sono palesati i danni potenzialmente catastrofici sull'ambiente generabili dalle attività industriali, è nata la necessità di individuare regole e procedure che permettessero di tenere sotto controllo, o almeno minimizzare, gli impatti. Nel capitolo 17, relativo alle

attività industriali, si affrontano in modo diffuso le iniziative prese a livello nazionale proprio per minimizzare rischi ed impatti.

Gli impatti dei trasporti sulla biodiversità

I trasporti, oltre ad essere responsabili di un inquinamento diffuso dell'aria³⁷ con emissioni nocive, rumori e vibrazioni, in alcuni casi dell'acqua, hanno un forte impatto anche sulla biodiversità, influenzando, in particolare, il paesaggio. Le infrastrutture lineari come strade e ferrovie, infatti, provocano la frammentazione delle aree naturali in piccoli appezzamenti di terra, con gravi conseguenze soprattutto per gli animali. Gli animali necessitano di spostarsi all'interno di un territorio integro per raggiungere le aree di pascolo o di caccia, le aree di riproduzione o le aree di abbeveraggio. Le infrastrutture lineari che ostacolano il loro libero vagare ne compromettono l'alimentazione, l'abbeveraggio o la riproduzione provocandone, in alcuni casi, la scomparsa.

Il settore dei trasporti contribuisce per circa il 22% alle emissioni di CO₂ (circa 6,5 miliardi di tonnellate di CO₂ annue) e per il 27% alle emissioni di tutti i gas ad effetto serra³⁸. L'immissione di questi gas in atmosfera contribuisce al fenomeno delle piogge acide, che arrivano addirittura, percolando attraverso il terreno, ad inquinare le falde freatiche. I metalli pesanti, nonché altri elementi in tracce, immessi in atmosfera o in acqua attraverso le emissioni inquinanti, finiscono nei diversi comparti ambientali, andando incontro a fenomeni di bio-accumulo all'interno della catena alimentare, con problemi anche per l'alimentazione umana. Tra i gas emessi in atmosfera, in particolare, l'ozono (O₃), benefico nella stratosfera perché filtra la radiazione ultravioletta, a basse quote diviene dannoso per l'ambiente, con evidenti ed estesi danni fogliari alla vegetazione. L'impatto dei trasporti, ancora, si esplica in fase di esercizio sotto forma di occupazione del suolo, erosione, compattazione, impermeabilizzazione e contaminazione del suolo. Inoltre, la costruzione e la messa in opera delle infrastrutture stesse produce un impatto sugli ecosistemi coinvolti, dato da movimenti di terra, abbattimento di piante e distruzione di ecosistemi, inquinamento dell'acqua, dell'aria, da rumore e vibrazioni.

Il trasporto su strada risulta essere la più inquinante modalità di trasporto delle merci. Nonostante le emissioni di NOx e particolato atmosferico

³⁷ Su questo tema vedi il Capitolo 19, Inquinamento dell'aria e problemi del clima

³⁸ OECD/IEA, (2011), *CO2 Emissions From Fuel Combustion, Highlights*, International Energy Agency: <http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>

(PM) siano state ridotte rispettivamente del 42% e del 72% negli ultimi quindici anni³⁹, i mezzi pesanti circolanti su gomma continuano a contribuire per un 75,4% alle emissioni totali di anidride carbonica del settore dei trasporti nel suo complesso, immettendo nell'atmosfera circa 4,9 miliardi di tonnellate di CO₂ annue. Il trasporto su rotaia, sebbene poco utilizzato, rappresenterebbe invece la modalità di trasporto terrestre meno impattante. Considerando che vi sono diversi milioni di veicoli commerciali circolanti su strada nel mondo, è bene ricordare che per quanto riguarda il PM, questo non si origina solo dai processi di combustione nei motori, ma può provenire anche dall'usura dei pneumatici, dei freni e del manto stradale. Particolato e polveri possono depositarsi sulle pagine fogliari delle piante inibendo la loro capacità fotosintetica⁴⁰.

Anche il trasporto marittimo⁴¹ provoca una serie di impatti sugli ecosistemi marini e costieri. Oltre alle scie lasciate dalle navi, omologhe a quelle lasciate dagli aerei in atmosfera, e all'inquinamento atmosferico provocato dai motori, un danno diretto alla biodiversità viene dalle acque di zavorra, utilizzate per stabilizzare le navi stesse. Le acque di zavorra, infatti, possono essere ricche di idrocarburi, o essere rifugio involontario di specie esotiche che, una volta immesse in altri tipi di ambiente, possono arrecare gravi danni alla flora e alla fauna locali. Notevoli danni sono anche quelli legati agli incidenti in mare, soprattutto gli sversamenti di petrolio accidentali o quelli conseguenti a naufragio, che hanno in alcuni casi devastato irrimediabilmente ecosistemi marini e costieri anche di pregio.

Gli impatti del turismo sulla biodiversità

Il turismo rappresenta, a livello mondiale, un settore economico in espansione che dipende sempre di più per la sua crescita dalla disponibilità di risorse naturali, artistiche e culturali, che rappresentano oggi i principali fattori in grado di rendere attrattiva una destinazione. La conservazione di queste risorse risulta quindi indispensabile per garantire uno sviluppo futuro del settore e la promozione di forme di turismo sostenibile appare il metodo migliore per perseguire questo obiettivo. Il turismo in Italia è diventato un fenomeno di massa a partire dagli anni '50, fino alla cosiddetta *esplosione* degli anni '70-80, generata sia da fenomeni socio-culturali che eco-

nomico-demografici (maggior reddito disponibile, urbanizzazione spinta, maggiore tempo libero). Il turismo italiano si caratterizza per la predominanza dei movimenti interregionali e quindi generalmente come turismo di prossimità, con utilizzo del mezzo proprio per una mobilità di breve raggio, spesso verso la seconda casa; inoltre, il turismo si configura generalmente come stanziale e concentrato nel periodo estivo, con una attivazione limitata dell'economia in alcune aree. In termini geografico - territoriali, il fenomeno ha seguito le linee principali dello sviluppo con una concentrazione antropica lungo le coste, caratterizzandosi quindi come turismo essenzialmente balneare.

L'Italia possiede anche almeno 100 città di grande valore artistico e storico, centinaia di città e paesi dove si organizzano particolari eventi (spettacoli, giochi storici, processioni, mercati e fiere, carnevali, feste), si producono alimenti tradizionali e si creano prodotti immateriali (ad esempio, la musica).

Nel 2010, sono stati registrati in tutto il mondo 940 milioni di arrivi turistici internazionali, corrispondenti ad una crescita del 6,6% rispetto all'anno precedente, con un fatturato del turismo internazionale che ha raggiunto i 693 miliardi di € (919 miliardi dollari USA), corrispondenti a un aumento del 4,7%. Il 40% di tali arrivi si sono verificati in Europa: il turismo produce il 5% del PIL della Ue (€ 266 miliardi), una percentuale in continuo aumento, che diventa il 10% del PIL e il 12% dell'occupazione totale se si somma alle attività correlate dell'indotto. Il turismo internazionale è importante e, in alcuni casi, essenziale per l'economia di molti Paesi. L'Italia rientra tra i primi cinque Paesi in ordine di classifica sia per numero di arrivi di turisti internazionali (da 44 a 78 milioni) che per fatturato turistico variabile tra 39 e 104 miliardi di dollari USA. In tempi recenti è emersa la necessità di incentivare forme di turismo sostenibile che

preveda la gestione delle risorse in modo tale che le esigenze economiche, sociali ed estetiche possano essere soddisfatte mantenendo l'integrità culturale, i processi ecologici essenziali, la diversità biologica e i sistemi viventi⁴².

Il turismo può essere considerato sostenibile se nella sua pianificazione tiene conto della capacità di carico ecologico e socio-culturale, coinvolgendo le comunità che vivono nell'area di destinazione degli arrivi turistici. Il settore turistico deve essere integrato nelle politiche economiche e di crescita in atto, al fine di mitigare alcuni degli impatti negativi economici e sociali del turismo di massa.

³⁹ <http://www.eea.europa.eu/publications/annual-report-2011>

⁴⁰ <http://www.genoportcenter.it/Pagina.aspx?idPag=129&AspxAutoDetectCookieSupport=1>

⁴¹ Fuglestad J., Berntsen T., Eyring V., Isaksen I., Lee D., Sausen R., (2009), in *Environmental Science and Technology*, vol 43 (29), pp. 9057-9062, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es901944r>

⁴² http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/biblioteca/dpn_tavolo6_turismo.pdf



Dal punto di vista del settore turismo, una politica di sviluppo sostenibile che riguardi gli aspetti della biodiversità ha i seguenti obiettivi:

- assicurare relazioni regolari sulle pressioni e sugli effetti del turismo sulle risorse naturali e culturali, sulla base di osservazioni permanenti e sistematiche;
- individuare e tutelare le aree/risorse sensibili dallo sfruttamento turistico (in particolare da quello di massa) rafforzando il controllo del rispetto delle norme ambientali e le misure di prevenzione (ad esempio, dotazione di infrastrutture fognarie e depurative);
- promuovere il turismo sostenibile presso i turisti e le popolazioni locali;
- rafforzare il controllo sulla pianificazione territoriale e contrastare l'aumento della lotta all'abusivismo;
- migliorare la gestione del flusso dei turisti (ad esempio, disincentivazione del traffico privato da e verso le zone turistiche e promozione di mezzi di trasporto alternativi; promozione di un migliore scaglionamento delle vacanze estive e diversificazione delle offerte turistiche);
- invertire il processo di concentrazione del turismo in un numero limitato di destinazioni mediante la sua diffusione in diverse città-siti-aree, con conseguente aumento della diffusione spaziale e temporale di flussi turistici diversificati;
- realizzare pacchetti turistici integrati, che siano attraenti per il cliente ma compatibili per i residenti, con particolare riguardo alle attività ricreative e culturali.

Un aspetto importante per conseguire un turismo concretamente sostenibile è quello della definizione delle esternalità legate al settore. Per definire in modo univoco le condizioni di criticità o stress ambientale connesse al turismo, si deve partire dall'identificazione dei fattori sistemici (l'ambiente, i turisti, i residenti) e degli input-output tra turismo ed ambiente. Gli input possono essere le risorse energetiche, le risorse idriche, le risorse di territorio (suolo, vegetazione), le risorse alimentari. Gli output sono rappresentati dal degrado marino-costiero, la cementificazione, i rifiuti solidi, le emissioni in atmosfera, gli scarichi, la desertificazione, la salinizzazione delle falde di pianura costiera, l'eccessiva infrastrutturazione. Tra le esternalità negative collegate alle attività turistiche vanno ricordate quelle che sono all'origine della probabile diminuzione della identità sociale e culturale dell'area ospitante, dell'aumento della produzione dei rifiuti, dell'aumento del consumo di beni primari e risorse

(acqua, energia), della modificazione e distruzione degli ecosistemi montani, lacustri, costieri, marini, la perdita di biodiversità, gli impatti estetici e visivi, l'inquinamento del suolo e dell'acqua, la congestione ed l'inquinamento acustico, la concentrazione dei benefici in poche aziende di elevate dimensioni e/o estere, l'aumento della domanda di mobilità, il lavoro nero e/o minorile e la prostituzione. Le esternalità positive dipendono dall'area in esame e possono esprimersi nel recupero e valorizzazione economica e sociale (moltiplicatore di reddito ed occupazione) di aree altrimenti degradate e nella stessa *manutenzione* del territorio.

Un elemento fondamentale per inquadrare il fenomeno turistico e le sue complesse relazioni è la *capacità di carico* che indica *il massimo utilizzo di un'area senza la creazione di effetti negativi sulle risorse naturali, nonché sul contesto sociale e culturale locale*. La capacità di carico può essere suddivisa a sua volta in:

- capacità di carico fisica o ecologica;
- capacità di carico economica;
- capacità di carico sociale.

Quindi, per ogni destinazione turistica, si può definire una *capacità di carico fisica od ecologica* come il limite (esprimibile concretamente con un numero di visitatori) oltre il quale:

le risorse ambientali o culturali della destinazione risultano danneggiati (degrado di un ecosistema o di un monumento); una *capacità di carico economica*, cioè il limite oltre il quale la qualità della visita si riduce drasticamente, al punto da determinare una contrazione della domanda (e di conseguenza delle attività nate per soddisfarla). Tali specificazioni esprimono il numero di visitatori oltre il quale l'impatto fisico (prevalentemente negativo) diventa inaccettabile e l'indotto economico (in partenza positivo) crolla. A queste due specifiche va aggiunta la *capacità di carico sociale* che rappresenta il limite oltre il quale le altre funzioni (non-turistiche) dell'area risultano danneggiate o ostacolate, con conseguente degrado nella qualità della vita della popolazione ospitante o danno sulle altre attività produttive. In questo caso, il turismo tende a sostituire in una destinazione tutte le attività concorrenti, arrivando a forme di specializzazione spinta o, all'estremo, di monoculture⁴³.

⁴³ Andriola & Iannario, (2006), *Politiche ambientali e turismo sostenibile*, in Rapporto - L'Industria Turistica nel Mezzogiorno, Il Mulino, Bologna, pp. 441-442

Le relazioni fra turismo ed ambiente, espresse in termini di capacità di carico e/o di impronta ecologica - ossia,

l'area di terreno produttivo necessaria per soddisfare le esigenze di consumo di risorse ed assimilazione dei rifiuti di una data popolazione, ovunque esso sia situato⁴⁴,

possono essere espresse dai seguenti macroindicatori:

- consumo di territorio (kmq impermeabilizzati da infrastrutture turistiche), ovvero lo spazio occupato da infrastrutture turistiche = desertificazione;
- spazio pro-capite (spiaggia, verde e territorio) disponibile nell'ambito delle aree turistiche;
- spazio residuo disponibile pro-capite;
- risorsa idrica pro-capite e sua provenienza (se da acque sotterranee o da acque superficiali);
- prelievi dall'ambiente di tipo alimentare (in particolare per il pescato e le acque minerali) e peso dei flussi alimentari da una regione ad un'altra, energetico e idrico;
- impatti sull'ambiente sotto forma di smaltimento degli R.S.U, depurazione delle acque reflue, costruzione ed uso di infrastrutture a rete (viarie, ferroviarie, aeroportuali, fognarie e acquedotti), peggioramento della qualità delle acque di balneazione, peggioramento della qualità dell'aria.

In Italia si rileva una scarsa disponibilità informativa riguardo i termini della pressione turistica e degli effetti ambientali, mancando dati organizzati *ad hoc* e riferiti tutti allo stesso arco di tempo, cosa che di fatto inibisce la conoscenza e la valutazione sistematica dei fenomeni legati al turismo. In generale, i problemi hanno all'origine un uso limitato della programmazione strategica e l'inadeguatezza dei controlli sullo sviluppo, con conseguenti effetti negativi su ambienti naturali ed edificati spesso fragili; infrastrutture spesso carenti; impianti vetusti che richiedono una generale riqualificazione e una cultura diffusa dell'investimento a breve termine che ha contribuito a ridurre la capacità di programmazione strategica del turismo a lungo termine⁴⁵.

Uno dei maggiori elementi di criticità legati al turismo è indubbiamente rappresentato dal così detto fenomeno di *cementificazione delle coste*⁴⁶, che tuttavia non è legato soltanto al turismo, ma anche a ben

precisi modelli di sviluppo economico del passato, genericamente definibili come sviluppo delle *secondo case*.

Un aspetto questa volta positivo del turismo in relazione alla conservazione della biodiversità riguarda la possibilità di promuovere sviluppo territoriale in relazione all'agricoltura. Nelle future prospettive di sviluppo socioeconomico, l'agricoltura è chiamata in misura sempre crescente ad esercitare un ruolo di tipo multifunzionale, venendo posta di fronte a sempre maggiori responsabilità ma anche a nuove, importanti, opportunità. Nella nuova Politica Agricola Nazionale (PAC) si fa specifico riferimento alla promozione di politiche di sviluppo e di salvaguardia del mondo rurale, sostenendo l'economia multifunzionale mediante la promozione di una politica per la qualità e la valorizzazione delle tipicità, al fine di favorire anche l'esportazione di prodotti tipici e di qualità.

Sempre relativamente alla nuova PAC, nel rapporto tra agricoltura e turismo, tra gli obiettivi da conseguire c'è la diversificazione del prodotto turistico nelle aree già sviluppate in direzione di poli integrati sempre attivi. Inoltre, si prevede di favorire la valorizzazione dei territori mediante la crescita di nuove realtà locali intorno a prodotti turistici tradizionali, di qualità e insieme innovativi, prevenendo la sostituzione delle realtà mono-prodotto con sistemi locali a crescente diversificazione. Il paesaggio e gli edifici rurali offrono l'opportunità di una dinamica di recupero delle risorse che rischiavano di scomparire. Sullo sfondo di tali percorsi si valorizza l'agricoltura insieme, ad esempio, alla riscoperta di chiese barocche, castelli medioevali, aree archeologiche, musei, aree ambientali protette, coste balneabili. In questo modo non solo si realizza una semplice offerta turistica, ma s'innesta la valorizzazione dei prodotti agricoli e della gastronomia locale, facendo emergere feste e tradizioni popolari che non si esauriscono nelle sagre paesane, ma in un disegno strategico di migliore utilizzo delle risorse del territorio e della *memoria della civiltà contadina*. Paradossalmente, l'identità, le tradizioni, la comunità, che in passato erano vissuti come ostacoli alla modernità e allo sviluppo, oggi diventano un elemento caratterizzante di crescita economica e sociale che, senza distruggere il passato, si innesta nel futuro.

Un'altra interessante notazione è quella relativa all'ecoturismo, definito come il segmento turistico basato sulla fruizione dell'ambiente, caratterizzato da una minimizzazione degli impatti economici e sociali rispetto al turismo di massa, volto a contribuire alla conservazione dell'ambiente e miglio-

⁴⁴ Wackernagel, M., Rees W., (1996), *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC, New Society Publishers

⁴⁵ Vedi sull'argomento il Capitolo 26, Il turismo, in particolare la sostenibilità dell'attività turistica

⁴⁶ Vedi anche il Capitolo 15, Le aree costiere



rare le condizioni di vita delle popolazioni locali⁴⁷. La superficie delle aree protette in Italia si aggira sui 59.716 kmq⁴⁸, pari a circa il 20% della superficie nazionale. L'ecoturismo ha avuto un enorme impulso a partire dagli anni '90 dello scorso secolo, con incrementi anche del 30% per anno. Anche se i dati relativi ai numeri del turismo nelle aree naturali protette non sono esaustivi, a causa delle profonde differenze tra le diverse aree protette e al fatto che spesso gli accessi non sono controllati, questo incremento nel turismo ecologico genera, senza dubbio, un certo impatto sulla biodiversità. In Italia, nel 2010, su 22 milioni di accessi nelle 871 aree protette iscritte nell'Elenco ufficiale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, si calcola che siano stati circa 7 milioni i visitatori che hanno fruito delle strutture e dei servizi offerti dalle aree protette. In risposta, tuttavia, ad una crescente richiesta di natura, non corrisponde a livello governativo un adeguato investimento in formazione delle competenze, nelle infrastrutture e nelle attività di minimizzazione del degrado causato dal turismo stesso.

Una tendenza generalizzata da parte dei governi sia quella di chiedere ai pro-

⁴⁷ Cannas R., Giannone M., (2011), *Ecoturismo: Scenari internazionali e marketing turistico*, in AA.VV., (2011), XVII Rapporto sul turismo italiano, Franco Angeli, Milano, pp.673-682

⁴⁸ Istat, (2010), *Italia in cifre*, Istat, Roma

pri parchi e aree protette di trarre il massimo guadagno dal turismo proprio per attingere fondi da destinare al proprio sostentamento. Ciò è un chiaro segnale di come il turismo nelle aree protette si vada configurando sempre più come lo strumento strategico per la sopravvivenza delle stesse, anche per garantire le condizioni di mantenimento ambientale degli ecosistemi tutelati. Pertanto, a fronte della riduzione globale delle risorse economiche pubbliche verso le aree protette, fenomeno che appare incontrovertibile, il turismo rafforza il suo ruolo che travalica il senso dell'esperienza turistica (...), ma diviene sempre più un baluardo per frenare l'emorragia sociale ed economica dai territori rurali (...) e per consentire il mantenimento del territorio. Per quanto il turismo possa generare effetti distruttivi in termini culturali ed ambientali nelle destinazioni turistiche, e quindi nelle stesse aree naturali protette, allo stesso tempo appare come lo strumento cardine per realizzare la sostenibilità ambientale, economica e sociale dei parchi⁴⁹.

⁴⁹ Cannas R., Giannone M., (2011), op. cit., pp. 673-682

Conclusioni

Nei capitoli precedenti abbiamo visto come l'uomo abbia occupato gli spazi e come abbia trasformato questi spazi a seconda delle proprie necessità. Abbiamo più volte detto che la presenza dell'uomo non è *neutra* per quanto riguarda lo sfruttamento delle risorse e l'impatto sull'ambiente. Avremmo potuto chiamare questa parte *Gli inquinamenti*, trattando principalmente tale argomento. La scelta è stata diversa perché, oltre che di inquinamento, in questa parte si discute anche di impatti dovuti ai terremoti, al dissesto idrogeologico e all'impatto sulla biodiversità, che in genere non sono considerati forme di inquinamento classico.

Il Capitolo XVIII, Inquinamento dell'acqua, parte da un dato di fatto che l'Italia non può ignorare: la normativa Ue. E' infatti l'Unione Europea che lancia un pesante allarme sulla salubrità delle acque quando afferma che è stato ipotizzato che entro il 2030 il continuo uso inefficiente delle risorse sarà in grado di determinare una riduzione del 40% delle risorse idriche. Infatti, sebbene siccità e carenze idriche siano fenomeni in continua espansione in tutta Europa, le cause maggiori dell'inefficienza devono essere individuate negli sprechi, dovuti alle perdite derivanti dai sistemi di distribuzione. D'altra parte l'accesso a risorse idriche di qualità soddisfacente è ancora molto problematico in molte zone rurali dell'Ue. La questione allora non può essere elusa. Allo stesso modo bisogna creare una base di conoscenza sullo stato della risorsa, rispondere cioè alla domanda *quale è il livello di inquinamento*. Gli Autori del Capitolo, anche in questo caso appartenenti a quattro Istituzioni diverse, hanno analizzato le principali cause che rendono insalubri, in alcuni casi pericolose, le acque in Italia, senza trascurare fenomeni come l'eutrofizzazione che non molti anni fa fu causa di ingenti perdite economiche sulle coste adriatiche. Ovviamente il Capitolo non trascura lo stato delle acque interne, anche qui evidenziando i danni al bene ma anche i possibili danni alla salute.

Sulla stessa falsariga si muove il Capitolo XIX, Inquinamento dell'aria e problemi del clima, che parte anch'esso da una analisi di tipo normativo, anche qui con ampi riferimenti alla Ue. L'aria, è stato già notato, è un bene ambientale che non si vede e dove è difficile esercitare diritti di proprietà. Ora, se da una parte questo è nella logica delle cose, spesso questa situazione ha portato a una deresponsabilizzazione rispetto al criterio di *chi inquina paga*. In questo capitolo sono presenti ampi riferimenti a esperienze passate che fanno capo all'Enea e al Progetto Vese che ebbe inizio nel 1979 e che per primo in Italia pose all'attenzione del mondo scientifico l'importanza dell'analisi degli impatti sia ambientali che socioeconomici. Anche in questo capitolo vi sono ampi riferimenti ai problemi che l'inquinamento può provocare alla salute delle popolazioni, con conseguenze anche gravi. Non è, quindi, inutile che un decisore pubblico ne sia a conoscenza, in modo da cercare almeno di limitare la portata del danno alle popolazioni. E' per questo che gli Autori, oltre ad analizzare serie storiche dei dati sull'inquinamento, forniscono informazioni precise e leggibili sui principali inquinanti e sulle relative fonti di emissione. E'

molto apprezzabile che, per spezzare l'approccio antropocentrico che contraddistingue questi studi, sia stato fatto uno sforzo notevole per esaminare le conseguenze dell'inquinamento sul mondo animale, vegetale e sul patrimonio artistico. Il Capitolo, veramente esaustivo, alla fine contiene un cenno al riscaldamento globale e alle sue conseguenze, in ragione del fatto che oramai la presenza di gas a effetto serra è considerata alla stregua di un vero e proprio inquinante.

Come per l'aria anche l'inquinamento elettromagnetico da radiazioni ionizzanti, non ionizzati e da rumore, Capitolo XX, non si vede, anche se nel caso del rumore si sente. Anche qui vi possono essere importanti ripercussioni non solo sulla salute dell'uomo ma sull'ambiente in generale. Il Capitolo pone una serie di questioni molto attuali e interessanti che vanno dall'energia, soprattutto riguardo alla presenza di impianti e scorie nucleari di ogni tipo, fino a tecnologie che usiamo tutti i giorni inconsapevoli dei danni che un uso scorretto e magari *ossessivo* può provocare. Il Capitolo tratta anche il tema del rumore, altro argomento quasi scomparso dalla letteratura sui danni da inquinamento, auspicando, in questo caso, anche la revisione delle soglie sia in ambienti outdoor che indoor.

In questo Capitolo viene, inoltre, ben esposto un problema molto serio ma spesso trascurato: quello delle sinergie. Ad esempio si parla spesso di soglia di pericolosità di un inquinante ma quasi mai di danni dovuti al superamento di tali soglie da parte di due, tre o enne inquinanti contemporaneamente. A questo proposito si vuole riportare un breve stralcio del capitolo: *Analogamente servono studi sugli effetti sinergici dell'esposizione contemporanea a campi elettromagnetici e ad inquinanti chimici. Uno studio sul tamoxifene e la melatonina, usati come farmaci antitumorali, suggerisce che possano esserci delle interazioni in quanto l'associazione dell'assunzione di questo farmaco con l'esposizione a campi elettromagnetici di bassa frequenza a 1,2 μ T ne inibisce l'efficacia. Servono, infine, studi sugli effetti dei campi elettromagnetici in relazione alla condizione di salute dell'individuo. Sui portatori di protesi metalliche, per esempio, le esposizioni potrebbero avere conseguenze più importanti in quanto i metalli si comportano come antenne che concentrano il segnale. Gli studi di sinergia potrebbero portare a dover modulare i limiti di esposizione per la popolazione in base ai fattori di rischio già esistenti sulle popolazioni. E' evidente che questo può provocare un conflitto di interesse e gli Autori lo dicono in modo chiaro.*

Anche il Capitolo XXI, I rifiuti, parte da una definizione del quadro normativo europeo e nazionale e bisogna dire che il confronto era necessario in considerazione delle salatissime multe che ci arrivano dall'Unione in questo settore per mancanza di rispetto delle direttive. Questo Capitolo tratta molto della gestione per due motivi. Il primo è che la gestione dei rifiuti coinvolge un numero di decisori a tutti i livelli amministrativi veramente alto. Il secondo è che attraverso una corretta gestione si potrebbero evitare le notevoli perdite economiche e i danni ingenti alla salute delle popolazioni. Non solo. Il Capitolo illustra anche una serie di buone pratiche e addirittura contiene un paragrafo che discute di Linee guida per il decisore politico locale che deve capire, come in altre parti del mondo accade, che il rifiuto può diventare, se ben gestito, non un danno ma una opportunità economica. Ed è proprio sulla gestione integrata che il Capitolo chiude auspicando: *...un ripensamento del modello di governance, integrato ed unitario, caratterizzato dalla responsabile partecipazione di tutti gli attori: Istituzioni, come lo Stato, Regioni, Province autonome ed Enti locali, o non Istituzioni, come le società di gestione, i Consorzi di Filiera, Ambiti Territoriali Ottimali, riciclatori e tutti gli altri soggetti variamente coinvolti. La realizzazione di un sistema gestionale integrato, incentrato su un mix di tecnologie complementari e sostenuto da un lato da una puntuale comunicazione, dall'altro da una migliore infrastruttura impiantistica, rappresenta uno dei primi passi necessari verso la concretizzazione del ciclo integrato dei rifiuti: i fatti dimostrano che questa filiera industriale, incentrata sulla interconnessione delle attività di raccolta, trasporto, trattamento, recupero e smaltimento, non può prescindere da un fattivo rispetto dei principi di autosufficienza, prossimità, minimizzazione della movimentazione dei rifiuti, raccolta differenziata, riciclaggio e recupero.*

Il Capitolo XXII, Il rischio sismico e vulcanico, ci fa cambiare ottica. Fino ad ora abbiamo parlato, con l'inquinamento, di offese che l'uomo apporta all'ambiente. In questo caso parliamo principalmente di offese che l'ambiente apporta all'uomo. In un Paese come il nostro non possiamo pensare ad un rischio sismico uguale a zero: semplicemente non abbiamo il potere di azzerare questo rischio. Ma possiamo invece agire con strumenti tecnologici, statistici, comunicativi, affinché in caso di sismi con magnitudo elevata, il danno a cose e persone sia estremamente ridotto, come avviene oggi, ad esempio, in Giappone.

Non sembra che gli avvenimenti post terremoto in Abruzzo vadano in questa direzione, anche se, come ci dicono gli Autori, esistono in Italia approcci differenti alla ricostruzione post terremoto ed esperienze reali che vanno nella direzione dell'adozione di un efficace principio precauzionale. Quasi sullo stesso piano si muove il rischio vulcanico che mostra una differenza fondamentale con il rischio sismico, infatti: *la vulnerabilità a fronte di eventi vulcanici è sempre molto elevata, pertanto il rischio vulcanico dipende essenzialmente dalla pericolosità dei siti e dalla esposizione. Al contrario di quello sismico, diffuso su tutto il territorio nazionale, il rischio vulcanico è localizzato in poche aree, dove sono localizzati i cosiddetti vulcani attivi e i vulcani quieti. I primi sono quelli che hanno dato eruzioni negli ultimi anni e che, essendo in condizioni di condotto aperto, non rappresentano situazioni di estrema pericolosità a breve termine, in Italia sono l'Etna e lo Stromboli; i secondi sono quelli che hanno dato eruzioni negli ultimi diecimila anni: alcuni di questi sono attualmente in fase di riposo in condizioni di condotto ostruito, come il Vesuvio, Vulcano e i Campi Flegrei; tra gli altri vanno citati i Colli Albani, Ischia, Lipari, Panarea e Pantelleria. Un vulcano è considerato estinto se non si sono verificate eruzioni da almeno diecimila anni.* Non sembra però che in Italia vi possa essere questa possibilità.

Nel Capitolo XXIII Rischio da frane e da alluvione, ci troviamo di fronte a un caso ibrido che gli Autori evidenziano molto bene: *Quello che comunemente viene definito come dissesto idrogeologico non è altro, quindi, che la manifestazione dei naturali processi evolutivi del territorio. Sono fenomeni che possono provocare danni consistenti alle infrastrutture ed agli insediamenti antropici che ne sono coinvolti e, quando sono caratterizzati da modalità di accadimento piuttosto rapide, possono mettere a rischio anche l'incolumità delle persone. Ma l'interazione tra dissesti ed attività antropiche è di tipo reciproco e spesso modalità inappropriate di utilizzo e gestione del territorio sono all'origine di un'amplificazione dei dissesti in atto o dell'insorgere di nuovi. Non sono rari, infatti, gli esempi di nuovi insediamenti progettati e/o realizzati senza valutare la pericolosità geomorfologica e/o idraulica dei siti, così come sono purtroppo frequenti casi in cui l'assenza di una corretta manutenzione idraulica del territorio e/o l'uso di pratiche agrarie inidonee favoriscono sia i fenomeni gravitativi sui versanti sia l'incremento degli eventi di piena.* E' tutto molto chiaro e gli Autori ritornano sull'argomento per tutto il Capitolo. Non si limitano però agli allarmi che lascerebbero indifferente il decisore locale. Nel Capitolo si parla diffusamente di prevenzione, come per i terremoti, della gestione dell'emergenza, punto ancora debole in Italia e poi degli interventi di mitigazione del rischio che, contrariamente a quanto si crede, avrebbero una ricaduta positiva notevole sul territorio e sulle casse dello Stato. Possiamo chiederci se tutto ciò sia fattibile: la risposta la troviamo negli esempi di buone pratiche che il Capitolo riporta.

Il Capitolo XXIV, Impatti sulla diversità biologica, è stato definito dagli stessi Autori come un Capitolo olistico. Potremmo dire che tutti gli impatti negativi visti nei capitoli precedenti si ripercuotono sulla biodiversità. Questo è il motivo per cui in questo Capitolo sono molto numerosi i riferimenti incrociati con gli altri capitoli. Non sembra inutile qui ricordare, per capire l'importanza di questo tema, che l'Italia possiede circa i due terzi della biodiversità europea ed è quindi maggiore la nostra responsabilità di fronte a possibili irreversibili perdite.

Gli Autori fanno due sforzi veramente degni di nota: da una parte cercano, con successo, di delineare

una buona metodologia comune all'analisi degli impatti, impresa ardua in considerazione della diversità delle fonti di impatto, e dall'altra analizzano gli impatti principali andando a cercare le principali cause che partono da presupposti diversi come l'economia, i fattori ambientali e anche i fattori sociopolitici, che non devono essere trascurati e che sono fondamentali nell'aiutare il decision maker a prendere buone decisioni.

Bibliografia

Parte V - Conseguenze della presenza umana

Capitolo 18 - Inquinamento dell'acqua

AA.VV., (2013), *Il sacro Almona, da fiume a discarica. Mito, storia, scienza e impegno civile per ridare vita al fiume del Parco dell'Appia Antica*, stampato in proprio presso Tipolitografia Tipostil, Roma

Baird C., (1999), *Environmental Chemistry*, W.H.Freeman & Co Ltd, 2nd Revised edition, New York

Bertolini A., Maneri M., (2011), *L'acqua potabile nei comuni dell'ASL Milano1*, Regione Lombardia, Asl Milano 1

Cafaro C., (2005), *Idrocarburi clorurati volatili e trialometani nelle acque*, Tesi di Dottorato, Dipartimento di biologia animale e dell'uomo "Sapienza", Università di Roma

Cia, (2004), *Manuale di corretta prassi igienica per le imprese agricole*, Art 7 e 8 reg. 852 sull'igiene dei prodotti alimentari, Confederazione Italiana Agricoltori, Roma

Fox M., (1986), *Chlorination: a link between heart disease and cancer*, An Archive of Articles on Water and Water Treatment from Various Sources, Pure Water Products, LLC

Kawahore M., (2005), *Effects of Aluminum on the nervous System and its possible link with neurodegenerative disease*, Journal of Alzheimers disease, 8

Klaassen C.D., (2010), *Casarett and Doull's Tossicologia. I fondamenti dell'azione delle sostanze tossiche*, VII edizione, Edizioni Mediche Scientifiche Internazionali, Roma

Koivusalo M., Hakulinen T, Vartiainen T., Pukkala E., Jakkola J.J.K., Tuomisto J., (1998), *Drinking water mutagenicity and urinary tract cancers: a population-based case-control study in Finland*, Am J Epid, 148

Koivusalo M., Vartiainen T., (1997), *Drinking water mutagenicity and cancer*, Review in Environmental Health, 12, 2

Price J. M., (2008), *Coronaries/Cholesterol/Chlorine*, Electronic Version, E-Book Edition

Parlamento Europeo e Consiglio Unione Europea, (2004), *Regolamento (CE) N. 852/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio sull'igiene dei prodotti alimentari*, 30.4 Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, L 139 IT

Smith M. K., Zenick H., George E.L., (1986), *Reproductive toxicology of disinfection by-products*, Environment Health Perspect, Nov, 69

Villanueva C.M., Cantor K.P., King W.D., Jaakkola J.J.K., Cordier S., Lynch C.F., Porru S., Kogevinas M., (2005), *Total and specific fluid consumption as determinants of bladder cancer risk*, International Journal of Cancer 118, 15 aprile, Issue 8

Who, IPCS, (1997), *Environmental Health Criteria Aluminium*, Vol. 192, World health Organization, Geneva

Capitolo 19 - Inquinamento dell'aria e problemi del clima

Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (Anpa), (1999), *Emissioni in atmosfera e qualità dell'aria in Italia*, 1999, Primo rapporto Anpa sugli indicatori di pressione e di stato dell'ambiente atmosferico, Roma

Amann M., Borcken-Kleefeld J., Cofala J., Heyes C., Zbigniew K., Rafaj P., Purohit P., Schöpp W., Winiwarter W., (2012), *Future emissions of air pollutants in Europe – Current legislation baseline and the scope for further reductions*, TSAP Report 1, Version 1.0. IIASA, Laxenburg, Austria

Anselmi S., Cilia S., Donato E., Melocchi C., Petracca B.T., Ticconi L., Cignini B., (2013), *Gestione della qualità dell'aria: a Roma una Commissione tecnica interdisciplinare a supporto dei decisori locali*, in Qualità dell'ambiente urbano, IX Rapporto, Ispra, Roma

Balayannis G., Balayannis P., (2008), *Bee honey as an environmental bioindicator of pesticides' occurrence in six agricultural areas of Greece*, Arch Environ Contam Toxicol, 55, 3

Bocola W., (1987), *Tecnologie e costi per la riduzione dell'inquinamento atmosferico da centrali termoelettriche a carbone*, Energia, 2, 87

Bocola W., Cirillo M.C., (1986), *Le emissioni di inquinanti dell'aria dai processi di combustione: un'analisi della situazione italiana*, Energia, 4, 86

Bonanni P., Cusano M., De Santis A., Sarti C., (2013), *Piani di qualità dell'aria*, in Qualità dell'ambiente urbano, IX Rapporto Ispra, Roma

Charles J.M., Cunny H.C., Wilson R.D., Ivett J-L., Murli H., Bus J.S., Gollapudi B., (1999), *In vivo micronucleus assays on 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and its derivatives*, Mutation Research, 444,1

Chilgren J.D., (1978), *Small mammal investigation at ZAPS: demographic studies and responses to gradient levels of SO₂*, in E.M. Preston and T.L. Gullet eds., *The bioenvironmental impacts of coal fired power plant*, 4th Interim Report, December, Colstrip, MT. Corvallis Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency, Corvallis, OR, EPA-600/3

Cirillo M.C., Zega L., (2007), *Piani e programmi per la qualità dell'aria: la situazione italiana, la nuova direttiva europea*, Rivista giuridica dell'ambiente, Anno XXII, Fasc. 3-4

Cirillo M.C., Manzi D., (1991), *PC DIMULA 2.0: An Atmospheric Multisource Dispersion Model of Air Pollutants on Local Scale*, Environmental Software, Vol. 6, n. 1

Cirillo M.C., Bocola W., Triolo L., (1988), *Environmental impact of air pollutants with emphasis on crops: the Piacenza case study*, in Advances in Environmental Modelling, Elsevier, Amsterdam

Commissione Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico (Cneia), (2006), *Relazione del gruppo di lavoro 1. Raccogliere, elaborare e interpretare le informazioni sui valori rilevati dalle stazioni per il monitoraggio della qualità dell'aria correlandole alle condizioni meteorologiche gestite sia dai soggetti pubblici che dai soggetti privati, presenti sul territorio nazionale*, Commissione Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico

Cneia, (2006), *Relazione conclusiva*, Commissione Nazionale Inquinamento Atmosferico

Conti M.E., Botre F., (2001), *Honeybees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination*, Environmental Monitoring Assess, 69, 3

Crainz G., (2000), *L'Italia repubblicana*, Giunti, Milano

Cristaldi M., Ieradi L.A., Licastro E., Lombardi - Boccia G., Simeone G., (1985), *Environmental impact of nuclear power plants on wild rodents*, Acta Zooogica Fennici, 173

Cristaldi M., D'Arcangelo E., Ieradi L.A., Mascanzoni D., Mattei T., Van Axel Castelli I., (1990), *137Cs determination and mutagenicity test in wild Mus musculus domesticus before and after the Chernobyl accident*, Environmental Pollution, 64, 1

Cristaldi M., Ieradi L.A., Mascanzoni D., Mattei T., (1991), *Environmental impact of the Chernobyl accident: mutagenesis*, in bank voles from Sweden, International Journal of Radiation Biology, 59, 1

Cristaldi M., Szpunar G., (2006), *L'impatto dei cambiamenti climatici sugli animali*, in Antonioli F. Colacino M., Cristaldi M., Di Menno Di Bucchianico A., Ferrara V., Lionello P., Pasini A., Sciortino M., Szpunar G., F.N. Tubiello F.N., (2006), *Kyoto e dintorni. I cambiamenti climatici come problema globale*, Franco Angeli, Milano

Croom D.K., Andrews P.W., Nascimbeni B., Tice R.R. (1991), *Evaluation of chemically induced DNA damage in germ cell of male mice using the single cell gel (SCG) electrophoresis assay*. Environmental and Molecular Mutagenesis, 17

D'Elia I., Bencardino M., Ciancarella L. et al., (2009), *Technical and Non-Technical Measures for air pollution*

emission reduction: The integrated assessment of the regional Air Quality Management Plans through the Italian national model, Atmospheric Environment, 43

De Nardo P., Bruni B.M., Paoletti L., Pasetto R., Sirianni B., (2004), *Pulmonary fibre burden in sheep living in the Biancavilla area (Sicily): preliminary results*, Science of the total environment, 325,1-3

Eeva T., (1996), *Direct and indirect effects of air pollution on two hole-nesting bird species*, PhD Dissertation, University of Turku

Enea, (1997), *Bozza di Piano nazionale di tutela della qualità dell'aria*, Enea, Roma

Enea (2013), *Progetto MINNI. Sistema modellistico per le politiche di qualità dell'aria a supporto di governo e regioni*, Enea, Roma

Energia ed ambiente, (1988), *Rapporto di base redatto per il gruppo Energia ed ambiente del Comitato Tecnico Permanente per l'Energia*, Ministero dell'Industria nell'ambito dei lavori preparatori al Piano Energetico Nazionale

Festa-Bianchet M., Gaillard J.M., Côté S.D., (2003), *Variable age structure and apparent density dependence in survival of adult ungulates*, J Anim Ecol, 72

Festa F., Cristaldi M., Ieradi L.A., Moreno S., Cozzi R., (2003), *The Comet assay for the detection of DNA damage*, in *Mus spretus* from Donana National Park, Environmental Research, 91

Friend J.H., Carpenter T.D., Tice R.R., (1993), *Evaluation of chemically-induced DNA damage in germinal tissue of female mice using the single cell gel (SCG) assay*, Environmental and Molecular Mutagenesis, 21

Gochfeld M., (2003), *Cases of mercury exposure, bio-availability and absorption*, Ecotoxicology and Environmental Safety, 56

Golden N.H., Rattner B.A., (2003), *Ranking terrestrial vertebrate species for utility in biomonitoring and vulnerability to environmental contaminants*, Rev Environ Contam Toxicol, 176

Hayes T. et al., (2002), *Herbicides: feminization of male frogs in the wild*, Nature, 419

Holt E.A., Miller S. W., (2011), *Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts*, Nature Education Knowledge, 3, 10

Ieradi L.A., Moreno S., Bolivar J.P., Cappai A., Di Benedetto A., Cristaldi M., (1998), *Free-living rodents as bioindicators of genetic risk in natural protected areas*, Environmental Pollution, 102

Ieradi L.A., Cristaldi M., Mascanzoni D., Cardarelli E., Grossi R., Campanella L., (1996), *Genetic damage in urban mice exposed to traffic pollution*, Environmental Pollution, 92

Llacuna S., Gorriz A., Durfort M., Nadal J., (1993), *Effects of air pollution on passerine birds and small*

mammals, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 24, 1

Loomis D., Grosse Y., Lauby-Secretan B., El Ghissassi F., Bouvard V., Benbrahim-Tallaa L., Guha N., Baan R., Mattock H., Straif K., (2013), *The carcinogenicity of outdoor air pollution*, The Lancet Oncology, 24 October, Early Online Publication

Lord C.G. et al., (2002), *Raccoon (Procyon lotor) as a bioindicator of mercury contamination at the U.S.*, Department of Energy's Savannah River Site Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 43

Marcheselli M., Sala L., Mauri M., (2010), *Bioaccumulation of PGEs and other traffic-related metals*, Chemosphere, 80, 11

Materiy L.D., Maslova K.I., (1978), *Micronuclei in the peripheral blood cells of Microtus oeconomus Pall. that inhabit areas with enhanced natural Radioactivity*, Radiobiologia, 18, 6

Mathew G., Rahiman M.A., Vijayalaxmi K.K., (1990), *In vivo genotoxic effects in mice of Metacid 50, an organophosphorus insecticide*, Mutagenesis, 5, 2

Menne B., Ebi K.L., (2006), *Vector- and Rodent-borne Diseases*, in Menne B. and Ebi K.L., Eds, *Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*, Germany

Mikova M., Novakova E., (1979), *Variation of corneal glycosaminoglycan values of hares in relation to environmental pollution by industrial emissions*, J. Toxicol. Health, 5

MATT, (1987), *Nota preliminare alla relazione sullo stato dell'ambiente*, Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare

MATT, (1989), *Nota aggiuntiva alla Prima relazione sullo stato dell'ambiente in Italia*, Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare

MATT, (1989), *Prima relazione sullo stato dell'ambiente in Italia*, Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare

Novakova E., (1968), *Influence des pollution industrielles sur les communautés animales et l'utilisation des animaux comme bioindicateurs*, in Proceedings of the 1st European congress on the influence of air pollution, Wageningen, The Netherlands

Novakova E., Roubal. Z., (1971), *Taux de calcium et de phosphore dans le serum sanguine des livers exposés aux pollutions de l'air*, in Actes du Congress Un. Int. Biologistes du Gibier, 3-7 May, Paris

Ostling O., Johanson K.J., (1984), *Microelectrophoretic study of radiation-induced DNA damage*, Biochemical and Biophysical Research Communications, 123

Oxley T., Apsimon H.M., (2007), *Space, time and nesting integrated assessment models*, Environmental Modelling & Software 22

Peakall D.B., (1993), *DDE-induced eggshell thinning: an environmental detective story*, Environ. Rev., 1

Perera F.P., (1996), *Molecular epidemiology: insights into cancer susceptibility, risk assessment, and prevention*, J. Natl. Cancer Inst., 88

Perugini M. et al., (2009), *Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons in bees (*Apis mellifera*) and honey in urban areas and wildlife reserves*, J. Agric. Food. Chem., 57, 16

Pinchera G.C., (1979), *Valutazione degli effetti ambientali e socioeconomici dei sistemi energetici*, Relazione presentata ingiugno alla Giornata di Studio del Sistema Energetico italiano nella prospettiva delle attività del Cnen, Roma

Pool-Zobel B.L., Klein R.G., Liegibel U.M., Kuchenmeister F., Weber S., Schmezer P., (1992), *Systemic genotoxic effects of tobacco-related nitrosamines following oral and inhalational administration to Sprague Dawley rats*, Clinic Investigation, 70

Raaschou-Nielsen O. et al, (2013), *Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE)*, The Lancet Oncology, Vol 14, n. 9

Shore R.F., Douben P.E., (1994), *Predicting ecotoxicological impacts of environmental contaminants on terrestrial small mammals*, Rev. Environ. Contam. Toxicol, 134

Szpunar G., Aloise G., Mazzotti S., Nieder L., Cristaldi M., (2008), *Effects of global climate change on terrestrial small mammals communities in Italy*, Fresenius Environmental Bulletin, 17

Triolo L., (1983), *Le interazioni degli inquinanti atmosferici con i sistemi vegetali*, RTI/Studi-Valsamb (83)1, Enea, Direzione Centrale Studi, Roma

Triolo L. et al., (2003), *Metodologie sperimentali e di valutazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico sull'agroecosistema*, in Enea (a cura di), *Uno strumento per valutare gli effetti ambientali e sanitari degli inquinanti aeriformi emessi da insediamenti produttivi e per indirizzare la scelta di nuovi siti, Applicazione all'area di Milazzo*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Regione Siciliana

Tull-Singleton S., Kimball S., Mc Bee K., (1994), *Correlative analysis of heavy metal bioconcentration and genetic damage in white-footed mice (*Peromyscus leucopus*), from a hazardous waste site*, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 52, 5

Welch W. J., (1993), *Come le cellule reagiscono allo stress*, Le Scienze, 299

Zanini G., Pignatelli T., Monforti F., Vialetto G., Vitali L., Brusasca, G., Calori G., Finardi S., Radice P., Silibello C., (2005), *The MINNI Project: an integrated assessment modelling system for policy making*, Proc. of MODSIM 2005 Int. Congress on Modelling and Simulation, Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand 2005-2011

Capitolo 20 - Inquinamento elettromagnetico, da radiazioni ionizzanti e da rumore

Ahlbom A., Day N., Feychting M., Roman E., Skinner J., Dockerty J., Linet M., McBride M., Michaelis J., Olsen J.H., Tynes T., Verkasalo P.K., (2000), *A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia*, Br J Cancer, Sep, 83, 5

Ancona C. et al (a cura di), (2009), *Effetti del rumore aeroportuale sulla salute della popolazione residente nei comuni di Ciampino e Marino*, Sera – Studio Sugli Effetti Del Rumore Aeroportuale, Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regione del Lazio

Appelby L.J., Luttrell S.P., (1993), *Case-studies of Significant Radioactive Releases*, in AA.VV., *Radioecology after Chernobyl*, Ed. Frederick Warner and Roy M. Harrison, John Wiley & Sons

Arpa Piemonte, (2010), <http://www.arpa.piemonte.it/pubblicazioni/pdf-radioattivita-ambientale>

Azienda Usl - Valle D'Aosta, (2003), *Rumore, vibrazione e ultrasuoni*, e-book, Azienda Usl - Valle D'Aosta

Babisch W., (2008), *Road traffic noise and cardiovascular risk*, Noise Health, 10

Babisch W., Kamp I., (2009), *Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension*, Noise Health, 11

Babisch W., (2011), *Cardiovascular effects of noise*, in Nriagu J.O., *Encyclopedia of Environmental Health*, Burlington, Elsevier

Bandashevsky Yu I., (2001), *Incorporated radiocaesium and cardiovascular pathology*, International Journal of Radiation Medicine, 3

Barini M.R., Berto R., (2013), *Stress ambientale. Cause e strategie di intervento*, Carocci, Roma

Barteri M., Pala A., Rotella S., (2005), *Structural and kinetic effects of mobile phone microwaves on acetylcholinesterase activity*, Biophys. Chem., Mar 1, 113, 3

Basner M., Babisch W., Davis A., Brink M., Clark C., Janssen S., Stansfeld S., (2013), *Auditory and non-auditory effects of noise on health*, Lancet, Published Online October 30

Becker F.D., Gield B., Gaylin K., Sayer S., (1983), *Office Design in a Community College: Effect on Work and Communications Patterns*, Environment and Behavior, 15, 6

Berglund B., Lindvall T., Schwela D.H., (1999), *Guidelines for Community Noise*, World Health Organization, Geneva

Blank M., Goodman R., (1997), *Electromagnetic fields may act directly on DNA*, J. Cellul Biochem, 75

Broadent D.E., (1971), *Decision and Stress*, Academic Press, New York

Broadent D.E., (1971), *Human Performance in Noise*, in C.M. Harris ed., *Handbook of Noise Control*, McGraw-Hill, New York

Burgio E., (2011), *I rischi per la salute umana da radiazioni ionizzanti*, Jaka book, Milano

Burlakova B., (2006), *Consequences of Chernobyl catastrophe for human health*, Centre for Russian Environmental Policy, Scientific Council for Radiobiology, Russian Academy of Sciences Moscow; ECRR, Aberystwyth, Green Audit

Campbell K.C.M., (2011), *Oral pharmacologic otoprotective agents to prevent noise-induced hearing loss (Noise-Induced Hearing Loss): when dietary concentration isn't enough*, in Griefahn B, ed. 10th International Congress on Noise as a Public Health Problem of the International Commission on Biological Effects of Noise, London, UK

Campo P., Maguin K., Gabriel S. et al., (2009), *Combined exposure to noise and ototoxic substances*, European Agency for Safety and Health at Work, Luxembourg

Capellini A., Moroni M., (1974), *Indagine clinica sull'ipertensione arteriosa e la malattia coronaria e loro eventuali rapporti con l'ambiente di lavoro in operai di industria chimica*, *Medicina del Lavoro*, 65, 7-8

Charry J. M., Hawhinshire F. B. W., (1981), *Effects of atmospheric electricity on some substrate of disordered social behavioral*, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vo. 1

Chen W., Jongkamonwiwat N., Abbas L. et al., (2012), *Restoration of auditory evoked responses by human ES-cell-derived otic progenitors*, *Nature*, 490

Cohen S., Weinstein N., (1981), *Non-Auditory Effects of Noise on Behavior and Health*, *Journal of Social Issues*, 37

Conan E., (2013), *Nucleare, il terzo nuovo impero russo*, *Le Scienze* dic.

Convegno A.M.I.C.A., (2012), *Rischio cancerogeno ambientale*, palazzo S. Macuto, il 5 giugno, Camera dei Deputati, Roma

Controlling noise at work, (2013), *The Control of Noise at Work Regulations, 2005*, Guidance on Regulations L108, Second edition, HSE Books 2005

Cristaldi M., Ieradi L.A., Licastro E., Lombardi Boccia G., Simeone G., (1985), *Wild rodents as biological indicators of environmental impact in nuclear sites*, *Acta Zoologica Fennica*, 173

Cristaldi M., Foschi C., Szpunar G., Brini C., Marinelli F., Triolo L., (2013), *Toxic Emissions from a Military Test Site in the Territory of Sardinia, Italy*, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2013, 10, 4

- Davies H., Van Kamp I.V., (2012), *Noise and cardiovascular disease: a review of the literature 2008–2011*, Noise Health, 14
- De Carolis R., Marinelli F., Barteri M., (2008), *Alterations of Enzymic Electron Transfer Reactions Induced by Microwaves Emitted by GSM Mobile Phones*, in Harper A.C., Bures R.V., eds. *Mobile telephones: networks, applications, and performance*, Nova Science Publishers, Hauppauge, NY
- Eberhardt J.L., Persson B.R., Brun A.E., Salford L.G., Malmgren L.O., (2008), *Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones*, Electromagn Biol Med., 27, 3
- Enmarker I., Boman E., (2004), *Noise Annoyance Response of Middle School Pupils and Teachers*, Journal of Environmental Psychology, 24, 4
- Fernex M., (2000), *La catastrophe de Tchernobyl et la santé*, formato e-book , Biederthal
- Food Standards Post-Chernobyl monitoring and controls survey Report, <http://www.food.gov.uk/science/research/radiologicalresearch/radiosurv/chernobyl/#.UooP-J1GSo>
- Foschi C. (2009), *Modelli biologici per la rilevazione di danno indotto da radon*, Tesi di Dottorato di Ricerca in Igiene Industriale e Ambientale, Dipartimento di Biologia e Biotecnologie Charles Darwin, “Sapienza” Università di Roma
- Friedman M., Rosenman R.H., (1959), *Association of Specific Overt Behavior Patterns with Blood and Cardiovascular Findings: Blood Cholesterol Level, Blood Clotting Time, Incidence of Arcurs Senilis and Clinical Coronary Artery Disease*, Journal of American Medical Association, 169, 12
- Fritschi L., Brown A.L., Kim R., Schwela D.H., Kephelopoulos S. (2011), eds. *Burden of disease from environmental noise*, World Health Organization, Bonn
- Fuente A., Hickson L. (2011), *Noise-induced hearing loss in Asia*, International Journal of Audiology, 50, suppl. S3–10
- Gan W.Q., Davies H.W., Koehoorn M., Brauer M., (2012), *Association of long-term exposure to community noise and traffic-related air pollution with coronary heart disease mortality*, American Journal of Epidemiology, 175
- Geoffrey L., UNEP (United Nations Environment Programme), (1985), *Radiation Doses, Effects, Risks*, UNEP, Nairobi
- Greenland S. et al., (2000), *A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia*, Epidemiology, 11
- Hagerman I., Rasmanis G., Blomkvist V., Ulrich R., Eriksen C.A., Theorell T., (2005), *Influence of intensive coronary care acoustics on the quality of care and physiological state of patients*, International Journal of Cardiology, 98

- Hamilton P., Hockey G.R.J. Rejman, (1997), *The Place of the Encoding Concept of Activation in Human Information Processing Theory: An Integrative Approach*, in S. Dornic Ed., *Attention and Performance*, 6, Academic Press, New York
- Hardell L., Näsman Å., Pålsson A., Hallquist A., Hansson Mild K., (1999), *Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: a case-control study*, *Int J. Oncol*, 15
- Hardell L., Mild K.H., Carlberg M., Hallquist A., (2004), *Cellular and cordless telephone use and the association with brain tumors in different age groups*, *Arch. Environ. Health*, 59
- Hardell L., Carlberg M., Mild K.H., (2005), *Case-control study on cellular and cordless telephones and the risk for acoustic neuroma or meningioma in patients diagnosed 2000-2003*, *Neuroepidemiology*, 25
- Harland J.D., Liburdy R.P. (1997), *Environmental magnetic fields inhibit the antiproliferative action of tamoxifen and melatonin in a human breast cancer cell line*, *Bioelectromagnetics*, 18
- Hockey G.R.J., (1979), *Stress and the cognitive components of skilled performance*, in V. Hamilton & D.M. Warburton Eds., *Human stress and cognition*, John Wiley, New York
- Huss A., Spoerri A., Egger M., Rössli M., (2010), *Aircraft noise, air pollution, and mortality from myocardial infarction*, for the Swiss National Cohort Study Group *Epidemiology*, 21
- Ieradi L.A., Cristaldi M., Ermenegildi A., La Barbera L., Radicchi L., Renzopoli F., Esposito M. & Lombardi S. (2008), *Mutagenic effects in mice exposed to radon-222 emissions in Latium region (Italy)*, *Fresenius Environmental Bulletin*, 17
- International Commission on Radiological Protection, (1999), *Principles for the protection of the public in situations of prolonged exposure*, Publication 82, *Annals of the ICRP Vol. 29, No. 1-2*
- Johnson A.C. , Morata T.C., (2010), *The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals: Occupational exposure to chemicals and hearing impairment*, Gothenburg, Sweden
- Kaastch P., Spix C., Schulze-Rath R., Blettner M., (2008), *Leukemias in young children living in the vicinity of German Nuclear Power Plants*, *Int. Journal of Cancer* 122
- Khurana V.G., Hardell L., Everaret J., Bortkiewicz A., Carlberg M., Ahonen M. (2010), *Epidemiological Evidence for a Health Risk from Mobile Phone Base Stations*, *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 16
- King R.W.P. (2000), *Electric currents and fields induced in cells in the human brain by radiation from hand-held cellular telephones*, *Journal of Appl Phys.*, 87:893-901
- Kumar G., (2010), *Report on cell tower radiation Submitted To Secretary, DOT, Delhi, Prepared By Prof. Girish Kumar, Electrical Engineering Department, IIT Mumbai*

- Lai H., Singh N.P., (1996), *Single-and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation*, Int. Journal of Rad. Biol., 69
- Le Prell C.G., Dolan D.F., Bennett D.C., Boxer P.A., (2011), *Nutrient plasma levels achieved during treatment that reduces noise-induced hearing loss*, Translational Research, 158
- Le Prell C.G., Spankovich C., (2011), *Healthy diets and dietary supplements: recent changes in how we might think about hearing conservation*, in Griefahn B., ed. 10th International Congress on Noise as a Public Health Problem of the International Commission on Biological Effects of Noise, London, UK
- Lercher P. et al., (2007), *The effects of Noise from Combined Traffic Sources on Annoyance: The Case of Interactions between Rail and Road Noise*, Proceedings of Internoise 2007, August 28-31th, International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, Istanbul
- Levis A.G., (2009), *Campi Elettromagnetici non ionizzanti (CEM) e principio di precauzione: dati favorevoli e contrari, manipolazioni e conflitti di interesse*, Saggio del professor Levis del 31 gennaio in <http://www.applelettrosmog.it>
- Lévy-Leboyer C., Natural V., (1991), *Neighbourhood Noise annoyance*, Journal of Environmental psychology, 11, 1
- Magras I.N. and Xenos T.D., (1999), *RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice*, Bioelectromagnetics, 18(6):455-461
- Marinelli F., Sperini M., Scalia M., (1990), *Misure di ionizzazione dell'aria in ambiente alpino*, Associazione Italiana di Aerobiologia, 14-17 novembre, IV Congresso Nazionale Aerosol Biologico: sorgenti, dispersione, impatto, Bologna
- Marinelli F., La Sala D., Ciccio G., Cattini L., Trimarchi C., Putti S., Zamparelli A., Giuliani L., Tomassetti G., Cinti C., (2004), *Exposure to 900 MHz electromagnetic field induces an unbalance between pro-apoptotic and pro-survival signals in T-lymphoblastoid leukemia CCRF-CEM cells*, Journal of cellular physiology, 198
- Mathews K.E., Canon L.K., (1975), *Environmental Noise Level as a Determinant of helping Behavior*, Journal of Personality and Social Psychology, 32, 4
- Matsumara Y., Rylander R., (1991), *Noise Sensitivity and Road Traffic Annoyance in a Population Sample*, Journal of Sound and Vibration, 151
- McLean E.K., Tarnopolsky A., (1977), *Noise, Discomfort and Mental Health: A Review of the Socio-Medical Implications of Disturbance by Noise*, Psychological Medicine, 7, 1
- Miedema H.M., (2007), *Annoyance Caused by Environmental Noise: Elements for Evidence-Based Noise Policies*, Journal of Social Issues, 63, 1

- Miller J.D., (1974), *Effects of Noise on People*, Journal of acoustical Society of America, 52, 3
- Oberfeld G. et al., (2004), *The microwave syndrome-further aspects of a Spanish study*, Conference on Biological Effects of EMFs, October, Kos Greece
- Ohrstrom E., Skanberg A., Svensson H., Gidlof-Gunnarsson A., (2006), *Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness*, Journal of Sound and Vibration, 295
- Oishi N., Schacht J., (2011), *Emerging treatments for noise-induced hearing loss*, Expert Opin Emerg Drugs, 16
- Ouis D., (2001), *Annoyance from Road Traffic Noise: A Review*, Journal of Environmental Psychology, 21, 1
- Phillips J.L., Singh N.P., Lai H., (2009), *Electromagnetic fields and DNA damage*, Pathophysiology, 16
- Qin F., Zhang J., Cao H., Yi C., Li J.X., Nie J., Chen L.L., Wang J., Tong J., (2012), *Effects of 1800-MHz radiofrequency fields on circadian rhythm of plasma melatonin and testosterone in male rats*, Toxicol. Environmental Health, 75, 18
- Rabbitt P., (1968), *Recognition: Memory for Words Currently Heard in Noise*, in Psychometric Science, 37
- Reflex-Study, (2004), *Risk evaluation of potential environmental hazards from low frequency electromagnetic field exposure using sensitive in vitro methods*, Foundation for Behaviour and Environment (Verum), München, Germany
- Repacholi M.H., Basten A., Gebiski V., Noonan D., Finnie J., Harris A.W., (1997), *Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields*, Radiat Res, May,147,5
- Salford L.G., Brun A., Sturesson K., et al., (1994), *Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50, and 200 Hz*, Microscopy research and technique, 27
- Sandrock S., Schutte M., Griefahn B., (2010), *Mental Strain and Annoyance during Cognitive Performance in Different Traffic Noise Conditions*, Ergonomics, 53, 8
- Santini R., Santini P., Le Ruz P., Danze J. M., Seigne M., (2003), *Survey Study of People Living in the Vicinity of Cellular Phone Base Stations*, Electromagnetic Biology and Medicine, 22
- Schuttman,W. (1993), *Schneeberg lung disease and uranium mining in the saxon ore mountains (Erzgebirge)*, American Journal Industrial Medicine, 23
- Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) of the European Commission, (2013), *Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function, 2008*, European Commission July 11th

Sliwinska-Kowalska M., (2011), *Contribution of genetic factors to noise-induced hearing loss*, in Griefahn B., ed., *10th International Congress on noise as a public health problem of the international commission on biological effects of noise*, London, UK

Smith P.A., Davis A., Ferguson M., Lutman M.E., (2000), *The prevalence and type of social noise exposure in young adults in England*, *Noise Health.*, 2

Spix C., Schmiedel S., Schulze-Rath R., Blettner M., (2008), *Case-control study on childhood cancer in the vicinity of German Nuclear power Plants*, *Eur. J. Cancer*, 44

Stanfeld S.A., (1992), *Noise, Noise Sensitivity and Psychiatric Disorder: Epidemiological and Psychophysiological Studies*, *Psychological Medicine Monograph Supplement*, 22

Stansfeld S.A., Berglund B., Clark C., et al., (2005), *Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study*, RANCH study team *Lancet*, 365

Stationery Office, *The Control of Noise at Work Regulations*, (2005), <http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2005/1643/contents/made>

Takashi H., (2013), *Some facts you should know about Fukushima. A Letter to All Young Athletes Who Dream of Coming to Tokyo in 2020*, *America's Best Political Newsletter*, *Out of bounds magazine – Counterpunch*

Talbott E., Thompson S.J., (1995), *Health Effects from environmental Noise Exposure*, in Talbott E., Craun G.F., Eds., *Introducing to Environmental Epidemiology*, Lewis, New York

Thompson S.J., (1994), *Noise and Public Health*, *Health & Environment Digest*, 8, 4

Triolo L., (2011), *L'inquinamento ambientale delle centrali nucleari*, ISDE (International Society of Doctors for Environment), Roma

Triolo L., (2011), *Note sul disastro di Fukushima*, *Newsletter n.1/05*, Otherearth

Unione Europea, (2000), *Regolamento (CE) N. 1609/2000, Campo di applicazione del regolamento (CEE) n. 737/90 del Consiglio relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl*, Commissione del 24 luglio, *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea* L185

Unione Europea, (2006), *Regolamento (CE) N. 1635/2006 che determina le modalità di applicazione del regolamento (CEE) n. 737/90 del Consiglio relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl*, Commissione del 6 novembre, *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea* L306

Unione Europea, (2008), *Regolamento (CE) N. 733/2008, relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl*, Consiglio del 15 luglio, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L201

Unione Europea, (2009), *Regolamento (CE) N. 1048/2009 che modifica il regolamento (CE) n. 733/2008 relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl*, Consiglio del 23 ottobre, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L290

Unione Europea, (2011), *Regolamento di esecuzione (Ue) n. 351/2011 che modifica il regolamento (Ue) n. 297/2011 che impone condizioni speciali per l'importazione di alimenti per animali e prodotti alimentari originari del Giappone o da esso provenienti, a seguito dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima*, 11 Aprile, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L97

Unione Europea, (2012), *Regolamento di esecuzione (Ue) n. 250/2012 che modifica il regolamento di esecuzione (Ue) n. 961/2011 che impone condizioni speciali per l'importazione di alimenti per animali e prodotti alimentari originari del Giappone o da esso provenienti, a seguito dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima*, Commissione del 21 marzo, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L82

Unione Europea, (2012), *Regolamento di esecuzione (Ue) n. 284/2012 che impone condizioni speciali per l'importazione di alimenti per animali e prodotti alimentari originari del Giappone o da esso provenienti, a seguito dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima e che abroga il regolamento di esecuzione (Ue) n. 961/2011*, Commissione del 29 marzo, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L92

Van den Hazel P., Zuurbier M., Bistrup M.L., (2006), *Policy Interpretation Network on Children's Health and Environment*, Acta Paediatrica, Suppl., 95, 453

Van Kempen E.E.M.M., Kruize H., Boshuizen H.C., Ameling C.B., Staatsen B.A.M., De Hollander A.E.M., (2002), *The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis*, Environmental Health and Perspectives, 110

Verbeek J.H., Kateman E., Morata T.C., Dreschler W.A., Mischke C., (2012), *Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss*, Cochrane Database of Systematic Reviews, 10

Vini G. Khurana, Lennart Hardell L., Joris Everaret J., Bortkiewicz A., Michael Carlberg M., Ahonen M., (2010), *Epidemiological Evidence for a Health Risk from Mobile Phone Base Stations*, International Journal of Occupational and Environmental Health, 16, 3

Vos T., Flaxman A.D., Naghavi M. et al., (2012), *Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010*, Lancet, 380

Weston H.C., Adams S., (1979), *Report n. 65: Industrial Health research Board*, Her Majesty's Stationary office, London

Wolf R., Wolf D., (2004), *Increased Incidence of Cancer near a Cell-phone Transmitter Station (Israel)*, International Journal of Cancer Prevention, 1, 2

Yurekli A.I., Ozkan M., Kalkan T. et al., (2006), *GSM base station electromagnetic radiation and oxidative stress in rats*, Electromagn. Biol. Med., 25

Zappa G., (2011), *Incidente nucleare: i rischi per la sicurezza alimentare*, News, Uragri, Enea, Roma

Capitolo 21 - I rifiuti

Borrelli G., Di Malta V., Poli T., (2012), *Plastica e riciclo dei materiali: un'altra via è possibile*, Eurispes, Green Economy, lavoro presentato il 20 novembre in Sala delle Conferenze Piazza Montecitorio, Roma

Busà M., Costantino P., (2012), *La disciplina dei rifiuti*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna

Cassa Depositi e Prestiti, (2014), *Rifiuti*, Studio di Settore, Febbraio, Cassa Depositi e Prestiti

Molocchi A., Aspromonte D., (2013), *ECBA Project. Ecco il peso dell'esternalità nell'economia italiana*, Nuova Energia n. 5

Capitolo 22 - Rischio sismico e vulcanico

AA.VV., (1989), *Il terremoto di Loma Prieta, S. Francisco, 17 ottobre 1989*, Commissione per lo studio dei problemi sismici di Enea e Enel, Roma

AA.VV., (2009), *Speciale Terremoti*, Rivista Enea Energia, Ambiente e Innovazione, 3, Enea, Roma

AA.VV., (2012), *Focus on: The Pianura Padana Earthquake*, Rivista Enea Energia, Ambiente e Innovazione, 4-5, Enea, Roma

Baggio C. et al., (2002), *Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sisma*, Dipartimento della Protezione Civile, Roma

Clemente P., Martelli A. (a cura di), (2013), *Giornata di studio, Sicurezza sismica degli impianti chimici a rischio di incidente rilevante*, Roma 7 febbraio, Quaderni Studi Enea, Roma

Hallegatte S., Ghil M., (2008), *Natural Disasters Impacting a Macroeconomic Model with Endogenous Dynamics*, Ecological Economics, Volume 68, I

Pozzati P., (1993), *Proliferazione delle normative e tecnicismo*, Notiziario AICAP, allegato a L'industria Italiana del Cemento, 3, Roma

Rovida A., Camassi R., Gasperini P., Stucchi M. (a cura di), (2011), *CPTI11, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, Ingv, Milano, Bologna

Tokyo Metropolitan Government, (2006, 2010), *Earthquake Survival Manual*, Tokyo Metropolitan Government, Shinjuku-ku, Tokyo

Capitolo 23 - Rischio da frane e da alluvione

AA.VV., (2011), *Politiche e misure nazionali sui cambiamenti climatici. Elementi per una valutazione*, Enea, Roma

Ance/Cresme, (2012), *Lo stato del territorio italiano 2012. Insediamento e rischio sismico e idrogeologico*, Primo Rapporto, ottobre, Roma

Barthel F., Neumayer E., (2012), *A trend analysis of normalized insured damage from natural disasters*, Climatic Change, 113, 2

Carrara A., Cardinali M., Detti R., Guzzetti F., Pasqui V., Reichenbach P., (1991), *GIS Techniques and Statistical Models in Evaluating Landslide Hazard*, Earth Surface Processes and Landforms, 16

Catenacci V., (1992), *Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*, Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. 47, Servizio Geologico Nazionale

Consiglio Nazionale dei Geologi, (2010), *Il dissesto idrogeologico in Italia*, Cap. 3, Consiglio Nazionale dei Geologi, Roma

Consiglio Nazionale dei Geologi, (2010), *I costi del rischio del non controllo*, Cap. 7, Consiglio Nazionale dei Geologi, Roma

Dietrich E.W., Reiss R., Hsu M.L., Montgomery D.R., (1995), *A process-based model for colluvial soil depth and shallow landsliding using digital elevation data*, Hydrological Process, 9

Hansen J., Lacis A., Rind D., Russell G., Stone P., Fung I., Ruedy R., Lerner J., (1984), *Climate sensitivity: Analysis of feedback mechanisms*, in Climate Processes and Climate Sensitivity, AGU Geophysical Monograph 29, Maurice Ewing Vol. 5. Hansen J.E., Takahashi T., Eds. American Geophysical Union

Schiermeier Q., (2012), *The soaring cost of natural catastrophes is due more to socio-economic than climatic factors*, Nature, 481

United Nations, International Strategy for Disaster Reduction, (2005), *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*, Extract from the final report of the World Conference on International Strategy for Disaster Reduction

Varnes D.J., (1978), *Slope movement types and processes*, in Special Report 176: Landslides: Analysis and Control, Eds: Schuster R. L. & Krizek R. J., Transportation and Road Research Board, National Academy of Science, Washington D. C.

Varnes D.J., IAEG Commission on Landslides, (1984), *Landslide Hazard Zonation a review of principles and practice*, Unesco, Paris

Capitolo 24 - Impatti sulla diversità biologica

Andriola L., Iannario M., (2006), *Politiche ambientali e turismo sostenibile*, in AA. VV., *L'Industria Turistica nel Mezzogiorno*, Il Mulino, Bologna

Cannas R., Giannone M., (2011), *Ecoturismo: Scenari internazionali e marketing turistico*, in AA. VV., *XVII Rapporto sul turismo italiano*, Franco Angeli, Milano

CBD - COP 10, (2010), *Decision X/2-Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020*, Convention On Biological Diversity, Tenth meeting, 18–29 October, Nagoya, Japan

Consiglio dell'Unione europea, (2010), *Cambiamenti climatici: Seguito della conferenza di Copenaghen (7-19 dicembre 2009)*, 7562/10, Consiglio Unione Europea, Bruxelles

EEA, (1998), *Guidelines for Data Collection and Processing*, EU State of the Environment Report, Annex 3, European Environment Agency, Copenhagen

Fuglestad J., Berntsen T., Eyring V., Isaksen I., Lee D., Sausen R., (2009), in *Environmental Science and Technology*, vol. 43, 29

Hendriks P. et al., (2009), *Bee mortality and bee surveillance in Europe*, Scientific Report submitted to EFSA

Istat, (2010), *Italia in cifre*, Istat, Roma

Legambiente, (2013), *Salviamo le coste italiane*, Legambiente, Roma

Manes F., Capogna F., (2005), *Perdita della biodiversità*, in AA.VV., *Stato della Biodiversità in Italia, Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura, Palombi Editori, Roma

Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare, (2010), *Rapporto 2011-2012 della Strategia Nazionale della biodiversità*, Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare, Roma

OECD/IEA, (2011), *CO2 Emissions From Fuel Combustion, Highlights*, International Energy Agency

Padovani L.M., Carrabba P., Di Giovanni B., Mauro F., (2009), *Biodiversità, risorse per lo sviluppo*, Enea Report, Roma

Sabo J.L., Wilcox C. et al., (2008), *Cost-effective suppression and Eradication of invasive predators*, in Baxter P., *Conservation Biology*, 22, 1

Wackernagel M., Rees W., (1996), *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, New Society Publishers, BC, Gabriola Island

Parte VI
La sostenibilità come sfida del futuro





Il ruolo dell'economia: approcci e modelli di governance dell'ambiente

Oscar Amerighi, Ciro Accanito, Emanuele Blasi, Cinzia Coduti, Andrea Colosimo, Laura Cutaia, Bruna Felici, Marco La Monica, Barbara Pancino, Tanja Poli, Lucia Scarpitti

Economia, ambiente e sostenibilità

Gli aspetti economici dei problemi ambientali rivestono un'importanza sempre maggiore nella nostra epoca. Ciò è naturale: infatti la risoluzione dei problemi dell'ambiente richiede l'impiego di risorse economiche ingenti e crescenti, mentre per la prevenzione di nuovi problemi ambientali occorrono una modifica sostanziale delle caratteristiche dei processi produttivi e di consumo e un particolare orientamento del progresso tecnologico

Ignazio Musu (2003), Introduzione all'economia dell'ambiente, il Mulino

Negli anni '70, a causa dei ripetuti shock petroliferi e delle conseguenti fasi di stagnazione economica e di inflazione, il mondo scientifico cominciò a mettere in discussione per la prima volta il modello dominante di sviluppo economico aprendo il dibattito sul futuro della crescita. Molti furono i contributi, e le critiche, provenienti anche da ambiti disciplinari diversi da quello strettamente economico, tra cui le scienze naturali, preoccupate della insostenibilità ambientale dei modelli di crescita, e le discipline umanistiche, interessate nel ridefinire i concetti di sviluppo e benessere scollegandoli dalla concezione utilitaristica della ricchezza monetaria.

Queste critiche muovevano dalla constatazione di alcune inefficienze sintomatiche riconosciute, per esempio, nel forte legame tra crescita economica e consumo di risorse naturali, nell'inequiva distribuzione della ricchezza, in particolare nei paesi sottosviluppati, e nell'identificazione, in molti paesi occidentali, della tendenza all'aumento del divario tra l'evoluzione dei tassi di crescita economica e quelli di miglioramento del benessere.

Le scienze naturali evidenziarono la problematica ambientale partendo dalla constatazione che nei diversi modelli di sistema economico, capitalista del libero mercato e socialista pianificato, non fosse te-

nuta adeguatamente in considerazione la limitatezza delle risorse naturali e, di conseguenza, la necessità della loro conservazione. Entrambi i sistemi, anche se con modalità molto diverse, avevano come obiettivo quello di generare ricchezza e benessere tramite la produzione e il consumo di beni e consideravano implicitamente l'ambiente come un fornitore illimitato di materie prime e un recettore di scarti dalla capacità illimitata¹.

Nei primi anni '70 cominciarono a divenire evidenti i primi segnali di significativi problemi ambientali, quali la scomparsa sempre più rapida di specie animali e vegetali, la perdita di fertilità dei suoli, il peggioramento della qualità dell'acqua, il verificarsi di fenomeni di deforestazione e desertificazione in diverse parti del pianeta. Fu nel 1972, con la Conferenza ONU di Stoccolma sull'Ambiente Umano, che la questione ambientale entrò ufficialmente a far parte delle grandi questioni internazionali. Nello stesso periodo, le Nazioni Unite diedero inizio al loro Programma per l'ambiente UNEP (United Nations Environment Programme). In quegli stessi anni, per riuscire ad incidere nella fase di valutazione delle politiche economiche, vennero individuate diverse tecniche di contabilità della ricchezza delle nazioni che fossero in grado di tenere conto dei costi ambientali dello sviluppo economico².

Il vivace dibattito in atto fu recepito nei lavori della Commissione Mondiale per l'Ambiente e Sviluppo (WCED) del 1983, nota come Commissione Brundtland, nella quale si posero a confronto le necessità dello sviluppo economico e della sostenibilità ambientale arrivando alla definizione del concetto di sviluppo sostenibile come *lo sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle*

¹ Tra i contributi più emblematici utilizzati nelle argomentazioni e critiche di questo periodo si vedano: Hubbert (1949); Carson (1962); Boulding (1966); Georgescu-Roegen (1971); Meadows et al. (1972)

² Zamagni S., Bruni L. (2009) Dizionario di economia civile, Città Nuova, Roma

generazioni future di soddisfare le proprie necessità.

L'attuazione dei principi dello sviluppo sostenibile nella costruzione degli indirizzi delle politiche economiche definì il contesto operativo di due branche dell'economia, l'economia ambientale e l'economia ecologica.

La prima, basata sul paradigma neoclassico e ispirata ai lavori di Arthur C. Pigou e al teorema di Coase³, afferma che i danni ambientali sono il frutto della non esistenza di un mercato per le risorse naturali, in quanto beni pubblici non escludibili e non rivali. Partendo da questa considerazione e dalla definizione del concetto di esternalità, l'economia ambientale propone diversi metodi con cui limitare il problema: da un lato, tenta di assegnare un valore monetario all'ambiente da introdurre nel sistema dei prezzi attraverso strumenti di politica economica; dall'altro, cerca di attribuire i diritti di proprietà per alcune tipologie di bene pubblico. Come verrà discusso di seguito, ad oggi tale approccio è alla base di moltissime politiche ambientali, tra cui il sistema ETS (Emission Trading System) previsto dal Protocollo di Kyoto.

L'economia ecologica propone invece una conoscenza integrata dei legami tra sistemi ecologici ed economici. In questo approccio un ruolo chiave nello sviluppo di modelli sostenibili è assunto da diverse tipologie di vincoli (termodinamici, biofisici, di disponibilità di risorse naturali, di assorbimento dell'inquinamento, demografici, della carrying capacity del pianeta) e, in misura ancora maggiore, dai limiti dell'attuale conoscenza rispetto alla entità di tali vincoli ed alla loro influenza sull'intero sistema umano e planetario. Da questa branca della scienze economica, provengono numerosi tentativi di creazione di indicatori biofisici e di benessere sociale capaci di rendere più veritiera la lettura dello stato dell'ambiente e della società. Tra questi si ricordano l'Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW), poi trasformato nel Genuine Progress Indicator (GPI), l'Ecological Footprint (EF) e gli indicatori di eMergia ispirati al lavoro dell'ecologista americano Howard Thomas Odum⁴. La bioeconomia di Georgescu-Roegen rientra tra i contributi che in modo più ardito hanno cercato di creare un paradigma economico capace di includere aspetti ecologici, per quanto riguarda la sostenibilità ambientale, e sociali, per quanto riguarda il benessere.

In ogni caso, appare oramai ineludibile la necessità di saper coniugare crescita economica, sviluppo sociale e preservazione dell'ambiente in cui vivia-

mo. Ciò si evince da come politiche di natura prettamente economica con finalità di sviluppo di un territorio, ad esempio fondi strutturali per le politiche regionali: si veda CO2MPARE riportato come esempio di buona pratica, debbano essere sempre più coerenti con obiettivi ambientali di medio - lungo periodo anche se questo non rientra nelle loro priorità. E altrettanto da come politiche ambientali per la riduzione delle emissioni di gas serra basate su meccanismi di mercato (EU-ETS) spesso si traducano in strumenti di politica industriale e commerciale per i singoli Paesi.

In tal senso, la proposta di indicatori che sappiano orientare le politiche economiche verso obiettivi di sviluppo sostenibile è fondamentale. Il disegno e l'implementazione di politiche efficaci richiedono infatti l'identificazione di strumenti di valutazione e indicatori per orientare i decisori politici nella definizione di obiettivi di breve, medio e lungo periodo, e per misurare il progresso verso il raggiungimento di questi obiettivi⁵.

Nel tempo molti studiosi e organismi internazionali hanno cercato di realizzare strumenti statistici che meglio del PIL riuscissero ad identificare le condizioni di vita, di sviluppo e di benessere delle società e degli individui. Tra questi vanno senza dubbio inclusi il lavoro di Amartya Sen sulla teoria dell'uguaglianza e delle libertà, ispiratore dell'Human Development Index (HDI), e le indicazioni del Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress commissionato nel 2008 dal governo francese agli economisti Sen, Fitoussi e Stiglitz. L'8 giugno 2011, lo stesso Parlamento Europeo ha approvato una risoluzione intitolata: *Non solo PIL – Misurare il progresso in un mondo in cambiamento*. La recente proposta OCSE di una serie di indicatori per monitorare il progresso verso una *crescita verde*⁶ cerca di *qualificare* il PIL affiancandogli altri indicatori o rapportandolo a variabili rappresentative della dimensione ambientale e sociale della crescita economica.

Nell'attuale fase di lenta uscita dalla crisi economica, politiche a supporto di una crescita verde hanno il pregio di poter conciliare il perseguimento di obiettivi congiunturali di breve periodo (di natura prevalentemente economica) e di obiettivi strutturali di lungo periodo che influenzano non solo la sfera economica, ma anche quella ambientale e sociale. Si pensi, ad esempio, a misure adottate in Italia quali le detrazioni fiscali al 55% per interventi volti a migliorare l'efficienza energetica degli edifici re-

³ Vedi: <http://www.econlib.org/library/Enc/bios/Coase.html> e <http://www.econlib.org/library/Enc/bios/Pigou.html>

⁴ L'opera e la figura di Odum sono ben illustrate nelle Enciclopedia Britannica, anche nella versione on line: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/864021/Howard-Thomas-Odum>

⁵ Amerighi O., Felici B., (2011), *Sviluppo Sostenibile e Green Economy: oltre il PIL*, EAI Energia, Ambiente e Innovazione, n. 3, Maggio-Giugno, pp. 43-48

⁶ OECD,(2011), *Towards Green Growth: Monitoring Progress – OECD Indicators*, May

sidenziali. Da un lato, rappresentano uno stimolo all'attività economica in settori fortemente colpiti dalla crisi quali il settore delle costruzioni. Dall'altro, conducono a un miglioramento della performance energetica e ambientale del parco edilizio residenziale, creando opportunità occupazionali per il settore e per le attività connesse.

La *green economy* evocata da più parti come panacea alle problematiche economiche, climatiche e ambientali, può rappresentare lo strumento con cui

creare le necessarie premesse per il progresso della società nel suo complesso. Al tempo stesso, risulta evidente come l'innovazione tecnologica, organizzativa, comportamentale, ne rappresenti il motore. In particolare, la cosiddetta *eco-innovazione* giocherà un ruolo fondamentale nei prossimi decenni nel favorire un cambiamento strutturale dell'economia e della società e nell'affermazione di modelli di produzione e di consumo sostenibili dal punto di vista ambientale.

Un esempio di buona pratica: l'applicazione di CO2MPARE al POR FESR 2007-2013 della Regione Emilia-Romagna (nel box tabelle e figure sono indicate con numero romano)

Come è ben noto, la politica europea sul cambiamento climatico definisce un obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra del 20% al 2020 (rispetto al 1990) e dell'80-95% al 2050. Per il raggiungimento di questi obiettivi, l'intensità di emissioni in atmosfera da parte del sistema socio-economico e produttivo dovrà essere ridotta notevolmente e in tempi rapidi. Ed è proprio a tal fine che le attuali politiche dell'Ue intendono indirizzare gli investimenti pubblici e privati verso strategie alternative di sviluppo a basso tenore di carbonio. Oltre a particolari strumenti tecnico-politici specificatamente dedicati (quali, ad esempio, il sistema di scambio di quote emmissive, EU-ETS, e la direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia), la Commissione Europea sta cercando di adottare, ed includere, considerazioni e valutazioni climatiche e ambientali anche all'interno di strumenti politici pianificatori, quali i Programmi Operativi Regionali (POR), in modo che la politica dell'Ue sia internamente coerente nei confronti di tutto il proprio sistema di obiettivi. Nell'ambito della sua azione di finanziamento degli investimenti regionali, l'Ue si sta preoccupando di includere bilanci emissivi all'interno degli iter di approvazione dei singoli POR. A seconda delle diverse tipologie d'investimento finanziato e realizzato, le emissioni di gas serra in atmosfera possono variare in maniera molto significativa. E' quindi attraverso un'attenta ed approfondita valutazione delle alternative dei programmi di finanziamento che gli strumenti operativi regionali possono essere strutturati in modo da indirizzarsi verso soluzioni a minore impatto emissivo.

CO2MPARE è un modello progettato da un consorzio di centri di ricerca europei, tra cui ENEA, per aiutare le amministrazioni regionali nell'attuazione di politiche a basse emissioni di carbonio, attraverso la quantificazione degli effetti degli interventi co-finanziati dall'Ue nell'ambito dei Programmi Operativi Regionali, con particolare riferimento ai Fondi Europei di Sviluppo Regionale (FESR). L'impatto in termini di CO2 di un Programma Operativo si basa sull'allocazione finanziaria dell'intero budget disponibile, il quale viene ripartito in un massimo di 86 categorie di spesa (temi prioritari). Per ciascuna categoria di spesa attivata, diversi tipi di progetti (costruzione o rifacimento di strade, interventi di efficienza energetica negli edifici e nei processi industriali, ecc.) vengono finanziati. Tali progetti implicano quantità fisiche o immateriali realizzate/consumate che vengono calcolate dal modello attraverso una prima serie di parametri. Una seconda serie di parametri (prevalentemente basati su un approccio LCA) consente di calcolare le emissioni di CO2 per unità fisica o immateriale realizzata/consumata. Il modello poi riaggrega le emissioni di CO2 per fornire una stima delle emissioni cumulate dell'intero Programma Operativo.

Il modello è stato sviluppato e testato in stretta collaborazione con le amministrazioni regionali (Autorità di Gestione, Autorità Ambientale, Arpa) di cinque regioni test a livello europeo, tra cui Emilia-Romagna e Puglia per l'Italia. CO2MPARE è stato realizzato come un modello generico, potenzialmente applicabile a tutte le regioni dell'Ue a livello NUTS-2, e richiede pertanto una regionalizzazione dei parametri prima di utilizzarlo all'interno di una regione non test o su scala nazionale (Per maggiori dettagli, si veda: CO2MPARE: CO2 Model for Operational Programme Assessment in EU Regions, Improved carbon management with EU Regional Policy – Final Report, ECN-O--12-038, February 2013).

Nel caso della Regione Emilia-Romagna, CO2MPARE è stato utilizzato da Arpa Emilia-Romagna in collaborazione con ENEA per valutare e confrontare gli effetti emissivi del POR FESR 2007-2013 nella sua versione originale e nella versione riprogrammata con l'inclusione di risorse finanziarie aggiuntive destinate a far fronte ai danni causati dal sisma che ha colpito il territorio della Regione nel maggio 2012. Nella sua versione originale, il POR FESR 2007-2013 è stato approvato dalla Commissione Europea ad agosto



2007 e prevedeva uno stanziamento complessivo di circa 347 milioni di euro, per avvicinare la Regione agli obiettivi di Lisbona e di Göteborg, obiettivi di crescita della spesa in ricerca e sviluppo, di creazione della società della conoscenza e di affermazione di condizioni diffuse di sviluppo sostenibile. In generale, il POR si pone l'obiettivo di caratterizzare sempre più l'Emilia-Romagna per dinamismo socio-economico, capacità di innovazione e qualità dello sviluppo. Questo obiettivo globale si articola in diversi obiettivi specifici di fondamentale importanza per l'economia e la società regionale, che presentano elevati livelli di sviluppo e di industrializzazione, un buon posizionamento competitivo e una buona strutturazione di servizi a supporto dello sviluppo. Il POR ha dunque l'obiettivo, comune ai singoli assi di intervento, di collocare l'Emilia-Romagna nel contesto delle regioni europee di eccellenza. Il POR si declina in Assi, suddivisi a loro volta in Attività, che prevedono sia la promozione di interventi pubblici per lo sviluppo del territorio attraverso le manifestazioni di interesse, sia il sostegno alle imprese mediante bandi. Nella sua versione originale, la ripartizione finanziaria tra Assi prevedeva il 33% sul totale dei finanziamenti all'Asse 1 (Ricerca industriale e trasferimento tecnologico), il 23% all'Asse 3 (Qualificazione energetico-ambientale e sviluppo sostenibile), il 20% ciascuno all'Asse 2 (Sviluppo innovativo delle imprese) e all'Asse 4 (Valorizzazione e qualificazione del patrimonio culturale ed ambientale), ed il rimanente 4% all'Asse 5 (Assistenza tecnica).

Nel maggio 2012, due terremoti di magnitudo 5.8 hanno colpito le province di Bologna, Modena, Ferrara e Reggio Emilia. Nell'area del cosiddetto *cratere* si produce circa il 2% del PIL nazionale. Si tratta di un'area densamente popolata (550 mila abitanti), con un alto livello di industrializzazione, un'agricoltura fiorente (66 mila unità locali) e un alto tasso di occupazione (270 mila addetti). Per far fronte ai danni causati dal sisma, la Commissione Europea ha messo a disposizione ulteriori 37 milioni di euro, che le autorità regionali hanno deciso di destinare a due nuovi obiettivi operativi, uno per ogni Asse, nelle priorità 2 e 4, per mantenere il livello di competitività del sistema economico delle zone colpite (22 milioni di euro circa destinati alla ripresa e sviluppo delle imprese) e sostenere il recupero della qualità di vita e l'attrattività del territorio (15 milioni di euro circa destinati alla rivitalizzazione di attività economiche e servizi). La Tabella I descrive sinteticamente gli Assi prioritari e i corrispondenti obiettivi specifici ed operativi di intervento del POR FESR 2007-2013, con l'inclusione dei nuovi obiettivi post-sisma.

Tabella I - POR FESR 2007-2013 Emilia-Romagna: Assi prioritari e principali linee di intervento

ASSE	OBIETTIVO SPECIFICO	OBIETTIVI OPERATIVI
ASSE 1- Ricerca Industriale e Trasferimento Tecnologico	Rafforzare la rete industriale del trasferimento tecnologico e favorire la creazione di tecnopoli per la competitività	Sviluppare la rete regionale ad alta tecnologia e sostenere la capacità di ricerca del sistema imprese Promuovere la nascita e lo sviluppo di nuove imprese innovative
ASSE 2- Sviluppo Innovativo delle Imprese	Favorire la creazione e la crescita delle imprese attraverso processi di innovazione	Sostenere la creazione, il potenziamento e la crescita delle imprese attraverso interventi di innovazione tecnologica, organizzativa e finanziaria Mantenere il livello di competitività del sistema economico delle aree colpite dal sisma, sostenendo la ripresa e lo sviluppo delle imprese che operano nell'area
ASSE 3- Qualificazione Energetico – Ambientale e Sviluppo Sostenibile	Promuovere la competitività energetica e la riqualificazione energetico – ambientale	Sostenere la qualificazione ambientale ed energetica del sistema produttivo Promuovere soluzioni sperimentali di mobilità sostenibile e di logistica merci e persone finalizzate all'efficienza energetica o all'utilizzo di tecnologia a minor impatto ambientale
ASSE 4- Valorizzazione e Qualificazione del Patrimonio Culturale e Sociale	Valorizzare e promuovere il patrimonio culturale e ambientale della regione a sostegno dello sviluppo del turismo sostenibile	Valorizzare e promuovere le risorse ambientali e culturali a sostegno dello sviluppo socio-economico Qualificare ed innovare i servizi e le attività per accrescere il livello di fruibilità del patrimonio culturale e ambientale Mantenere il livello di competitività e attrattività delle aree colpite dal sistema attraverso la rivitalizzazione delle attività economiche e dei servizi
ASSE 5- Assistenza Tecnica	Garantire l'efficacia e l'efficienza del Programma operativo, attraverso azioni e strumenti di supporto per la programmazione, l'attuazione, la sorveglianza, la valutazione, il controllo e la pubblicizzazione degli interventi cofinanziati	Sostenere l'esecuzione del programma operativo nelle sue principali fasi di preparazione, gestione, sorveglianza e controllo Effettuare le valutazioni strategiche/o operative dell'intervento Dare ampia visibilità al Programma con adeguati interventi di informazione e comunicazione

CO2MPARE è stato utilizzato nella verifica di assoggettabilità a VAS del POR per stimare gli effetti ambientali (CO2) conseguenti alle nuove integrazioni e confrontarne la performance emissiva rispetto al POR nella sua versione originale. Arpa Emilia-Romagna sta inoltre utilizzando CO2MPARE a supporto delle autorità regionali nella predisposizione del POR FESR Emilia-Romagna 2014-2020.

Per confrontare il POR originale con il POR integrato, è stato necessario modellare i due nuovi obiettivi operativi da finanziare con le risorse addizionali, ossia identificare le tipologie di intervento finanziabili. Per quanto riguarda l'obiettivo di ripresa e sviluppo delle imprese, si è ipotizzato di destinare gran parte delle risorse (45%) alla costruzione, ristrutturazione e demolizione di edifici, ossia a quelle attività di ricostruzione necessarie per il recupero e il nuovo sviluppo delle imprese dell'area colpita dal sisma. Per rendere la ricostruzione un'opportunità di incrementare l'uso razionale dell'energia nel settore industriale, si è scelto di destinare il 30% delle risorse a energie rinnovabili ed efficienza energetica. Il rimanente 25% è stato indirizzato a acquisti di beni materiali e immateriali e ad opere di ingegneria civile. La Tabella II mostra uno screenshot del modello con l'allocazione delle risorse finanziarie per tipologia progettuale.

**Tabella II - Obiettivo ripresa e sviluppo delle imprese:
allocazione risorse tra tipologie progettuali**

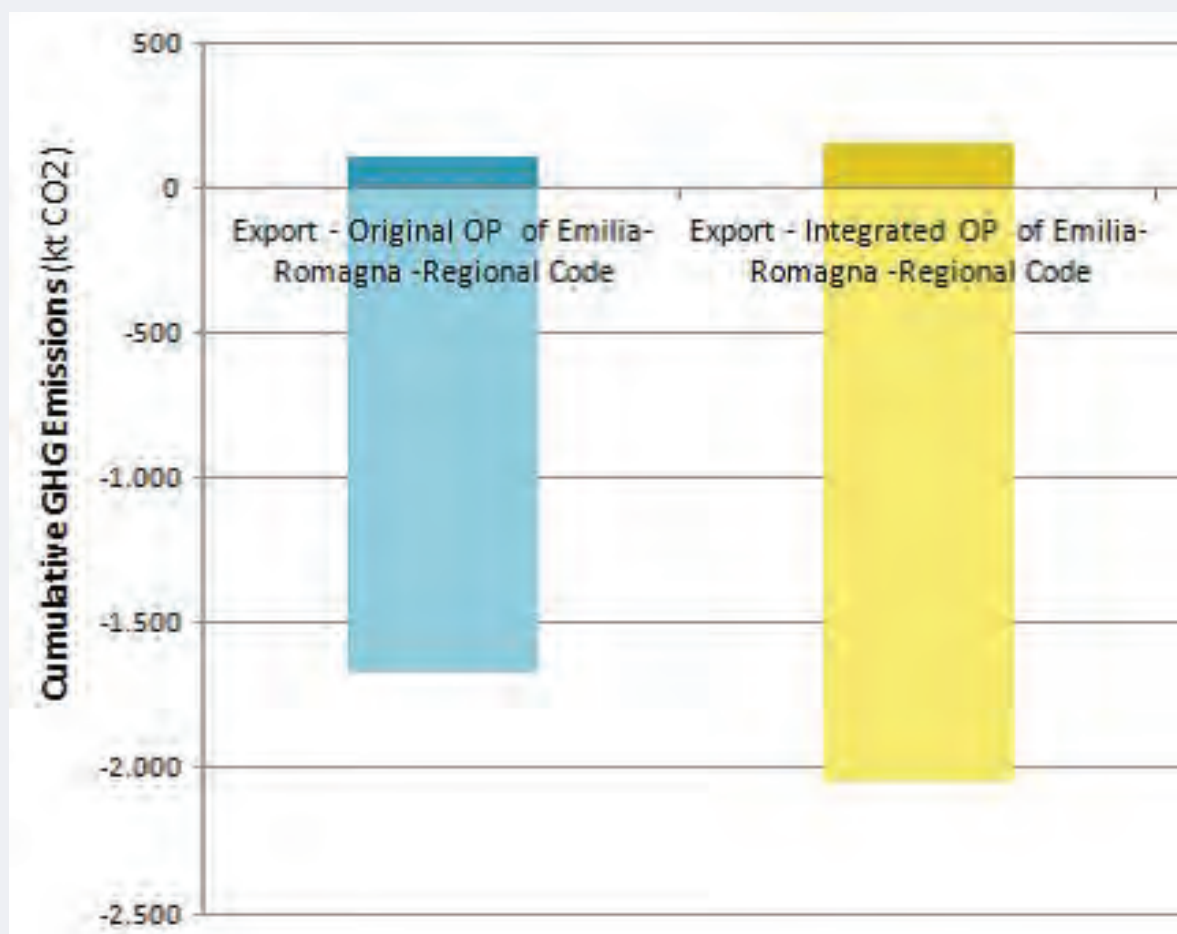
SIC	Financial diagggregation (%)	Expenditure (total cost €)
	Total: 100,0 %	Total: 22.089.650 €
<i>Building costruction</i>	20,0 %	4.417.930
<i>Building refurbishment</i>	20,0 %	4.417.930
<i>Building demolition</i>	5,0 %	1.104.482
<i>Fossil fuel energy</i>	5,0 %	1.104.482
<i>Renewable centralised energy</i>	10,0 %	2.208.965
<i>Renewable decentralised energy</i>	10,0 %	2.208.965
<i>Energy efficiency</i>	10,0 %	2.208.965
<i>Equipment</i>	10,0 %	2.208.965
<i>Civil engineering</i>	5,0 %	1.104.482
<i>Immaterial services</i>	5,0 %	1.104.482

Per l'obiettivo di rivitalizzazione delle attività economiche e dei servizi, si sono identificate come prioritaria l'attività di ricostruzione (65% sul totale delle risorse) per rilanciare lo sviluppo sociale ed economico della zona con demolizione di edifici pesantemente danneggiati (5%), ristrutturazione di quelli esistenti (50%) e nuove costruzioni (10%), e le opere di ingegneria civile (20%). Si è cercato inoltre di promuovere ove possibile interventi di efficienza energetica (5%).

Si è poi proceduto a creare due scenari per rendere confrontabili il POR originale e il POR integrato. Il POR integrato, oltre a disporre di maggiori risorse finanziarie rispetto al POR originale, risulta avere un maggiore impatto emissivo in fase di cantiere (area scura in Figura I) per le attività di ricostruzione previste nei due nuovi obiettivi. Tuttavia, grazie alle migliori prestazioni energetiche degli edifici nuovi e riqualificati, l'impatto emissivo nella fase operativa di vita utile degli interventi (area chiara in Figura I) è inferiore rispetto al POR originale. Complessivamente, le emissioni cumulate del POR integrato risultano inferiori rispetto al POR originale, evidenziando come la possibilità per il decisore pubblico di orientare interventi di ricostruzione verso alternative low carbon possa contribuire a mitigare i danni causati dal sisma, trasformando i danni del terremoto in nuove opportunità di sviluppo sostenibile per la Regione.



Figura I - Confronto della performance emissiva: POR originale (blu) vs POR integrato (giallo)



Economia, gestione delle risorse e controllo dell'inquinamento

La gran parte delle persone ha meno cura del bene comune. Ciascuno pensa maggiormente al proprio, quasi per niente all'interesse comune e solo quando le preoccupazioni sul bene comune diventano un peso per l'individuo. Ci si aspetta sempre che siano altri ad agire per il bene comune. In base a queste considerazioni l'interesse comune sarà trascurato da tutti.

Aristotele, Politica II

Economia e beni ambientali: aspetti definatori

In ambito economico le risorse naturali sono intese come tutte quelle realtà fisiche non prodotte dall'uomo che hanno un'utilità economica.

La distinzione classificatoria ortodossa delle risorse naturali le distingue innanzitutto in *permanenti* e *non permanenti*.

La permanenza è definita come quella caratteristica che consente alla risorsa stessa di non diminuire di qualità ed intensità né ad opera del trascorrere del tempo né in conseguenza dell'azione dell'uomo.

Viceversa, le risorse non permanenti sono quelle che non godono di tale caratteristica, e sono a loro volta distinte tra *riproducibili* – in quanto è possibile prelevarne certe quantità senza per questo minacciarne lo stock – e *non riproducibili*, la cui disponibilità è da considerarsi fissa su orizzonti temporali rilevanti per l'azione umana, e i cui prelievi comportano pertanto irreversibili diminuzioni dello stock disponibile per esigenze future.

Esempi di risorse naturali permanenti sono il sole e le maree; non permanenti riproducibili: le foreste, la fertilità del suolo, la biodiversità; non permanenti e non riproducibili: i combustibili fossili, le risorse paesaggistiche.

La risorsa più importante ricompresa fin dall'inizio in letteratura tra quelle non permanenti né riproducibili è, tuttavia, la capacità di carico dell'ambiente rispetto all'inquinamento, intesa come la sua soglia

di sopportabilità dell'impatto delle varie forme di attività antropiche senza perdere in modo irreversibile le sue caratteristiche fisiche e la conseguente utilità economica.

La diffusa e radicata concezione delle risorse naturali come infinite, fonte a cui appunto attingere per il soddisfacimento delle utilità economiche, ha innescato un circolo vizioso che inevitabilmente ha fatto perdere di vista, o comunque minimizzato, gli impatti delle attività antropiche su ambiente, società e su ogni essere vivente.

Il caso concreto dei cambiamenti climatici, tipologie di beni, fallimenti di mercato, strumenti economici correttivi

I cambiamenti climatici rappresentano il fulcro della modifica più rilevante avvenuta in questi ultimi anni nella classificazione delle risorse pocanzi descritta, di portata tale da smentirne il carattere quasi assiomatico che l'aveva finora contraddistinta. Il clima veniva infatti pacificamente considerato tra le risorse permanenti: risulta invece oramai palese come le nuove evidenze scientifiche della sua metamorfosi provocata in misura crescente e sempre più rapida dall'uomo, abbiano non soltanto inficiato le sue caratteristiche di permanenza, ma anche e perfino quelle di riproducibilità. Quando infatti si definisce, come fa l'Ipcc (Intergovernmental Panel for Climate Change), un limite massimo ammissibile di aumento della temperatura media globale, ebbene esso costituisce la soglia di preservazione di tale caratteristica oltre la quale anche il clima diventerebbe una risorsa non riproducibile, ossia irreversibilmente persa nei suoi caratteri originari. Il limite massimo di emissioni consentite (e le riduzioni imposte alle varie scadenze temporali future) rappresentano pertanto il vincolo inderogabile – di derivazione scientifica – entro il quale resta concettualmente legittimo poter applicare l'approccio economico neoclassico dell'inquinamento ottimale e dell'efficienza.

Questo approccio trova storicamente uno dei suoi maggiori fondamenti nel Teorema di Coase, secondo il quale per ottenere l'allocatione ottimale delle risorse ambientali è sufficiente che ne siano chiaramente assegnati i diritti di proprietà: ossia la definizione, per ciascuna di esse, di quali soggetti abbiano diritto a disporne e in quale misura, nonché la trasferibilità economica dei suddetti diritti attraverso libere transazioni. In questo modo, si definiscono in modo automatico sia i soggetti economici che hanno diritto a essere risarciti per l'eventuale rinuncia a un bene ambientale, sia – in modo sim-

metrico – quelli che hanno il dovere di pagare per acquisirne la disponibilità.

In particolare, il teorema di Coase conduce ad un'ulteriore classificazione dei beni incentrata sulle loro caratteristiche di rivalità (o non rivalità) e sulla possibilità o meno di esclusione dal consumo. La rivalità indica che il consumo di un bene da parte di un individuo è intrinsecamente incompatibile con il suo consumo da parte di qualsiasi altro. L'escludibilità è una restrizione all'accesso: ossia indica la possibilità, da parte di un soggetto, di impedire il consumo di un bene a qualsiasi altro soggetto. Le possibili combinazioni di queste caratteristiche portano ad identificare le quattro tipologie di beni indicate nella Tabella 25.1.

Tabella 25.1 - Classificazione dei beni

	Escludibili	Non escludibili
Rivali	Beni privati	Beni comuni
Non rivali	Club goods	Beni pubblici

I beni pubblici. Sono classificati come pubblici i beni il cui consumo da parte di un individuo non implica l'impossibilità di consumo da parte di un altro individuo.

Nel 1955 Samuelson identificò le caratteristiche del bene pubblico, individuato come *bene di consumo collettivo*, nell'indivisibilità e nel consumo congiunto, intendendo rispettivamente che *non può essere divisa tra diversi individui* e che *tutti ne possono usufruire*⁷.

Tra le caratteristiche principali che oggi denotano un bene pubblico si rinvergono: *l'indivisibilità*, in quanto il consumo da parte di tutti gli individui avviene in misura equa, senza che questo subisca alcuna divisione tra i diversi individui; *la non rivalità*, nel senso che, a fronte del consumo di un determinato bene pubblico da parte di un individuo, rimane comunque la possibilità per un altro individuo di consumarlo, senza esborso di costi aggiuntivi; *la non escludibilità*, cioè l'impossibilità di escludere determinati utenti dal beneficiarne.

Esempi di beni pubblici, offerti dal settore pubblico, sono: la difesa nazionale, la giustizia, l'istruzione, la sanità, le trasmissioni televisive e radiofoniche, i trasporti, i servizi urbani (illuminazione, raccolta rifiuti, verde pubblico). Tra le risorse naturali, l'unica classificabile in questa categoria è l'aria.

I beni privati. Per bene privato si intende un bene

⁷ Samuelson, (1955), *Diagrammatic Exposition of A Theory of Public Expenditure*, in *Review of Economics and Statistics*, Nov., (Un) bene di pubblico consumo differisce da un bene di privato consumo laddove il suo consumo da parte di tutti si basa su una condizione di parità



caratterizzato da diritti di proprietà – quindi sia rivali sia escludibili - appartenenti a persone fisiche o giuridiche (privati, aziende individuali ovvero societarie) che possono essere oggetto di scambi sul mercato. Pertanto implicano l'escludibilità e la rivalità dei consumatori nel loro utilizzo. A titolo esemplificativo, sono beni privati quasi tutti i manufatti (abitazioni, cibo, abbigliamento, autoveicoli, macchinari).

I beni di club. La teoria dei club goods risale al 1963, quando James M. Buchanan⁸ evidenziò la distinzione concettuale tra beni e servizi che sono *puramente privati* e quelli che sono *puramente pubblici*. Difatti, i beni di club si inseriscono come classe intermedia tra beni pubblici e beni privati, di cui recepiscono sia il carattere pubblico - in quanto è previsto il consumo congiunto - che la natura privata, essendo prodotti dal settore privato e implicanti potenziali costi di esclusione. Ne consegue che i vantaggi escludibili e la parziale o assente rivalità tra consumatori nell'utilizzo degli stessi sono le principali caratteristiche di questa categoria di beni, tra i quali rientrano ad esempio la televisione via satellite, la rete viaria sottoposta a pedaggio, spettacoli teatrali o cinematografici e servizi ricreativi di qualsiasi tipo sottoposti a pagamento di un ticket o di un abbonamento, ecc. Dunque, un gruppo ristretto di persone, identificato come club, condivide i costi di produzione e di fruizione del bene.

I beni comuni. I beni comuni non rientrano in senso stretto nella specie dei beni pubblici, poiché sono a titolarità diffusa, potendo appartenere non solo a persone pubbliche, ma anche a privati che ne possono liberamente usufruire in quanto membri di una comunità. Ne fanno parte, essenzialmente, le risorse naturali, come i fiumi, i torrenti, i laghi e le altre acque; i parchi, le foreste e le zone boschive; le zone montane di alta quota, i ghiacciai e le nevi perenni; i tratti di costa dichiarati riserva ambientale; la fauna selvatica e la flora tutelata; le altre zone paesaggistiche tutelate. Vi rientrano, altresì, i beni archeologici, culturali, ambientali.

Le risorse naturali (tranne l'aria) sono caratterizzate dall'essere, con alcune eccezioni, non escludibili e rivali nel consumo. La rivalità si giustifica col fatto che il consumo di alcuni pregiudica quello di altri (ad esempio: le risorse ittiche, forestali, minerarie); la non escludibilità è costituita dal fatto che tale consumo non può essere impedito, tranne alcune eccezioni (ad esempio: riserve di caccia; concessioni demaniali sulle coste). La libera fruibilità, peculiare dei beni comuni,

ne implica il potenziale consumo anche da parte di coloro che, sebbene interessati alla produzione, non hanno manifestato apertamente le proprie preferenze né contribuito al suo costo di fornitura. Difatti, quando un individuo è uno tra tanti che possono beneficiare dei beni pubblici, tende ad adottare comportamenti opportunistici, spinto dalla possibilità di consumare a costo zero. Nella letteratura, questo atteggiamento è definito come comportamento del free rider, ossia del libero speculatore.

Mentre la conoscenza delle preferenze degli agenti da parte di operatori pubblici o privati implica la possibilità per gli stessi erogatori o distributori di determinare la quantità efficiente di un bene pubblico da fornire, al contrario di fronte ad una mancata manifestazione della propria attitudine a pagare consegue una decisione inefficiente ex post, che si traduce in una mancata o insufficiente produzione del bene: sotto questo profilo si può quindi affermare e concludere che i beni pubblici (eccetto i beni pubblici puri), così come le esternalità, il monopolio, le asimmetrie informative, rappresentano un fallimento del mercato.

Fallimenti del mercato. Col tempo l'importanza delle risorse comuni, in primis quelle naturali, e dei beni di natura pubblica rispetto a quelli privati è cresciuta in modo evidente, essenzialmente proprio perché l'operare della *capacità di carico* ambientale, definita prima, ha assunto una funzione vincolante sempre più pressante sulle attività economiche.

In altri termini, è diventato sempre più concreto il problema dei cosiddetti fallimenti del mercato che già l'economia del benessere aveva delineato in chiave teorica: questi fallimenti (altrimenti definiti esternalità negative), derivano proprio dalla mancanza di definizione dei diritti di proprietà, la quale conduce a una divaricazione tra costi e benefici privati e costi e benefici collettivi (sociali) connessi all'uso delle risorse ambientali. Il maggior esempio è costituito dall'inquinamento: il depauperamento delle risorse naturali rappresenta l'esternalità negativa associata a una qualsivoglia produzione finché non venga applicato il principio PPP (polluter pays principle) per il quale appunto *chi inquina paga*.

Quando non si raggiunge l'ottimo sociale, in quanto il libero scambio non si realizza, o è troppo costoso, o permette comportamenti strategici speculativi (come nel caso dei cosiddetti *free rider* sui beni pubblici, ossia alla possibilità di usufruirne gratuitamente mettendosi in scia ai soggetti che li pagano), allora lo scopo delle politiche economiche diviene quello di intervenire per ripristinare in modo efficiente il perseguimento dell'obiettivo di ottimalità che il mercato non è in grado di assicurare. In

⁸ James M. Buchanan, (1963), *The Economics of Earmarked Taxes*, Journal of Political Economy, University of Chicago Press, vol. 71, pages 457

termini economici, il problema si configura allora come definizione del *livello ottimale di inquinamento*, ossia la soglia in corrispondenza della quale il beneficio derivante dalla produzione di un bene (privato) eguaglia il costo derivante dalla corrispondente perdita di disponibilità del bene (pubblico) costituito dalle risorse naturali consumate.

Strumenti economici correttivi

Gli strumenti tradizionali a disposizione delle politiche economiche per intervenire e correggere le distorsioni e i fallimenti del mercato sono essenzialmente quattro: tasse ambientali; standard; sussidi; permessi.

Le tasse rappresentano un mezzo per internalizzare i costi sociali, cioè costringere il privato ad accollarsi costi derivanti dalla sua attività e che, in un meccanismo di puro mercato, egli sarebbe in grado di evitare lasciando che restino addossati alla collettività. La giustificazione di questo addebito al privato risiede nel teorema di Coase prima accennato: se la proprietà di un bene è collettiva (quindi il bene è pubblico), allora ne consegue che è il privato a dover pagare per poterne usufruire, e la tassa rappresenta e quantifica appunto tale esborso. Tale tassa è detta pigouviana (da A. C. Pigou) e ha lo scopo precipuo di rendere eguali costi privati e costi sociali: sotto questo profilo, tutte le tasse ambientali sono tasse pigouviane. Il livello ottimale della tassa pigouviana è quello in cui il priva-

to che ne è gravato (in misura corrispondente al costo sociale), per ridurre l'esborso fiscale riduce la sua produzione fino al livello di inquinamento ottimale, inferiore a quello originario. Allo stesso tempo lo Stato ricava dalla tassa un gettito fiscale utilizzabile per risarcire la collettività dell'esternalità negativa.

Il concetto di tassa pigouviana è esattamente quello fatto proprio dall'Europa nell'adozione del suddetto principio *chi inquina paga*, a sua volta applicazione del teorema di Coase: e con il quale, di fatto, si cerca di conferire artificialmente alle risorse naturali il carattere di escludibilità, almeno sotto il profilo economico.

Lo Stato infatti è detentore dei diritti di proprietà, e come tale rappresenta gli *inquinati*, cioè negozia con gli inquinanti accettando un indennizzo solo se pari o superiore al costo sociale; i soggetti negozianti accetteranno di cedere diritti in corrispondenza del livello di produzione (ed inquinamento) socialmente ottimali; la cessione dei diritti comporta una transazione ed un controvalore. Una volta definito il punto di equilibrio, la tassa viene tuttavia applicata all'intera produzione, ossia anche ai livelli produttivi (inferiori) pienamente compatibili con la soglia di capacità di assorbimento ambientale: pertanto essa comporta comunque una redistribuzione di reddito dal produttore inquinatore alla collettività.

Buona pratica (possibile): l'Emission Trading System (ETS), un caso di applicazione dell'approccio economico neoclassico a scala globale

Il sistema di scambio dei diritti di emissione previsto a suo tempo dal Protocollo di Kyoto (e poi attuato) è appunto ispirato a un approccio economico di stampo neoclassico. L'idea è fondata sul connubio tra uno strumento di tipo *command and control* (ossia implicante un obiettivo impositivo e cogente: in questo caso le riduzioni emissive) ed uno economico, rivolto ad ottenere il suddetto obiettivo nel modo più efficiente, ossia con i minori costi possibili e lasciando operare un meccanismo di mercato.

A tale scopo, a tutti i soggetti obbligati alle riduzioni emissive viene attribuita una certa quantità di diritti ad emettere, secondo una procedura che può essere a titolo gratuito oppure oneroso (tramite asta); e viene quindi istituito un mercato dove tali soggetti possono scambiarsi i rispettivi diritti.

Il mercato dei diritti di emissione rappresenta uno dei principali perni della strategia europea in attuazione del Protocollo di Kyoto, e fin dall'inizio è stato concepito per coniugare:

- l'efficacia ambientale (riduzione delle emissioni entro limiti cogenti costituiti dal *cap* di permessi);
- l'efficienza economica (distribuzione effettiva dei permessi e degli interventi di riduzione lasciata alle valutazioni di convenienza economica dei singoli soggetti attraverso il *trade*);
- l'efficienza tecnica (promozione e criteri di premialità indiretta dell'innovazione tecnologica).

Tutte le variabili fondamentali che determinano l'efficacia dell'emission trading racchiudono contemporaneamente una componente controllabile come parametro discrezionale, ed un'altra esogena o comunque dipendente da altre variabili del sistema economico (soprattutto di tipo macro) a livello nazionale, sovranazionale o mondiale. L'offerta di diritti è un parametro controllabile in modo discrezionale dal punto di vista economico (anche se non dal punto di vista ambientale, giacché soggiace al vincolo della *capacità di carico* imposto dagli effetti climatici sulla quantità di emissioni consentite). La domanda di diritti è invece una variabile economica non controllabile, dipendente dagli effetti congiunti dell'andamento dei fonda-



mentali dell'economia, di altre variabili macro, di segnali di prezzo provenienti da altri mercati, di eventuali azioni implementate dai decisori politici. I prezzi dei diritti, che scaturiscono dall'interazione tra domanda ed offerta, presentano pertanto fluttuazioni normalmente collegate a quelle della variabile non controllabile (la domanda); e in determinate circostanze possono tendere a eccessi sia in termini di valori intrinseci, sia in termini di volatilità, tali da inficiare l'efficacia dell'ETS. Prezzi troppo alti creano pressioni insostenibili sulla competitività dei soggetti obbligati all'acquisto di diritti; troppo bassi pregiudicano ogni reale incentivo all'abbattimento delle emissioni; troppo volatili creano un'eccessiva incertezza che si ripercuote in negativo sulle decisioni di investimento di lungo periodo, disincentivandole. Di conseguenza il mercato dei diritti di emissione richiede, per essere efficace, che la variabile prezzo venga controllata e stabilizzata su un livello ottimale o comunque mantenuta entro un *range* minimamente determinato.

Precisamente questo è stato il problema con cui si è scontrato il mercato dei diritti per gran parte della sua esistenza e che, ad oggi, costringe a considerare fallimentare l'applicazione pratica dell'approccio teorico che ne era alla base nell'obiettivo di internalizzare i costi ambientali.

Dal lancio dell'ETS nel 2005, il prezzo della CO₂ è sceso quasi costantemente e significativamente al di sotto del prezzo atteso, fino addirittura a valori inferiori del 90%. Ciò ha irrimediabilmente inficiato lo scopo precipuo del meccanismo, fondato su prezzi sufficientemente elevati da indurre una quota considerevole di imprese a ritenere preferibile e conveniente effettuare investimenti per abbattere le emissioni. In passato, le oscillazioni del prezzo sono state corrette tramite la riduzione del *cap* ETS e dell'offerta di permessi a livello nazionale. Anche la regolazione in materia è significativamente cambiata (in termini di banking ad esempio) ma i problemi correlati al livello e alla stabilità dei prezzi sono rimasti.

L'incertezza regolatoria che ne è derivata ha evidenziato la potenziale necessità di azioni correttive che prendano in considerazione un più lungo orizzonte temporale e che forniscano un quadro di regole stabile. Attualmente, vi sono diverse proposte di azione che potrebbero portare ad un aumento del prezzo della CO₂ e la stessa Commissione europea ha proposto due linee di d'intervento: una proposta di breve termine (c.d. *back-loading*) e un set di misure strutturali di riforma dell'ETS per il lungo termine (*Carbon Market Report*).

In particolare, il *back-loading* opera un accantonamento progressivo e temporaneo delle quote (900 milioni di EUA in totale) da mettere all'asta nel triennio 2013-2015, per rimetterle in circolazione nell'ultimo biennio della terza fase (2019-2020). Le altre sei proposte prevedono:

1. aumento del target di riduzione delle emissioni abbassando il cap complessivo;
2. ritiro del surplus di permessi;
3. introduzione di flessibilità nell'offerta;
4. definizione di un prezzo di riserva per le aste dei permessi Ue;
5. definizione di target per il futuro;
6. revisione anticipata del fattore annuale di riduzione lineare (FRL).

L'ultima misura è stata attuata portando il FRL al 2,20% a partire dal 2021 (rispetto al valore attuale pari all'1,74%): tale misura dovrebbe facilitare il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni al 30%, allineando l'Unione Europea agli obiettivi della Roadmap 2050 per una Low Carbon Economy, oltre a produrre effetti anche nel post 2020.

Delle cinque azioni rimanenti la prima opzione è stata analizzata nel dettaglio in un working paper pubblicato dalla Commissione Europea e intitolato *Analysis of options to move beyond 20% greenhouse gas emission reductions: Member State results*. In breve, la Commissione propone di aumentare il target di riduzione delle emissioni (dall'attuale 20% al 30% entro il 2020) abbassando il cap complessivo e quindi riequilibrando offerta e domanda. Un simile aumento verrebbe raggiunto in parte rinforzando lo schema ETS dell'Ue e in parte aumentando i target per i settori non-ETS con potenziali effetti redistributivi a livello intersettoriale.

Una seconda possibilità consiste nel ritiro (*set aside*) di un ammontare pari a 1,4 miliardi di permessi (circa l'attuale livello stimato del surplus) sia su base permanente che temporanea, per aumentare i prezzi dei permessi Ue ad un livello prossimo a quello atteso ma tale opzione è stata attualmente accantonata.

La terza opzione introdurrebbe un meccanismo di aggiustamento dell'offerta secondo regole chiare e pre-determinate attraverso cui assicurare una scarsità di permessi sufficiente a sostenere il prezzo dei titoli emissivi. Per esempio, una autorità centrale potrebbe avere la possibilità giuridica di correggere l'offerta di permessi qualora un'inattesa variazione della domanda causasse una significativa deviazione dei prezzi della CO₂ dal suo trend atteso. Questa misura aumenterebbe la flessibilità dell'ETS e perseguirebbe l'obiettivo di sostenere i prezzi dei titoli emissivi nel breve periodo e di inviare un appropriato segnale di prezzo nel lungo periodo. L'introduzione di questo meccanismo flessibile, che richiederebbe un emenda-

mento della Direttiva ETS, è sostenuta da alcuni esponenti delle lobby industriali ed elettriche. Ad esempio, Business Europe è a favore di questo approccio, sostenendo la necessità di una approfondita discussione dell'ETS focalizzata su *stabilità di lungo periodo e non sui prezzi di breve periodo*. Anche il gruppo lobbistico Euromatex ha dichiarato di *essere a favore di miglioramenti dell'ETS, da attuare però tramite un appropriato processo di revisione (dell'intero schema)*. IETA (International Emissions Trading Association) ha commentato positivamente la possibilità di un meccanismo capace di *ricalibrare il tetto in funzione di una baseline che dovrebbe essere rivista periodicamente*. Secondo questa associazione, qualunque misura di breve periodo dovrebbe essere accompagnata da una riforma dell'ETS, con una definizione chiara delle regole che governeranno la fase IV e i passi successivi verso l'obiettivo di decarbonizzazione di lungo periodo.

La quarta opzione vedrebbe l'introduzione di un price floor attraverso cui sostenere il prezzo della CO₂. L'istituzione di un price floor centralizzato all'interno dell'ETS, equivalente alla definizione di una minima carbon tax sui settori ETS, avrebbe ridotto la volatilità dei prezzi, garantendone una maggiore stabilità. È stata invece introdotto un meccanismo di *set-aside automatico*, ossia un meccanismo di riserva delle emissioni annuali nel quarto periodo ETS 2021-2030, detto Market Reserve Mechanism (MRM) che prevede di *ritoccare* le quote all'asta in base alla soglia di surplus rilevata: per un surplus compreso tra i 400 e gli 833 milioni di quote non sono previste azioni mentre per valori inferiori ai 400 milioni si prevede la reintroduzione di 100 milioni di quote e per valori superiori a 833 milioni si opererà il ritiro del 12% del surplus rilevato. In tal modo è stata creata una sorta di *carbon tax o carbon price floor* con una fascia di prezzo controllata e contenuta da azioni che si innescano automaticamente in base all'offerta e che si ripercuotono come azioni moderatrici sull'evoluzione del mercato dell'EUA.

Infine, anche la quinta opzione di fissare dei target emissivi futuri potrebbe sostenere il valore attuale dei permessi emissivi, grazie alla maggiore certezza relativa alla traiettoria delle riduzioni emissive definita da ambiziosi target di lungo periodo. Ciò sarebbe particolarmente importante a sostenere investimenti in tecnologia *low-carbon*. Inoltre, come sostenuto da alcuni analisti rafforzerebbe la struttura dell'ETS, fornendo maggiore certezza agli investimenti di lungo periodo nei settori energetici ed industriali. Tale opzione è attualmente in stand-by.

I costi dei cambiamenti climatici: dal rapporto Stern al dissesto idrogeologico in Italia

Il tema dei costi dei cambiamenti climatici è da sempre stato uno dei più complessi e controversi soprattutto per i notevoli margini di discrezionalità che caratterizzano tutti gli elementi da includere nelle valutazioni: le tipologie di costi da considerare, la natura privata o sociale, le metodologie ed i parametri da utilizzare.

Sono in particolare due i principali problemi peculiari dell'analisi costi-benefici applicata ai cambiamenti climatici:

1. il fatto di non (poter) essere un'analisi standard, poiché non si tratta di analizzare cambiamenti *al margine* - ossia rilevanti soltanto per uno o due mercati – bensì globali, aventi cioè un impatto sull'intero sistema economico (diretto o indiretto, immediato o dilazionato);
2. l'estensione dell'orizzonte temporale sul quale vanno effettuate le valutazioni del costo opportunità del capitale investito, orizzonte che non trova tra gli strumenti finanziari disponibili – in particolare obbligazionari, so-

vani o corporate – parametri di riferimento omogenei, ossia di portata secolare. Solo di recente sono comparsi i primi bond con scadenza a 50 anni, il cui rendimento può costituire una proxy dell'idea delle aspettative di crescita e di mercato su tale orizzonte temporale; tuttavia, spesso, gli investimenti resi necessari per contrastare il climate change hanno *ritorni* e benefici che vanno ben al di là anche di soli 50 anni, quindi a carattere del tutto intergenerazionale.

L'elemento centrale con cui deve confrontarsi ogni iniziativa economica finalizzata al contrasto dei cambiamenti climatici è il parametro adottato comunemente dal mercato per attualizzare i benefici netti futuri di qualsiasi forma di investimento, ossia il tasso di sconto.

Nella definizione del tasso di sconto risulta determinante il cosiddetto *tasso di preferenza temporale* (Social Time Preference Rate, STPR), ossia il valore che l'individuo e la società associano al consumo presente raffrontato a quello futuro: un valore del tutto discrezionale in quanto identifica l'*impazienza* nel consumo ed è prevalentemente di natura psicologica, pur avendo conseguenze economiche; in particolare non è collegato ad alcuna



considerazione sul tasso di crescita del consumo futuro, ossia rileva un desiderio di consumo immediato che ci sarebbe anche ipotizzando che il consumo stesso sia destinato a non crescere mai nel futuro. In estrema sintesi, più il STPR è alto, meno si valuta il benessere delle generazioni successive; viceversa, più tende allo zero più il benessere delle generazioni future viene equiparato a quello presente.

Il tasso di sconto ed il concetto di preferenza intertemporale hanno rappresentato il fulcro dell'analisi nel Rapporto Stern⁹, considerato la sintesi più nota ed esaustiva di un approccio teorico-pratico alla questione del climate change e la cui principale caratteristica è l'abbinamento di una diagnosi e una prognosi. Quest'ultima è la parte più ampiamente condivisa, nelle sue raccomandazioni che in seguito sarebbero state riprese e, in vari casi, attuate: in primis, la già discussa internalizzazione dei costi dei gas serra attraverso strumenti di mercato, che fa anche dello stesso Stern un sostenitore dell'approccio neoclassico; inoltre, la spinta e l'incentivazione di nuove tecnologie, specialmente a carattere low carbon; l'implementazione di strategie di adattamento; l'attuazione di impegni a ridurre le emissioni entro soglie definite.

Molto più discusse e controverse, invece, sono la diagnosi e le previsioni che ne vengono derivate in scenari tendenziali, sia in termini fisici (accelerazione probabilistica dell'aumento di temperatura) sia in termini economici (valutazione monetaria dei danni globali connessi al climate change). In particolare, Stern afferma che l'inazione, ossia il non agire per contrastare il climate change, comporti una probabilità del 50% di un aumento medio di temperatura di 5°C entro il 2050 e un conseguente costo variabile tra il 5 ed il 20% del PIL mondiale (effetto paragonabile a quello della Grande Depressione negli anni '30), a fronte di appena l'1% nel caso di un'azione immediata.

Una delle principali assunzioni che ha portato Stern a conclusioni così drastiche risiede proprio nella scelta del tasso di sconto (pari all'1,4%) e, in particolare, del saggio di preferenza temporale fissato a un valore estremamente basso implicante, nel caso dei beni ambientali, che il beneficio costituito dalla loro fruibilità futura – anche a notevole distanza di tempo – riceve lo stesso *peso* della utilità che ne è ricavabile nel presente. Lo stesso vale all'inverso, ovviamente, per i danni: la valutazione economica di danni futuri o immediati risulta tendenzialmente equivalente. E' stata

⁹ Un'ottima rivelazione del rapporto Stern è scaricabile: http://news.bbc.co.uk/2/shared/bsp/hi/pdfs/30_10_06_exec_sum.pdf

questa una delle assunzioni più aspramente criticate, ma si deve sottolineare come Stern abbia inteso il STPR nella sua accezione genuina, riferendosi ai benefici futuri in termini di benessere (o utilità) delle generazioni successive, e non già al valore di beni materiali o monetari. Di conseguenza, l'assunzione di un tasso di preferenza temporale vicino allo zero deve essere intesa come un'assunzione più etica che economica, ovvero come un modo per includere nell'analisi aspetti di equità intergenerazionale.

Tuttavia un tasso di sconto molto basso implica, nel caso degli investimenti di mitigazione ed adattamento ai cambiamenti climatici, non solo una notevole rivalutazione – rispetto ai canoni normali – di tutti i benefici lungo termine (o dei *danni evitabili*), ma in modo perfettamente simmetrico e speculare una drastica rivalutazione di tutti i costi futuri (o *mancati benefici*) connessi al *non intervento*. E qui si perviene all'altra principale critica mossa al Rapporto Stern: la sopravvalutazione dei costi potenziali. Stern, attraverso il ricorso agli studi più pessimistici in letteratura, li identifica in una scala crescente: il 5% del PIL mondiale corrispondente al *caso base*; il 6,9% corrispondente a una più elevata sensibilità degli ecosistemi alle variazioni climatiche; il 14,4% nel caso si tengano conto delle esternalità come gli effetti sulla salute umana; infine il 20% se si tiene conto anche degli effetti estremi a carattere più o meno regionale e/o locale che la variabilità climatica implica.

Le conclusioni più pregnanti del Rapporto Stern si espongono a una confutazione centrata essenzialmente su un semplice innalzamento del tasso di sconto adottato; è sufficiente salire al 3% nel saggio di preferenza temporale¹⁰ per pervenire ad un'attualizzazione dei costi prossima allo zero¹¹. Per queste ragioni la stima di Stern sui costi del climate change effettuata applicando le suddette assunzioni all'analisi costi benefici è stata giudicata esagerata a livello concettuale prim'ancora che dal punto di vista quantitativo che pure ne deriva.

I danni provocati dal climate change sono prevalentemente indiretti, ossia si determinano dall'interazione tra l'intensificarsi di eventi atmosferici estremi e preesistenti situazioni di particolare vulnerabilità strutturale; ma, per lo stesso motivo, le ricadute avvengono a livello essenzialmente locale, più o meno esteso o puntiforme a seconda dei casi, costringendo quasi sempre ad interventi postumi caso

¹⁰ Nordhaus W.D., (2006), *The Stern Review on the Economics of the Climate Change*, National Bureau of Economic Research, working paper n.12741, dic.

¹¹ L'intervallo 5-14,4% diviene 1,3-3,7% con STPR pari all'1%; 0,6-1,8% con STPR al 2%; 0,4-1,1% con STPR al 3%

per caso e pertanto privi di qualsiasi connessione strategica e carattere preventivo. Un esempio concreto, per l'Italia, è costituito dal dissesto idrogeologico, di cui si parla in maniera estesa nel Capitolo 23, il quale costituisce l'agente coadiuvante del climate change nel determinare una specifica addizionalità dei danni.

Il costo complessivo degli eventi franosi ed alluvionali in Italia dal 1948 al 1990 ammonterebbe, rivalutato in base agli indici Istat, a circa 30 miliardi di euro¹² calcolato sul periodo 1951-2009 aumenterebbe ad oltre 52 miliardi di euro¹³. Nel novembre 1994 i danni delle alluvioni in Piemonte produssero 68 morti e danni per 8-13 miliardi di euro; nell'ottobre 2000 le piogge intense hanno provocato l'evacuazione di 40.000 persone e danni strutturali stimati in 5,6 miliardi di euro. Dal 1948 al 2000 sono state mediamente coinvolte nei fenomeni eccezionali 4 regioni all'anno; dal 2000 al 2011 il doppio: otto.

Nelle quantificazioni riportate non sono peraltro neppure mai stati conteggiati tra i danni quelli diffusi come, ad esempio, l'inquinamento di vasti territori. In un numero crescente di casi la correlazione tra climate change e dissesto idrogeologico del territorio diviene sempre più diretta: studi recenti effettuati in alcune regioni dell'arco alpino mettono in evidenza che l'innalzamento della temperatura media attualmente sta favorendo la mobilitazione di grosse masse rese instabili dalla fusione del permafrost. Si registrano pertanto fenomeni che si manifestano con dinamiche nuove, in fasce altimetriche storicamente non interessate in precedenza da fenomeni di instabilità.

A fronte di questa situazione, la media annuale di finanziamenti pubblici per contrastare il fenomeno è ammontata nel periodo 1991-1998 a 190 milioni di euro, per poi salire a 400 milioni tra il 1998 ed il 2005 e poi ridiscendere a 300 milioni tra il 2005 ed il 2008, per un totale inferiore al miliardo di euro annuale su un arco temporale di 17 anni, ritmo con il quale occorrerebbero, secondo l'Ordine italiano dei geologi, oltre cento anni per la messa in sicurezza del Paese.

Il totale degli stanziamenti per tutti gli interventi censiti dai PAI (Piani di assetto idrogeologico redatti dalle Autorità di Bacino) ammonta a circa 40 miliardi di euro, ma è una semplice somma di interventi puntuali (spesso pensati in tempi diversissimi dagli attuali) senza una strategia operativa comune e quindi non risolutivi.

¹² Catenacci V., (1992), *Il dissesto idrogeologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*, Servizio Geologico nazionale, memorie descrittive della carta geologica d'Italia, vol. XLVII

¹³ Elaborazione Annuario dati ambientali Ispra

La relazione tra climate change e danni da dissesto è dimostrato in maniera sempre più evidente dall'intensificazione degli eventi, peraltro particolarmente concentrati in alcune Regioni. Nel triennio 2009-2012 Calabria e Toscana hanno registrato, ciascuna, 22 eventi alluvionali; Lombardia, Sicilia, Piemonte e Veneto, 18; Campania e Liguria, 15. In questo periodo è stato stanziato un miliardo di euro solo per emergenze in 13 regioni, di cui il 60% per Sicilia e Veneto, il 20% per Liguria e Toscana.

Verso una nuova governance dei processi economici

Il processo bioeconomico e il modello stock e flussi

Nonostante negli ultimi trenta anni si sia tentato di includere gli aspetti relativi alle dinamiche sociali e alla presenza di vincoli ecologici nei modelli di sviluppo e crescita, la comunità scientifica non ha ancora trovato un accordo su quali possono essere i rimedi agli attuali e futuribili problemi ambientali e sociali.

Globalizzazione, eliminazione della povertà, cambiamento climatico, perdita della biodiversità ed esaurimento dei combustibili fossili, come abbiamo già visto, sono le sfide a cui oggi rivolgono la loro attenzione gli organismi internazionali e il mondo scientifico. Nonostante queste situazioni disegnino uno scenario totalmente diverso da quello previsto solo pochi decenni fa dagli economisti ortodossi, non è immediato accettare l'idea che il modello economico dominante possa rivelarsi inadeguato a comprendere la realtà. Allo stesso tempo, il carattere fortemente multidisciplinare dei concetti di sviluppo, benessere e sostenibilità, unito alla forte settorializzazione della scienza contemporanea, sembrano non riuscire a creare il necessario consenso nell'individuare gli indirizzi degli interventi di politica economica in grado di affrontare e risolvere tali sfide.

Nonostante ciò, a nostro avviso, la bioeconomia di Georgescu-Roegen rientra tra i contributi che in modo più ardito hanno cercato di creare un paradigma economico capace di includere aspetti ecologici, per quanto riguarda la sostenibilità ambientale, e sociali, per quanto riguarda il benessere.

Partendo da una critica radicale alla teoria ortodossa e ai suoi postulati, l'economista rumeno Nicholas Georgescu-Roegen propone una nuova epistemologia basata sulla descrizione fisica dei processi di produzione e di consumo. La consta-



tazione dell'inadeguatezza dell'approccio meccanicistico alla base della teoria neoclassica, porta Georgescu-Roegen a una diversa lettura del processo economico nella quale le funzioni di produzione e consumo sono sottoposte alle leggi della termodinamica e della biologia. Egli osserva che il processo economico è un fenomeno evolutivo che *cesella la propria storia con la propria attività¹⁴ e come qualunque altro processo vitale, è irreversibile (e in modo irrevocabile); di conseguenza, non può essere spiegato in termini esclusivamente meccanici¹⁵.*

Nel tentativo di formalizzare l'epistemologia della teoria bioeconomica, Georgescu-Roegen rileva che per eseguire analisi corrette e realistiche dei sistemi economici è necessario prendere in considerazione alcune caratteristiche dei sistemi biologici e degli ecosistemi¹⁶.

Il dibattito in corso in merito alla validità di tale approccio è spesso animato dalla mancata consapevolezza da parte degli economisti neoclassici dell'attenzione che Georgescu-Roegen ha posto nella rappresentazione della produzione come processo di trasformazione fisica, piuttosto che come generatore di valore. Inoltre nonostante egli si sia fermato alla proposta analitica del processo di produzione bioeconomico, nelle sue opere è evidente il tentativo di crearne un'estensione anche per la sfera del consumo¹⁷.

I presupposti epistemologici della bioeconomia, rappresentati, da un lato, dalla critica ai postulati di utilità, razionalità e non sazietà del consumatore della teoria neoclassica e, dall'altro, dalla distinzione tra agenti (fondi) e oggetti (flussi) di trasformazione, sono stati sviluppati in chiave sistemica nel modello a *stock* e *flussi* proposto da Mauro Bonaiuti¹⁸. Lo stesso Autore definisce la sua costruzione teorica come un macro-modello capace di trattare le relazioni tra economia, ecosistemi e sistemi sociali/simbolici all'interno degli schemi della produzione e del consumo che caratterizzano il sistema economico.

Il modello stock e flussi si basa su una serie di as-

sunti epistemologici che, muovendo dal paradigma bioeconomico di Georgescu-Roegen¹⁹ e passando attraverso le sue derivazioni riconducibili alla *ecological economy*²⁰, attribuiscono a questo approccio un carattere dinamico, attraverso una interconnessione sistemica tra il processo di produzione (offerta) e la sfera responsabile della generazione del benessere (domanda). Partendo da questo modello teorico, è possibile guardare alle modalità di integrazione dei processi di produzione e consumo a scala locale che consentono di mantenere un sistema territoriale in condizioni di sostenibilità o, nel caso in cui queste siano state già superate, di guidarlo verso il ripristino di tali condizioni.

La descrizione del *sistema economico locale* secondo il modello a stock e flussi può essere affrontata partendo dal lato della produzione²¹ per poi trasporne il quadro teorico anche al processo di consumo.

Il processo di produzione (Figura 25.1) coinvolge quattro tipologie di stock:

- Il capitale naturale (KN), inteso come insieme di materia/energia organizzata²²;
- Il capitale tradizionalmente inteso (K), ossia l'insieme delle attrezzature utilizzate nel processo di produzione;
- Le strutture sociali che partecipano al processo di produzione, rappresentate dallo stock di lavoro (S);
- La cultura, rappresentata dall'insieme di conoscenze/valori (N) che determinano la capacità produttiva di una società²³.

Per quanto riguarda i flussi, il processo di produzione prevede in input (Figura 25.1):

- Le risorse naturali prelevate dalla biosfera (xi) cui si aggiungono le conoscenze/informazioni provenienti dall'esterno del sistema produttivo (ni);
- Prodotti finiti (yi) e scarti (wi) costituiscono le due tipologie di flussi in uscita.

Va considerato come una parte dei flussi in ingresso, parte dei quali sono costituiti dagli stessi beni prodotti, venga impiegata per mantenere la struttura funzionale e organizzativa dei diversi stock.

¹⁴ Georgescu-Roegen, (1998), *Energia e miti economici*, Bollati Boringhieri, Torino

¹⁵ Georgescu-Roegen, (2003), *Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, Bollati Boringhieri, Torino

¹⁶ Bonaiuti M. (2003), *Introduzione* in Georgescu-Roegen N., *Bioeconomia*, Bollati Boringhieri, Torino

Bonaiuti M. (2005), *The paradoxes of growth: towards a systemic approach to economic theory*, in *Istituzioni e sviluppo economico*, no. 3, pp. 21-47

Blasi E., (2011), *Il ruolo degli stock economici, ambientali, sociali e valoriali per il benessere delle comunità: un modello sistemico di indirizzo per le politiche locali*, Tesi di dottorato in Economia e Territorio (s.s.d. SECS-P06), Università degli studi della Toscana

¹⁷ Zamagni, S., (1979), *Georgescu-Roegen. I fondamenti della teoria del consumatore*, Etas, Bologna

¹⁸ Bonaiuti M. (2008), *Economia e territorio. Un approccio sistemico*, Sviluppo locale, Vol.11, n.27, 32-56

¹⁹ Georgescu-Roegen N., (1971), *The entropy law and the economic process*, Harvard University Press, Cambridge, USA

Georgescu-Roegen N., (1975), *Energy and economic myths*, Southern Economic Journal, vol. 41, n.3, 347-381

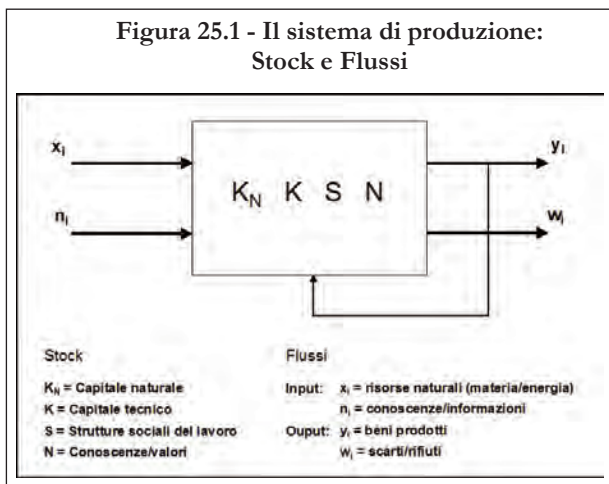
²⁰ Daly H.E., Farley J., (2003), *Ecological Economics: Principles And Applications*, Island Press, Washington DC

Mayumi K., (2001), *The Origins of Ecological Economics*, Routledge

²¹ Daly H.E. (1996), *Beyond Growth. The Economics of Sustainable Development*, Beacon Press, Boston

²² Costanza R., Daly H.E., (1992), *Natural capital and sustainable development*, Conservation Biology, 6, 37-46

²³ Berkes F., Folke C., (1992), *A system perspective on the interrelations between natural, human-made and cultural capital*, Ecological Economics, 5, 1-8



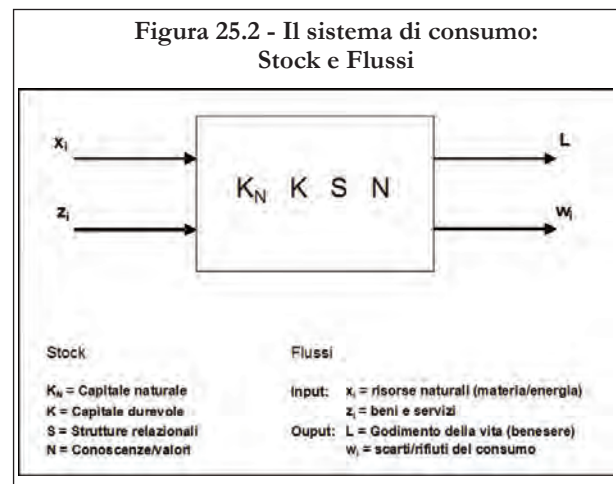
Il sistema del consumo (Figura 25.2) viene anch'esso descritto con un modello a stock e flussi²⁴. Gli stock coinvolti nel processo di creazione del benessere sono gli stessi che caratterizzano il processo di produzione: ecosistemi (K_N), ricchezza costituita dai beni durevoli posseduti dai *soggetti di consumo* (K), relazioni sociali (S) e insieme di conoscenze e valori (N).

Nonostante il ruolo del capitale naturale sia più evidente nel processo di produzione, sia come fonte di risorse che come agente di trasformazione, gli ecosistemi locali assumono un ruolo significativo anche dal lato della domanda. Infatti, una componente importante del benessere degli esseri umani deriva dallo stock K_N che già esiste e non richiede alcuno sforzo produttivo se non quello legato alla sua conservazione. La ricchezza K posseduta dai *consumatori* è costituita dai beni durevoli di cui essi possono disporre. Il capitale, generalmente visto come fattore della produzione, in questa prospettiva rappresenta una fonte di benessere per il godimento della quale è richiesto solo il modesto flusso di materia/energia necessario alla sua manutenzione. Lo stock S è costituito dalle strutture relazionali che concorrono alla soddisfazione di bisogni fondamentali. Lo stock relativo all'insieme di conoscenze e valori (N), se considerato in termini individuali, rispecchia la *struttura delle preferenze* del consumatore; in realtà questo insieme è la risultante della complessa interazione con gli altri soggetti, con i loro valori e le loro preferenze, con l'organizzazione della comunità cui appartengono e con la sfera della produzione.

I flussi in ingresso del processo di consumo sono le quantità di beni e servizi (z_i), generalmente provenienti dal mercato, e le risorse naturali (x_i) della biosfera. Il flusso in uscita è rappresentato dal godimento della vita (L), cui si aggiunge un output

di scarti/rifiuti (w_i) prodotto dalla degradazione entropica dei beni di consumo.

L'approccio sistemico alla teoria del consumatore, diversamente da quanto affermato dalla teoria neoclassica, evidenzia come i soli flussi di beni e servizi non siano in grado di produrre alcun benessere ma che è l'insieme di stock e flussi, e soprattutto la loro interazione, a originare il godimento della vita individuale e il benessere della collettività.



Pertanto, basandosi su questo modello teorico, una governance dei sistemi economici che si ponga come obiettivo il benessere di lungo periodo della comunità locale dovrebbe puntare al mantenimento e alla valorizzazione degli stock disponibili raggiungendo, allo stesso tempo, un livello di flussi compatibile con le condizioni di autosostenibilità del sistema. In altri termini, si tratta di mettere in campo delle scelte che mirino a un equilibrio *efficiente* fra processi di produzione e di consumo e a una scala del sistema produzione-consumo compatibile con la capacità di carico dell'ecosistema locale. Ovviamente si tratterà di una scala dinamica che, nel tempo, condurrà a uno sviluppo del sistema condizionato dalla disponibilità di tecnologie in grado di ridurre l'impiego di risorse per unità di prodotto e migliorare la capacità di riciclo degli scarti/rifiuti.

Questa prospettiva di governance dei sistemi economici impone il trasferimento a livello locale del controllo delle risorse e, di conseguenza, una profonda trasformazione della concezione stessa della prassi politica. In questa ottica diviene necessario specificare con chiarezza la scala del sistema locale: questa deve rappresentare la dimensione spaziale nella quale analizzare in modo diretto e verificabile le relazioni che esistono fra attività umane e disponibilità di risorse naturali e, allo stesso tempo, il luogo della decisione politica che, in virtù di un processo condiviso e parteci-

²⁴ Bonaiuti, (2008), op. cit.



pato, deve dimensionare i processi di produzione e di consumo per raggiungere il difficile equilibrio fra sostenibilità ecologica e benessere delle comunità²⁵.

Nella realtà sono molti gli esempi concreti che, pur non facendo riferimento diretto alla bioeco-

²⁵ Franco S., Blasi E., (2013), *Sistema economico, impatto ambientale e benessere sociale: una lettura territoriale*, Sinergie Rivista di studi e ricerche, n.90, pp.77-96

nomia o al modello stock e flussi, rientrano nella logica di un bilanciamento tra produzione economica e consumi il cui obiettivo è quello di stabilire relazioni di equilibrio ecologico tra uomo e natura, nonché di equità tra gli stessi esseri umani. Nei prossimi paragrafi saranno, pertanto, descritte alcune esperienze che, a vari livelli e per diverse scale territoriali, cercano di tracciare questi rapporti di equilibrio.

Una buona pratica: un modello possibile? Il progetto Eco Innovazione Sicilia e la Piattaforma regionale di Simbiosi Industriale dell'Enea*

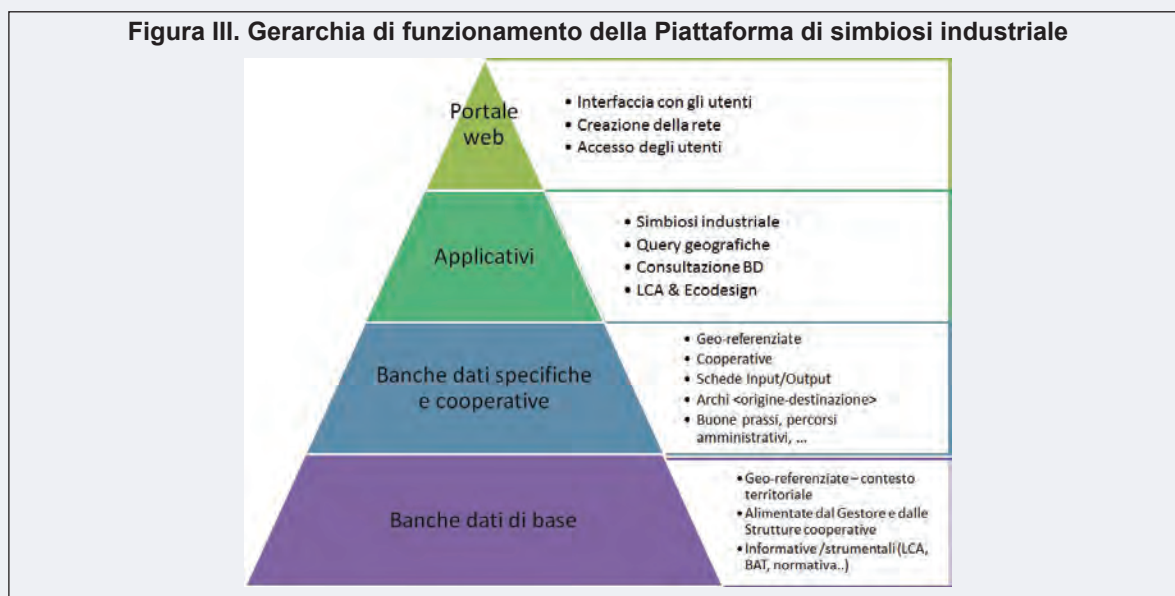
Il progetto *Eco Innovazione Sicilia* è finanziato dalla Legge finanziaria 2010 per interventi nelle Regioni del Sud Italia, tramite il Ministero della Istruzione, Università e Ricerca (MIUR) ed è svolto da Enea in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). La durata prevista è di tre anni: dal 2011 al 2014.

In particolare, tra le varie attività è compresa anche la realizzazione di una piattaforma regionale per la simbiosi industriale, implementata nel contesto della regione Sicilia. Obiettivo di questa piattaforma è far incontrare domanda ed offerta di risorse, secondo i principi della simbiosi industriale. Secondo questo approccio la simbiosi si può realizzare fra industrie dissimili che hanno interesse a trasferire risorse intese come materiali, rifiuti, sottoprodotti, energia, servizi e competenze.

La realizzazione di interventi di simbiosi tra imprese può portare sia a vantaggi di tipo economico (riduzione dei costi di approvvigionamento di materie prime ed energia; riduzione dei costi di smaltimento dei rifiuti; aumento di fatturato per la vendita di sottoprodotti; creazione di indotto legato alle sinergie tra imprese), sia a vantaggi di tipo sociale (nuovi posti di lavoro e/o salvaguardia di quelli esistenti; progresso scientifico/tecnologico; miglioramento delle problematiche socio-sanitarie legate alla cattiva gestione dello smaltimento dei rifiuti), sia a vantaggi di tipo ambientale (riduzione del consumo di risorse; riduzione delle emissioni inquinanti ed in particolare dei gas ad effetto serra, riduzione di rifiuti in discariche sul territorio).

La struttura della Piattaforma Regionale di Simbiosi Industriale si fonda su tre elementi:

- la interconnessione tra interlocutori tradizionalmente separati (rete);
- la conoscenza delle opportunità presenti sul territorio (banche dati), anche sulla base delle esigenze e delle caratteristiche specifiche di ciascun utente (banche dati cooperative). Le banche dati a loro volta sono di due tipi:
 - georeferenziate, su supporto GIS (Geographic Information System);
 - non georeferenziate.
- la disponibilità di competenze esperte in grado di cogliere e proporre soluzioni di simbiosi industriale (gestore della Piattaforma).



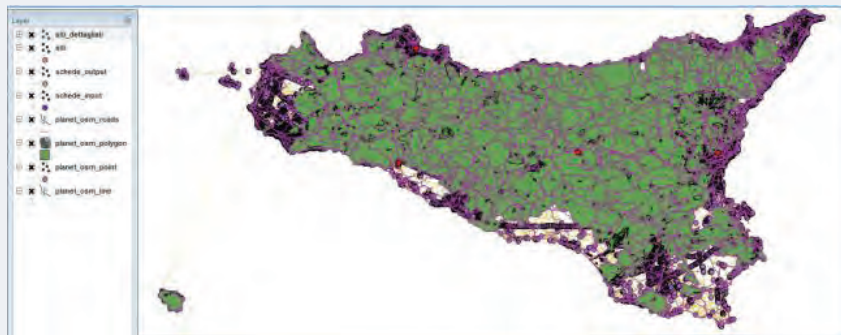
Fonte: www.industrialsymbiosis.it

La Piattaforma offre la possibilità, inoltre, attraverso strumenti informativi e di analisi, di supportare le imprese nelle scelte tecnologiche, strategiche e ambientali per un più efficiente utilizzo delle risorse ed, in generale, per l'applicazione delle tecnologie ambientali mediante alcuni strumenti ed applicativi tra cui: innovazione dei processi tecnologici eco-innovazione dei prodotti (LCA ed Ecodesign); supporto amministrativo e normativo sulle tematiche ambientali. La Piattaforma funziona attraverso la collaborazione tra gli utenti (le aziende, gli enti locali) e gli esperti che gestiscono ed implementano il Portale. Il sistema informativo, che costituisce la base conoscitiva, infatti, è sia uno strumento dinamico, cioè aggiornato periodicamente dal gestore; sia uno strumento cooperativo, cioè, alimentato anche con le informazioni specifiche fornite dagli utenti che si associano per utilizzarne i servizi.

Ad oggi le attività svolte sono state:

- l'avvio dei contatti in Sicilia per l'attivazione della rete degli interlocutori;
- la realizzazione e la registrazione del marchio *Symbiosis*;
- la realizzazione del sito web;
- la progettazione e la realizzazione dell'architettura informatica della Piattaforma, degli strumenti e la raccolta dati;
- la realizzazione e l'attivazione delle banche dati (normativa, Bref, BAT, buone prassi);
- la realizzazione delle diverse tipologie di utenti e la loro attivazione;
- la messa a punto delle schede di raccolta dei dati input-output da compilare da parte degli utenti associati;
- la piattaforma GIS e le funzioni correlate per la georeferenziazione degli utenti;
- la caratterizzazione e georeferenziazione degli impianti di trattamento in Sicilia, in particolare modo di quelli per RAEE (Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche) e plastiche;
- una prima raccolta di archi <origine, destinazione> di tipo <sottoprodotto, utilizzo produttivo> e viceversa che da un punto di vista tecnico descrivono i possibili utilizzi produttivi di sottoprodotti e scarti industriali e, nel caso opposto, i possibili input alternativi alle materie prime vergini provenienti da scarti industriali, rifiuti e/o sottoprodotti.

Figura IV. Estratto dall'interfaccia GIS con la localizzazione dei siti (utenti associati per siti produttivi) e le banche dati input-output ad essi relativi



Tra le molte iniziative svolte per la creazione di un network di stakeholder territoriali, si evidenziano in particolare quelle realizzate con la Regione Siciliana e con Confindustria Sicilia. Con l'Agenzia Regionale per i Rifiuti Sicilia, infatti, si è collaborato per il censimento degli impianti di trattamento rifiuti di primo e di secondo livello. Con Confindustria Sicilia, invece, dopo una serie di incontri preparatori, si segnalano, in particolare modo, due eventi realizzati a Palermo: il 4 giugno 2012, la firma di un Accordo Quadro per l'eco-innovazione dei sistemi produttivi (ivi compresa la simbiosi industriale); il 4 luglio 2013, l'incontro con i rappresentanti dei Confindustria a livello territoriale, in cui è emerso un significativo interesse verso la simbiosi industriale in generale e verso lo strumento della Piattaforma in particolare. Prima della conclusione del 2014, inoltre, in diverse città della Sicilia, sono previste una serie di workshop operativi con le aziende locali aderenti all'iniziativa, per raccogliere i dati, collaudare la Piattaforma e proporre le possibili sinergie tra le diverse imprese coinvolte.

* Per maggiori approfondimenti vedi Cutaia L. et al., (2013), *La simbiosi industriale negli indirizzi della Commissione Europea e l'esperienza Enea in Sicilia*, in rivista Enea Energia Ambiente e Innovazione, n. 5 settembre-ottobre, pagg. 86-94. Cutaia L., Landolfo P. e Morabito R., (2012), *Ecologia e simbiosi industriale*, in Sostenibilità dei sistemi produttivi. Strumenti e tecnologie verso la green economy, A cura di Cutaia L. e Morabito R., Enea, Roma



Produzione e consumo sostenibile

Il rispetto e la cura dell'ambiente in cui viviamo costituiscono elementi imprescindibili per una crescita sana ed inclusiva non solo della nostra economia, ma anche e soprattutto del nostro benessere e di quello delle generazioni che verranno. Lo sforzo che oggi si chiede alle persone, in quanto cittadini, e ai decisori politici, in quanto responsabili della buona gestione dei beni e dei servizi pubblici, è quello di cambiare direzione in fretta e senza ulteriori costi a carico della collettività e, soprattutto, senza ulteriori sprechi a danno del nostro ormai limitato patrimonio naturale.

Le decisioni vanno prese in fretta perché i cambiamenti climatici in atto non aspettano e non concedono tregua alle popolazioni colpite, ma vanno anche prese con lucidità, serietà e profonda responsabilità, perché non si tratta più di aggiustare semplicemente il tiro, ma, piuttosto, di invertire la rotta con decisione, per produrre risultati capaci di durare nel tempo, cercando di prevenire e non di curare un male ormai radicato. A guardare la situazione economica italiana attuale, potrebbe sembrare una impresa impossibile: eppure, se è vero che la crisi è un'opportunità, bisogna che tutti agiscano per coglierla, anche rischiando e mettendosi in gioco, ma sempre con intelligenza e apertura al confronto.

Di esempi, che rientrano in questa chiave di lettura, ce ne sono molti: comuni virtuosi, imprese private e associazioni che ogni giorno si impegnano per coniugare il proprio benessere anche economico con quello dell'ambiente, costituiscono modelli sempre più diffusi, che vanno ricordati, imitati e sostenuti.

L'attenzione dei consumatori alle etichette che accompagnano i prodotti, la scelta per il vero Made in Italy, il bisogno sempre più avvertito di essere informati dalle imprese sulle loro modalità di produzione, anche sul piano ambientale, etico e sociale, costituiscono chiari segnali del cambiamento in atto.

La salute, la qualità dei prodotti, i valori sui quali si fonda un'impresa, devono essere garantiti ai consumatori nel corso dell'intero ciclo produttivo, programmando le forme di comunicazione più idonee a soddisfare il bisogno di informazione di tutti i soggetti interessati con l'obiettivo di instaurare un rapporto di fiducia con gli stessi e conseguire un più ampio consenso.

Diversi sono gli strumenti cui le imprese ricorrono per comunicare con l'esterno: si tratta prevalentemente di iniziative provenienti dal basso, nel senso che le imprese stesse hanno codificato modelli di sviluppo non ancora previsti dalla legge, ma elaborati dalla prassi. Le certificazioni e i bilanci ambien-

tali si sono affermati, ricevendo anche i primi riconoscimenti sul piano legislativo, per il bisogno delle imprese virtuose di distinguersi sul mercato, affermando il loro prestigio e la loro capacità di produrre in modo sostenibile e socialmente etico, anche nel rispetto dei lavoratori.

Di fronte a questi atteggiamenti virtuosi bisogna rilevare purtroppo la presenza sul mercato di imprese che basano i loro guadagni su azioni scorrette, amplificate dal fenomeno della globalizzazione, che ha posto sullo stesso piano beni e servizi provenienti da qualsiasi parte del mondo favorendo quelli con il prezzo più basso, anche se di qualità discutibile e decisamente poco rispettosi dell'ambiente e della dignità delle persone.

La spinta alla delocalizzazione, dovuta alla presenza in Italia di una delle più elevate pressioni fiscali d'Europa e non solo, nonché alla maggiore efficienza delle infrastrutture e dei trasporti e al costo del lavoro più basso in altri Paesi, ha generato una perdita notevole di capitali economici, finanziari, intellettuali e naturali, provocando l'impoverimento dei luoghi come delle persone.

Il fenomeno della delocalizzazione ha causato, inoltre, un altro grave problema consistente nella commercializzazione di beni prodotti all'estero e offerti in vendita con la dicitura Made in Italy, per aver subito in Italia un'ultima trasformazione, ma difficilmente definibile *sostanziale*, come richiesto dal Codice doganale comunitario. I giudici della Corte di Cassazione hanno, infatti, riconosciuto in diverse sentenze gli aspetti della frode nel comportamento di chi presenta al pubblico i propri prodotti avvalendosi dei colori della bandiera italiana, delle espressioni Made in Italy o di altri segni, per prodotti che hanno un'origine diversa, per la evidente ragione che il consumatore è portato a credere che si tratti di un prodotto interamente realizzato in Italia.

Esistono settori, specie dell'artigianato, nei quali il nostro Paese ha saputo raggiungere una reputazione ineguagliabile, nonostante i molti tentativi di imitazione: il tessile, l'abbigliamento, il cibo, le automobili, le calzature, esprimono produzioni non solo di qualità eccellente, ma di talento, di creatività, di passione e di una grande esperienza radicata in una tradizione millenaria.

La qualità di questi prodotti, allora, non è solo frutto dei macchinari e delle attrezzature impiegati, ma anche e soprattutto, delle conoscenze e delle competenze maturate e tramandate da generazioni in diversi settori.

La delocalizzazione, allora, se può rappresentare un'occasione per consentire alle imprese in difficoltà di migliorare il fatturato e aumentare la produ-

zione, nel lungo periodo si rivela portatrice di danni notevoli. Si assiste, infatti, ad una perdita inestimabile di manodopera italiana, alla chiusura continua di botteghe artigianali e di esercizi commerciali, alla produzione in serie di merce scadente, alla impossibilità per le imprese di attrarre investimenti e di essere competitive, alla incapacità di offrire ai giovani un'attraente opportunità di lavoro. Questo stato di cose si traduce, inevitabilmente, in un malessere generalizzato che si esprime nel degrado sempre più diffuso delle zone interne e ora, sempre più spesso, anche delle città, e, inevitabilmente, nella povertà dell'intera collettività.

Occorre, allora, ripensare al rapporto tra impresa e territorio, tra impresa e comunità, tra impresa e ambiente, affinché la delocalizzazione sia sostituita dalla valorizzazione delle attività economiche nel territorio in cui sono nate. Il nostro Paese, tra l'altro, si caratterizza per la presenza di piccole e medie imprese che maggiormente soffrono la concorrenza delle grandi industrie europee, dalle quali sono spesso risucchiate. Tuttavia, sono proprio le PMI (Piccole e medie imprese) a garantire la qualità e la diversificazione dei prodotti e dei servizi perché conservano metodi tradizionali di produzione e soddisfano maggiormente le esigenze dei consumatori perché operando sul territorio conoscono i bisogni e le aspettative della propria comunità.

A tal riguardo, molte sono quelle imprese che, al fine di preservare e, possibilmente migliorare il rapporto di fiducia con i consumatori, hanno investito in attività dirette a valorizzare la qualità dei prodotti e a promuovere il carattere sostenibile dei processi produttivi, assumendo spontaneamente, senza alcun vincolo legislativo, un surplus di responsabilità, la responsabilità sociale d'impresa (RSI).

Il ricorso alla RSI esprime non solo l'intenzione delle imprese di superare i momenti di crisi e di resistere alle spinte verso la delocalizzazione, ma anche il bisogno di essere sostenute in un percorso complesso e costoso che richiede notevoli investimenti. Allo stesso tempo, la RSI rappresenta non solo un costo, ma anche un efficace strumento concorrenziale del quale l'impresa può avvalersi per distinguersi sul mercato. L'impresa che dimostri di rispettare, volontariamente, determinati standard ambientali e sociali, infatti, gode di diversi vantaggi per quanto riguarda l'accesso al credito, la partecipazione alle gare d'appalto, il miglior collocamento dei prodotti sul mercato, destinati ad essere scelti con maggior fiducia da parte dei consumatori, rassicurati da marchi e altri tratti distintivi che attestano il comportamento virtuoso dell'impresa.

L'adesione alla RSI non deve, dunque, costituire soltanto un onere che grava esclusivamente sulle imprese, ma dovrebbe diventare un vero e proprio modello di sviluppo utilizzato ed incoraggiato, in primo luogo, dalle pubbliche amministrazioni, per la capacità che esse hanno di orientare gli acquisti e gli investimenti nonché di attrarre i finanziamenti e rendere le imprese competitive.

In questo senso l'esperienza del Green Public Procurement (GPP) rappresenta un esempio emblematico della capacità delle pubbliche amministrazioni di farsi promotrici dello sviluppo economico e della tutela dell'ambiente.

I Comuni, in particolare, possono svolgere un ruolo davvero rilevante nel coniugare politiche di bilancio e rispetto dell'ambiente attraverso l'adozione di criteri minimi ambientali nelle gare d'appalto per la fornitura di beni e servizi, rappresentando in tal modo un punto di riferimento per la collettività, le imprese e il territorio. La capacità delle pubbliche amministrazioni di indirizzare le produzioni e gli acquisti in virtù del ruolo istituzionale da esse svolto, è tale da coinvolgere intere comunità e influenzare interi comparti produttivi. Si pensi alle dimensioni delle strutture pubbliche, al numero delle persone impiegate e alla quantità dei beni e dei servizi necessari per sostenere l'attività delle stesse. Si pensi, ora, alla differenza che può fare la scelta di una pubblica amministrazione che decida di fornire presso le mense di scuole, uffici e ospedali soltanto prodotti agroalimentari freschi e provenienti dal territorio locale rispetto ad un'altra istituzione pubblica che accetti, magari a costi più bassi, di stipulare contratti per l'acquisto di prodotti conservati, imballati e provenienti da altre Regioni o da altri Paesi.

Gli appalti pubblici verdi segnano pertanto una fase evolutiva, in termini di sostenibilità, della materia generale degli appalti. Sotto la spinta dell'Unione Europea, i Paesi Membri sono stati chiamati ad elaborare dei piani di azione nei quali indicare alle pubbliche amministrazioni le attività da compiere per rendere più verdi i loro acquisti. A ciò ha provveduto, nel nostro ordinamento, il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, di concerto con i Ministeri dell'Economia e dello Sviluppo Economico, i quali hanno adottato il Piano d'azione nazionale per il Green Public Procurement (PAN-GPP) nel 2008, provvedendo ad un suo primo aggiornamento nel 2013.

In particolare, il PAN-GPP individua i settori nei quali risulta necessaria una maggiore attenzione sotto il profilo ambientale e delega ad appositi decreti il compito di individuare i criteri minimi ambientali che devono essere recepiti dalle stazio-



ni appaltanti e rispettati dalle imprese offerenti in diverse fasi della procedura di gara. I criteri ambientali sono detti minimi perché costituiscono gli elementi di base per poter considerare sostenibile una data produzione. Ad essi si aggiungono i criteri premianti, i quali attribuiscono punteggi ulteriori in sede di aggiudicazione dell'appalto. Questi ultimi hanno la funzione di stimolare le imprese a ricercare soluzioni innovative sul piano delle tecnologie ambientali e ad orientare la domanda pubblica verso prodotti o servizi che producono il minor impatto possibile sull'ambiente nel corso dell'intero ciclo di vita del prodotto.

Ed è proprio in relazione al ciclo di vita dei prodotti che devono essere compiute le scelte di acquisto delle Pubbliche amministrazioni, al fine di osservare la resa dei beni non solo sotto il profilo della progettazione, della produzione, dell'uso e dello smaltimento, ma anche in relazione ai costi per la collettività. Da questo punto di vista si è, infatti, rilevato come l'appalto pubblico verde possa essere considerato *uno strumento di contenimento della spesa pubblica in quanto confronta non solo il costo di produzione del bene ma l'intero ciclo di vita, oltre a proporre un modello culturale di contenimento dei consumi e di dematerializzazione*²⁶.

Il coinvolgimento delle pubbliche amministrazioni produce, tra l'altro, numerosi effetti positivi che possono riassumersi nella capacità di esprimere un modello di comportamento da imitare e diffondere non solo nel contesto pubblico ma anche tra le imprese e i consumatori stessi. Infatti, gli acquisti pubblici giocano un ruolo di rilievo nell'economia nazionale, e pertanto sono in grado di orientare tanto la produzione quanto i consumi verso obiettivi di sostenibilità.

Gli appalti pubblici verdi sono espressione di una buona pratica che sta iniziando a diffondersi tra gli enti locali anche al fine di razionalizzare l'uso delle risorse naturali, le emissioni di gas a effetto serra (CO₂ in primis), l'uso di sostanze pericolose e la quantità dei rifiuti prodotti. Al fine di indirizzare l'azione delle pubbliche amministrazioni che agiscono su base volontaria, sono individuati i settori per i quali è auspicabile il ricorso all'appalto pubblico verde e sono fissati i criteri ambientali da applicare a ciascun settore.

In dettaglio, i settori particolarmente rilevanti sul piano degli impatti ambientali e dei volumi di spesa sono:

- a) Arredi (mobili per ufficio, arredi scolastici, arredi per sale archiviazione e sale lettura);
- b) Edilizia (costruzioni e ristrutturazioni di edifici con particolare riguardo ai materiali da

costruzione, e alla costruzione e manutenzione di strade);

- c) Gestione dei rifiuti;
- d) Servizi urbani e al territorio (gestione del verde pubblico, arredo urbano);
- e) Servizi energetici (illuminazione, riscaldamento e raffrescamento degli edifici, illuminazione pubblica e segnaletica luminosa);
- f) Elettronica (attrezzature elettriche ed elettroniche d'ufficio e relativi materiali di consumo, apparati di telecomunicazione);
- g) Prodotti tessili e calzature;
- h) Cancelleria (carta e materiali di consumo);
- i) Ristorazione (servizio mensa e forniture di alimenti);
- j) Servizi di gestione degli edifici (servizi di pulizia e materiali per l'igiene);
- k) Trasporti (mezzi e servizi di trasporto, sistemi di mobilità sostenibile).

A tali categorie sono destinate ad aggiungersi ulteriori settori, in vista del ruolo sempre più competitivo che assumono la produzione e il consumo in chiave green. Tra l'altro, il decreto del 2013, di aggiornamento del PAN-GPP, attribuisce rilievo anche agli acquisti pubblici che siano compiuti, oltre che a tutela dell'ambiente, anche nel rispetto della dimensione sociale, dedicando particolare attenzione alle modalità di prestazione del lavoro nelle attività di fornitura della pubblica amministrazione.

Effetti dei nuovi modelli di governance ambientale sul mercato del lavoro e sul sistema delle competenze

L'Europa si trova di fronte a profonde trasformazioni strutturali, in gran parte dovute alla adozione di politiche orientate allo sviluppo di un'economia verde, a basse emissioni di carbonio ed efficiente sotto il profilo dell'utilizzo delle risorse. La portata del cambiamento risulta già assai ampia ed è documentata da diversi studi²⁷ che descrivono come sia in atto il passaggio da un'economia basata su industrie pesanti legate al comparto manifatturiero a sistemi di produzione a minore intensità energetica e meno inquinanti. Questo processo di sostituzione produce conseguenze già osservabili sulla tipologia delle qualifiche e sulle competenze dei lavoratori, con la formazione di profili professionali nuovi o con l'integrazione dei profili attuali con nuove competenze.

Mentre vi è un sostanziale accordo nell'indicare tale processo come pervasivo, perché gradualmen-

²⁶ <http://www.minambiente.it/pagina/gpp-acquisti-verdi>

²⁷ OECD, (2011), *Green Growth Studies*

te tende ad interessare tutte le attività, risulta invece ben più difficile armonizzare stime e previsioni numeriche, soprattutto in relazione agli effetti della crisi su economia e occupazione²⁸. In questo senso, è importante segnalare che gli attuali strumenti classificatori delle attività economiche (ATECO) e delle professioni (NUP) seguono criteri che non consentono di cogliere a pieno mutamenti dei cicli produttivi e delle professioni che spesso occorrono all'interno delle stesse.

Le indagini condotte congiuntamente da Ilo (International Labour Organisation) e Cedefop (European Centre for the Development of Vocational Training) evidenziano comunque alcuni trend in atto²⁹:

1. La trasformazione verde delle occupazioni esistenti è da considerarsi un processo incrementale e continuo che riguarda tutte le professioni e i diversi livelli di skill esistenti;
2. Gli investimenti e le politiche energetiche e ambientali introdotti in Europa, comportano nel breve-medio periodo effetti di sostituzione tra settori e produzioni diversamente inquinanti ed energivori, con ricadute immediate sull'occupazione. Si tratta di cambiamenti strutturali che determinano un calo della domanda per alcune occupazioni e la crescita di altre più inerenti i settori verdi³⁰;
3. Il saldo occupazionale prodotto dal turn-over delle produzioni risulta comunque positivo ed è riconducibile alla crescita sia dell'occupazione diretta, nei settori direttamente coinvolti (beni e servizi per l'ambiente, fonti rinnovabili ed efficienza energetica) sia dell'occupazione indiretta, legata ad attività indirettamente collegate (acquisto di beni e servizi intermedi, semilavorati).

La Commissione Europea, definisce lavori verdi (green jobs) le occupazioni che dipendono dall'ambiente o sono create, sostituite o ridefinite (in termini di competenze, metodi di lavoro, profili verdi) nel processo di transizione verso un'economia più verde³¹.

Analizzando per settori, i lavori verdi trovano ampio spazio di crescita nelle cosiddette eco-in-

dustrie³², definite come industrie che si occupano della produzione di beni e servizi per la protezione dell'ambiente, dell'acqua, del suolo e delle attività direttamente legate ai rifiuti, al rumore ed agli eco sistemi. Indicativamente, si ha per l'Europa una cifra in costante crescita da qualche anno, che va da 2,4 milioni di occupati nel 2000 a circa 3,4 milioni nel 2012.

Il settore energetico rappresenta l'altro pilastro del greening, che offre opportunità occupazionali soprattutto nel campo dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili. Le stime europee parlano di 2 milioni di posti di lavoro per il 2020 per l'efficienza energetica, in particolare per le attività riguardanti il rinnovo del patrimonio edilizio, la certificazione dei dispositivi elettronici domestici ad alto rendimento, e i servizi avanzati alle imprese per misure di efficientamento e riduzione delle emissioni. Per le fonti energetiche rinnovabili le stime al 2020 sono di 3 milioni di occupati, soprattutto grazie allo sviluppo delle tecnologie per il solare, l'eolico e le biomasse³³.

Riguardo al sistema delle competenze, la transizione verde comporta l'emersione di alcune professioni nuove e la trasformazione di alcune delle vecchie figure professionali tramite l'integrazione e l'aggiornamento delle competenze. I *country studies* di Ilo e Cedefop hanno consentito di individuare alcuni tratti caratterizzanti il percorso del greening offrendo una panoramica dei principali skill necessari ad attuare politiche integrate d'investimento in formazione e innovazione³⁴. I cambiamenti strutturali legati alle politiche di decarbonizzazione, lo sviluppo di innovazioni tecnologiche e di nuove metodiche determinano la creazione di nuovi lavori. Tale aspetto va correlato ai diversi contesti nazionali ed al grado di maturità raggiunto dalle tecnologie.

Ad esempio l'attività di un tecnico nel settore degli impianti fotovoltaici può essere considerata una nuova professione in quei paesi nei quali la corrispondente tecnologia si trova ancora in una fase iniziale. Si parla invece di trasformazione verde di lavori esistenti quando vengono richieste nuove competenze a lavoratori impiegati in industrie preesistenti. Un esempio è fornito dagli occupati nell'industria automobilistica che si trovano a lavorare con tecnologie che utilizzano nuovi

²⁸ Green Paper, Restructuring and anticipation of change: what lessons from recent experience? COM(2012) 7

²⁹ ILO, Cedefop, (2011), *Skills for Green Jobs: A Global View*

³⁰ Green structuring secondo la definizione contenuta in ILO, Cedefop, (2011), *Skills for Green Jobs: A Global View*

³¹ Exploiting the employment potential of green growth, Commission Staff Working Document SWD(2012) 92. Per alcune definizioni e dati sui lavori verdi in Italia si segnalano i seguenti studi: GreenItaly 2013 (Symbola e Unioncamere), Ingegneri 2020 (Centro studi C.N.I., 2011), Il mondo produttivo e la Green Economy in Emilia Romagna (Ervet, 2010)

³² http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/_getdocument.cfm?doc_id=5416

³³ COM (2011) 31 final, *Renewable Energy: progressing towards the 2020 target*, available at: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0031:FIN:EN:PDF>

³⁴ Ranieri A. (Cedefop), (2012), *Nuove competenze professionali per vincere la sfida della green economy*, in Speciale sulla green economy, Energia, Ambiente e Innovazione, Enea, Roma



combustibili più efficienti. Le maggiori richieste riguardano le professionalità esistenti piuttosto che le professioni nuove o emergenti. Almeno in termini quantitativi, i bisogni di riqualificazione e adeguamento delle abilità e delle conoscenze nelle professioni attuali (*greening of existing occupation*), sono dunque più rilevanti dei fabbisogni di formazione iniziale o riconversione della manodopera per le professioni nuove o emergenti (*green occupation*).

Le imprese cercano lavoratori in possesso di competenze sia trasversali che specialistiche³⁵. Le competenze trasversali e generiche, come la conoscenza di base delle principali tecnologie, sul come contenere la produzione dei rifiuti, come migliorare l'efficienza energetica, saper lavorare in team multidisciplinari e saper comunicare, sono assai richieste.

Le competenze specialistiche, che possono essere in parte nuove, in parte derivanti da aggiornamenti di competenze preesistenti, sono invece indispensabili in alcuni settori. Il campo dell'efficienza energetica e della costruzione di abitazioni a zero emissioni, ad esempio, ha avuto un forte impulso dall'introduzione di nuovi materiali e tecnologie che richiedono competenze specifiche applicate anche a profili tradizionali.

Ciononostante, si registra in tutta Europa un calo diffuso degli iscritti nelle discipline tecnico-scientifiche, che determina la perdita di alcune tra le competenze tecnico-professionali più richieste³⁶. Per tale motivo la Commissione Europea sostiene il rilancio delle materie scientifiche soprattutto nelle aree definite STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica) nei settori ad alta intensità di tecnologia così come l'alfabetizzazione di base, numerica e matematico-scientifica necessarie a proseguire gli studi specialistici³⁷.

E' in questo senso che va letto l'impegno assunto dall'Italia, già a partire dal 2010, con la sottoscrizione dell'intesa sulle Linee guida per la formazione tra Governo, regioni e parti sociali che ha dato avvio ad una intensa stagione di cooperazione interistituzionale che ha portato ad un pacchetto articolato di dispositivi che ridisegnano di fatto i fondamentali delle politiche in materia di istruzione, formazione e lavoro.

Alla base del processo di riforma vi è la consapevolezza della necessità di valorizzare e riconoscere alla cultura tecnica e professionale pari dignità

rispetto alla formazione intellettuale e umanistica recependo in tal modo anche le raccomandazioni della Commissione sulla diffusione delle discipline STEM. E' in questo senso che vanno lette tutte le misure poste in essere volte a dare qualità a istruzione e formazione tecnica e professionale, in particolare quelle che privilegiano l'apprendimento in un contesto attivo (come ad esempio l'apprendistato, l'alternanza scuola-lavoro, i tirocini), nonché la valutazione degli apprendimenti *in situazione* in modo da rafforzare la trasparenza e la migliore informazione sui percorsi formativi al fine di migliorare l'incontro tra domanda e offerta di lavoro.

E' in questo rinnovato contesto, che in Italia il metodo di apprendimento *per competenze* esce dagli ambienti accademici e dall'ambito della sperimentazioni regionali e settoriali e diviene impegno condiviso e istituzionale di integrazione delle politiche di istruzione, formazione e lavoro in accordo con le linee di indirizzo tracciate dalla strategia di Europa 2020.

Tutta la formazione tecnica e professionale è stata quindi *ridisegnata* ponendo in risalto le competenze in esito ai diversi percorsi formativi e le connessioni con le filiere produttive³⁸ al fine di favorire l'incontro tra domanda e offerta di lavoro per i giovani in uscita dai percorsi di istruzione e formazione. A mero titolo di esempio si segnala che su 29 figure nazionali di riferimento degli Istituti tecnici superiori (formazione di livello terziario non universitario avviata nel 2011-2012) ben 14 sono connesse ai temi legati all'ambiente ed al risparmio energetico.

Nella fase di transizione, ad essere fortemente a rischio sono gli occupati nei settori ad alta intensità energetica e carbonica che risultano avere un'età media più elevata e basse qualifiche, due fattori che aumentano la difficoltà di un reinserimento lavorativo una volta che sono usciti dal mondo del lavoro.

La rapida evoluzione delle esigenze del mercato del lavoro, in particolare in relazione ai temi della sostenibilità ambientale, che vanno ben al di là dei settori direttamente interessati, richiede un approccio alla formazione che accompagni le persone lungo tutto l'arco della vita (*lifelong learning*). Nell'ambito delle iniziative finalizzate a realizzare, come

³⁵ [http://www.cedefop.europa.eu/etv/Upload/Projects_Networks/Skillsnet/Flashes/SkillsnetSF_GreenEco\(HR\).pdf](http://www.cedefop.europa.eu/etv/Upload/Projects_Networks/Skillsnet/Flashes/SkillsnetSF_GreenEco(HR).pdf)

³⁶ Cedefop, (2012), *Green skills and environmental awareness in vocational education and training*, Research Paper n. 24

³⁷ Commissione Europea, (2012), *Ripensare l'istruzione: investire nelle abilità in vista di migliori risultati socioeconomici*, COM(2012), 20 novembre

³⁸ Filiere produttive: insieme delle attività interrelate che si articolano lungo la catena del valore di un prodotto/servizio; comprende tutte le attività che concorrono alla creazione, trasformazione, distribuzione, commercializzazione e fornitura di quel prodotto/servizio. Può comprendere, inoltre, la rete delle attività professionali direttamente o indirettamente connessa alla filiera produttiva. Le filiere sono state individuate sulla base di una analisi svolta dal Ministero dello sviluppo economico e costituiscono un quadro di riferimento generale, senza vincoli definitivi stringenti, per costruire e articolare l'offerta formativa sul territorio

richiesto dalla Commissione Europea, un sistema istituzionalizzato per l'apprendimento permanente – avviato con il decreto legislativo n. 13 del 16 gennaio 2013 – occorrerà un profondo aggiornamento dei servizi per l'impiego affinché, attraverso servizi di consulenza mirati, siano in grado di supportare un reale processo di riqualificazione sia dei lavoratori espulsi dal mercato dal lavoro sia di coloro che, anche se ancora occupati, rischiano di perdere il posto di lavoro in assenza di interventi mirati ad una riconversione professionale.

Con l'impegno delle parti sociali e degli amministratori locali (in primis le regioni responsabili della programmazione delle politiche del lavoro e della formazione professionale) si dovrà avviare, inoltre, un confronto per rivedere ed integrare sia i profili formativi che quelli professionali contenuti nei contratti per consentire l'introduzione di meccanismi di riconoscimento delle qualificazioni acquisite, in contesti formali o in assetto lavorativo, anche con riferimento a nuove figure professionali.

Quale ruolo in questo contesto può essere attivamente esercitato dagli amministratori locali al fine di far fronte ai mutamenti in atto in un contesto congiunturale così impegnativo?

Può essere utile richiamare qui le linee di indirizzo formulate nell'Accordo di partenariato predisposto in vista della programmazione 2014-2020 dei fondi strutturali con riferimento all'Obiettivo tematico 8 Occupazione (Promuovere l'occupazione sostenibile e di qualità e sostenere la mobilità dei

lavoratori)³⁹.

In tale documento l'Italia si è impegnata ad adottare interventi integrati di politica attiva, passiva e di sviluppo industriale e territoriale tenendo conto delle indicazioni della Commissione Europea di focalizzazione degli interventi su determinati settori produttivi trainanti per i territori di riferimento e per la creazione di nuova occupazione.

L'attuale esperienza dimostra che per far fronte al verificarsi di crisi occupazionali, anche settoriali, la programmazione nazionale e regionale dovrebbe essere guidata da una migliore capacità di lettura dell'evoluzione dei territori, in termini di innovazione, valorizzazione del capitale umano, promozione dell'occupabilità, rafforzamento della capacità competitiva del sistema imprenditoriale, attraverso una corretta analisi ed un adeguato dimensionamento dei fabbisogni di risorse materiali, infrastrutture, servizi, competenze, in rapporto all'evoluzione della crisi e in coerenza con le strategie di sviluppo competitivo. I medesimi principi di integrazione e sinergia fra politiche di sviluppo e politiche attive del lavoro devono regolare la programmazione anche nel caso di misure di carattere preventivo, in risposta a situazioni di crisi non ancora conclamate, finalizzate ad intervenire tempestivamente sulle situazioni maggiormente delicate, scongiurando così il verificarsi di più gravi conseguenze e il rischio di cristallizzazione dei bacini.

³⁹ Testo del 15 luglio 2013

Buona pratica (possibile): l'apprendimento permanente e il sistema nazionale di certificazione delle competenze

Il decreto legislativo n. 13 del 16 gennaio 2013 definisce il sistema nazionale di certificazione delle competenze (in attuazione della legge di riforma del mercato del lavoro 92/2012) e sancisce il diritto all'apprendimento permanente, definendo norme generali e standard minimi di servizio validi per diversi contesti di apprendimento (formale, non formale e informale) e per i soggetti pubblici e privati che, a diverso titolo, sono competenti in materia di valutazione e rilascio di titoli, certificati e qualifiche.

Il provvedimento contiene un quadro definitorio e condiviso sulla materia; standard minimi di riferimento per la regolamentazione e l'erogazione dei servizi di validazione e certificazione delle competenze; istituisce il repertorio nazionale dei titoli di istruzione e formazione e delle qualificazioni professionali e stabilisce gli standard degli attestati e dei certificati spendibili a livello europeo, in coerenza con quanto previsto dal Quadro Europeo delle Qualificazioni.

Sempre in attuazione di quanto previsto dalla Legge 92/2012 di riforma del mercato del lavoro il 20 dicembre 2012 è stata sancita un'intesa in Conferenza Unificata sull'apprendimento permanente, che incentra la propria strategia sulla promozione e il sostegno alla realizzazione di reti territoriali di servizi integrati di istruzione, formazione e lavoro. Tale intesa rappresenta un'utile base per il consolidamento e l'avanzamento in materia di raccordo tra territorio, sistemi produttivi e sistemi dell'offerta di istruzione e di formazione.

L'intesa sull'apprendimento permanente è accompagnata, inoltre, da un accordo sull'orientamento permanente che impegna le parti a definire linee di indirizzo per mettere a sistema, superandone l'attuale frammentarietà, azioni, pratiche e servizi di orientamento.





Il turismo

Alessandro Caramis, Adriano Ciani, Francesca Cubeddu, Anna Rosa Montani, Laura Padovani, Rita Salvatore

Il turismo: tra opportunità di sviluppo e degrado del territorio

Il turismo internazionale, nonostante la congiuntura sfavorevole iniziata dal 2008, continua ad essere una delle principali voci dell'economia mondiale alla quale qualsiasi amministrazione locale presta una particolare attenzione. Le statistiche dell'Omt (Organizzazione Mondiale del Turismo) confermano una crescita vigorosa di questo settore sia in termini di arrivi che di introiti: secondo i dati diffusi, il comparto turistico ha vissuto nel 2012 un anno di ulteriore rafforzamento internazionale che ha toccato quota 1,035 miliardi, con un incremento pari al 4% rispetto all'anno precedente. In questo scenario l'Europa si conferma come l'area che ha attratto il maggior numero di turisti (534,6 mln), seguita da Asia (233,6 mln), Americhe (163,1 mln), Africa (52 mln) e Medio Oriente (51,9 mln). L'Italia in particolare, continua ad essere una delle destinazioni turistiche più frequentate collocandosi al quinto posto per gli arrivi internazionali con 46,4 milioni di arrivi e al sesto posto per le entrate valutarie¹. In realtà, anche se questi dati sono senza dubbio positivi, alcuni segnali mettono in evidenza problemi aperti: il primo riguarda il vantaggio della Spagna che si trova al quarto posto in quanto riesce evidentemente a gestire meglio il settore in termini organizzativi e promozionali, mentre i tre paesi in testa alla classifica, Francia, Stati Uniti e Cina, sono tali per tradizione consolidata o per dimensioni; il secondo riguarda le ragioni del lungo plateau negli arrivi fra il 2000 e il 2005, che ha inciso più del successivo periodo di grande recessione. Queste anomalie indicano punti specifici su cui focalizzare sforzi di sviluppo e miglioramento, come si conviene ad un paese che è leader per quantità e qualità di beni culturali e per la presenza di ecosistemi antropici pregiati. Secondo le stime del Wttc², nel 2013 il turismo in Italia ha avuto un'incidenza sul PIL del 10,3%, occupato diretta-

mente e indirettamente circa 2.681.000 unità ed ha avuto un'incidenza sull'intera economia nazionale dell'11,7%.

Sebbene, alla luce di questi dati, il settore turistico sia uno dei principali settori economici al quale le Amministrazioni Locali aspirano per lo sviluppo della propria comunità, uno dei principali problemi che si nascondono dietro dichiarazioni di principio quali: *dobbiamo puntare sul turismo*, oppure *occorre rilanciare il turismo*, o ancora in termini più radicali, *possiamo vivere di solo turismo*, è che dietro tali buoni propositi, possono esserci alcune idee sbagliate su cosa intendere per sviluppo del turismo. L'ottimismo suscitato dalle potenzialità di sviluppo economico del settore turistico sul territorio ha contribuito nel tempo a rafforzare la errata convinzione nei decisori politici che le modifiche causate dai turisti e dalle infrastrutture loro necessarie fossero abbondantemente compensate in termini di occupazione e di reddito, ed ha fatto passare in secondo piano il riconoscimento dei possibili risvolti negativi che il turismo può avere³.

Per un'Amministrazione Locale puntare acriticamente ad attrarre flussi turistici nazionali ed internazionali nel proprio territorio, senza valutarne le conseguenze positive e negative, sperando che il turismo possa risolvere come una *bacchetta magica* buona parte dei problemi, economici, occupazionali, ambientali, sociali, porta a generare sul piano decisionale errori molto comuni. Il cambiamento di mentalità e di visione rispetto a cosa si deve intendere per sviluppo del turismo e come va inquadrata questa possibile strategia nello sviluppo di un territorio rappresenta pertanto l'obiettivo principale di questo capitolo.

Riuscire a intercettare flussi turistici nazionali ed internazionali, coniugare il rispetto e la salvaguardia dell'ambiente e una giusta redistribuzione di benefici per la comunità locale non è sempre automatico e questo può comportare per il decisore politico

¹ UNWTO World Tourism Barometer – Agosto 2013

² Travel & Tourism Economic Impact Italy, 2013

³ Montani A.R. (a cura di), (2005), *Messer Milione... Internet. Territorio, turismo, comunicazione*, Liguori, Napoli

problemi in termini di peggioramento ambientale. Spesso gli amministratori locali per attrarre o incrementare flussi turistici tendono a favorire la creazione di opere infrastrutturali, come porti e aeroporti, anche in presenza di una precaria sostenibilità ambientale. Il risultato è che le località che pianificano uno sviluppo turistico, iniziale o di rilancio, senza considerare questi aspetti rischiano di ritrovarsi sul territorio infrastrutture inutilizzate, con evidente sperpero di denaro pubblico e danni all'ambiente.

Il turismo si presenta quindi come un fenomeno ambivalente: da un lato in grado di contribuire allo sviluppo economico e dall'altro possibile causa di degrado. La necessità di conoscere gli impatti del turismo e i modi attraverso cui è possibile prendere buone decisioni in merito è condizione *sine qua non* per orientare il decision-maker verso un turismo sostenibile o meglio ancora per passare dal cosiddetto *sviluppo del turismo* ad un vero e proprio *turismo dello sviluppo*⁴.

Gli impatti ambientali sul territorio e sulla popolazione del turismo

Il fenomeno turistico è sovente causa sia di impatti di carattere ambientale attraverso cambiamenti che interessano direttamente il territorio, che di impatti di carattere socio-culturale, che coinvolgono direttamente le popolazioni. Per quanto riguarda il territorio:

- Pressione sulle risorse naturali. Provocano danno agli ecosistemi e agli habitat: le sorgenti d'acqua, il suolo, il paesaggio, l'atmosfera, le risorse marine, le risorse locali. Per l'acqua ci si riferisce all'uso smodato di acqua per la gestione degli alberghi, delle piscine, dei campi da golf che può provocare deficit idrici considerevoli. Per il suolo si fa riferimento al fatto che il turismo può causare erosione di dune e del suolo, oltre che alla presenza di infrastrutture che possono contribuire al degrado paesaggistico. I danni all'atmosfera sono dovuti a minacce alla qualità dell'aria connesse ai trasporti. Le risorse marine possono subire danni per impatti sulla costa e sulla fauna marina, alterando l'equilibrio biologico locale. Le risorse locali possono essere intaccate dalla richiesta di maggiore energia o acqua esercitando una forte pressione sulla disponibilità in loco delle risorse.
- Inquinamento e disastri. I rischi maggiori sono dovuti al pericolo di contaminazioni

dovute alla formazione di rifiuti solidi e liquidi e alla produzione eccessiva di acque di scolo, contaminazione delle acque marine e delle coste, inquinamento dell'aria a causa dei mezzi di trasporto e degli impianti di condizionamento, inquinamento acustico.

- Pressioni sociali e culturali. Sono gli effetti diretti al disturbo del modo di vita dei locali e delle loro strutture sociali, soprattutto sotto forma di comportamenti avversi alle pratiche tradizionali. Problemi, inoltre, possono nascere dalla erosione delle risorse locali in assenza di una condivisione dei benefici, soprattutto economici, del turismo⁵.

Oltre che a provocare impatti di natura ambientale il turismo, per sua stessa natura, tende a porsi come un importante fattore potenziale di impatto sociale. Premettendo che questa dimensione di impatto sarà diversa da destinazione a destinazione è possibile affermare che i più comuni impatti del turismo riguardano:

- *L'immagine della destinazione*. Il marketing e la pubblicità di una destinazione turistica rappresentano un'opportunità per veicolare l'immagine di una comunità ma possono rafforzare stereotipi, pregiudizi e luoghi comuni che si hanno su di essa. Questo fenomeno è definito come *etichettamento* della tradizione. La folklorizzazione di feste, la spettacolarizzazione e manipolazione di manifestazioni e riti tradizionali, la mercificazione dei prodotti artistici e culturali sono i pericoli principali in cui una comunità può incorrere quando punta a valorizzare le risorse e le culture locali nella sola ottica dello sviluppo del turismo.
- *Lo sfruttamento delle persone vulnerabili*. E' un impatto direttamente legato alla necessità rivendicata di tagliare i costi del lavoro, ledendo la qualità e la dignità professionale dei lavoratori che operano nel turismo. Dietro queste scelte si aggiungono molte zone d'ombra che nascondono tra i lavoratori del settore un lavoro grigio e irregolare. Questo problema può riguardare manovalanza sia autoctona sia straniera, inquadrata generalmente nei servizi di pulizia, cucine, bar, ristorante, accoglienza.
- *La capacità di considerazione*. La crescita del turismo su un'area può provocare una forte divisione dello spazio in una determinata area al punto di individuare da una parte zone turistiche ad alta qualità di servizi e dall'altra zone dove la qualità peggiora destinate ai locali. Si viene a creare, di conseguenza, nella comunità locale una spac-

⁴ Savelli A. (a cura di), (1998), *Alla ricerca di nuovi spazi per il turismo*, in Spazio turistico e società globale, Franco Angeli, Milano

⁵ Montani A.R. (2005), *op.cit.*, pp.181-182

catura tra coloro che vivono di turismo ed il resto della comunità che tende a vedere i turisti come intrusi ed il turismo un ostacolo anziché un fattore di sviluppo. L'espulsione delle attività artigianali dai centri storici delle città, l'innalzamento del valore immobiliare e dei costi delle zone ad alto tasso turistico, i problemi legati alla *movida* notturna, l'occupazione di suolo pubblico con tavoli e sedie da parte di attività ricettive e ricreative per la somministrazione di alimenti e bevande, sono solo alcuni degli esempi degli impatti negativi sulla popolazione locale. Sono da considerare, accanto agli effetti sociali, anche gli effetti più specificamente culturali, soprattutto in presenza di minoranze etniche, linguistiche, religiose, alimentari, persino giuridiche in caso di ordinamenti particolari, come ad esempio le università agrarie.

- *Problemi relativi alla localizzazione di costi-benefici.* Se gli interessi degli operatori del turismo prevalgono sugli interessi locali si produce iniquità nella distribuzione dei benefici e dei rischi dello sviluppo turistico a vantaggio di grandi marchi e *tour operator* che sfruttano manodopera a basso costo e massimizzano i profitti senza avere alcuna responsabilità per il territorio nel quale sono localizzate le loro attività. Contemporaneamente operatori economici locali e popolazione residente vedono diminuire costantemente il loro tenore di vita e la loro capacità di produrre profitto⁶.

Il turismo sostenibile: una definizione operativa

La base del turismo è rappresentata da risorse naturali e risorse storico-artistiche. Il turismo può essere stimolato da beni intangibili, come musica e arti recitative, e tangibili come gastronomia/enologia. La capacità di usare tali risorse entro i limiti della loro rigeneratività e della loro preservazione, costituisce un obiettivo fondamentale per una località che intenda puntare sullo sviluppo del turismo.

Il successo duraturo di una destinazione turistica dipende in gran parte da un ambiente pulito. Le destinazioni un ambiente che non offrono condizioni ambientali di questo tipo sono destinate a soffrire un declino dal punto di vista del turismo. Bisogna pertanto pensare al turismo in termini di sostenibilità perché il turismo è un modello di sviluppo economico, e come tale va oggi considerato alla luce dei principi di sostenibilità dello sviluppo, il che si

gnifica che non deve compromettere il presente e il futuro delle popolazioni locali.

Sulla base di quanto è stato detto per la sostenibilità economica (vedi Capitolo 25), un modello di turismo sostenibile dovrebbe allora essere fondato su attività che:

- si sviluppano in modo tale da mantenersi nel tempo senza alterare l'ambiente e senza ostacolare lo sviluppo di altre attività economiche;
- operano per la rigenerazione e la produttività futura delle risorse;
- riconoscono il contributo delle popolazioni, dei loro costumi e dei loro stili di vita;
- accettano un'equa distribuzione dei benefici economici che derivano dalle proprie attività;
- sono guidate dalle aspirazioni delle popolazioni locali.

Ciò significa che il turismo sostenibile dovrebbe considerare almeno tre livelli, mantenendo:

- Una *capacità di carico ecologica* come limite esprimibile concretamente con un numero di visitatori oltre il quale le risorse ambientali della destinazione risultano danneggiate (degrado di un ecosistema o di un monumento);
- Una *capacità di carico economica* come limite oltre il quale la qualità della vita si riduce drasticamente al punto da determinare una contrazione della domanda e di conseguenza delle attività nate per soddisfarla;
- Una *capacità di carico sociale* che rappresenta il limite oltre il quale la qualità della vita si riduce drasticamente al punto da determinare una contrazione della domanda e di conseguenza delle attività a monte nate per soddisfarla⁷.

Queste considerazioni sono riportate in molte Carte del turismo dal 1995 a oggi che definiscono le linee guida per il turismo sostenibile⁸. In sintesi un turismo sostenibile dovrebbe:

- incoraggiare la comprensione degli impatti del turismo;
- assicurare una giusta distribuzione fra costi e benefici;
- generare occupazione per le comunità ospitanti direttamente e nell'indotto;
- stimolare il profitto nell'industria di accoglienza, dei trasporti, dell'artigianato e dei servizi;
- generare scambi ed immettere capitale nell'economia locale;
- diversificare l'economia locale, soprattutto in

⁷ Le considerazioni svolte sono tratte da Montani A.R. (2005), op.cit.

⁸ Tra le più importanti: la Carta di Lanzarote del '95, la Dichiarazione di Berlino del '97, Dichiarazione di Calvià '97, Dichiarazione di Montreal '96, WSSD Implementation Plan 2002, Dichiarazione di Quebec 2002, Dichiarazione di Djerba 2003, WTO 2005

⁶ Carta Unesco, Nairobi 1976



- aree rurali a capacità occupazionale sporadica o insufficiente;
- coinvolgere nelle decisioni tutti i segmenti della società a partire dalla popolazione locale;
- creare servizi di svago utilizzabili dalla comunità locale come dai visitatori;
- incoraggiare e contribuire alla conservazione dei siti archeologici, dei palazzi e dei quartieri storici;
- incoraggiare un uso produttivo di aree marginali per l'agricoltura permettendo la conservazione redditizia di aree verdi;
- accrescere la considerazione della comunità locale e fornire maggiori opportunità per la comprensione e la comunicazione tra i popoli.

Nonostante le carte internazionali siano molto attente agli aspetti sociali della sostenibilità, la legislazione europea si è soffermata soprattutto su provvedimenti volti a controllare le pressioni ambientali e il rispetto della biodiversità, attraverso indirizzi quali il controllo della pianificazione territoriale, il maggior scaglionamento delle vacanze estive, la gestione del traffico, la diversificazione dell'offerta, l'attuazione ed il controllo delle norme ambientali, la creazione di zone tampone, l'emana-zione di norme sulle costruzioni. In linea con gli indirizzi europei, anche la legislazione italiana⁹ enfatizza gli aspetti ambientali in termini di protezione e di conservazione ma prevede una serie di azioni tra cui la creazione di un Osservatorio Nazionale sul Turismo¹⁰, lo sviluppo promozionale di marchi di qualità¹¹, l'istituzione di premi turismo e ambiente¹² e il sostegno a campagne di sensibilizzazione delle popolazioni locali e dei turisti. Sono inoltre previsti il potenziamento delle misure di controllo della pianificazione territoriale per la lotta all'edilizia abusiva soprattutto su ambienti particolarmente fragili.

In ambito normativo, la Legge Quadro sul Turismo n.135 del 2001/¹³ è la principale cornice di riferimento all'interno della quale viene delineata una politica globale che comprende sia la qualificazione e il rispetto del territorio che le necessità dei turisti. L'elemento di novità di questa legge, oggi poco o malamente applicata, riguarda il riconoscimento dei

⁹ Legge 29 Marzo 2001, n.135 Riforma della legislazione nazionale del Turismo

¹⁰ <http://www.ontit.it/ont/>

¹¹ Tra questi le Certificazioni Ambientali per impianti o aree che si sottopongono volontariamente a procedure di verifica di parametri ambientali: EMAS, UNI ESO ISO, Ecolabel,

¹² Vedi l'istituzione da parte dell'Unione Europea della Bandiera Blu, per quei litorali che presentano livelli elevati di qualità dell'acqua di balneazione e della Bandiera Arancione, assegnata dal Touring Club ai centri minori che si adeguano ai parametri espressi da un Modello di analisi territoriale

¹³ Per consultare la legge quadro vedi: <http://www.camera.it/parlam/leggi/011351.htm>

Sistemi Turistici Locali (STL). Per essi si intendono: i contesti turistici omogenei o integrati, comprendenti ambiti territoriali appartenenti anche a Regioni diverse, caratterizzati dall'offerta integrata di beni culturali, ambientali e di attrazioni turistiche, compresi i prodotti dell'agricoltura e dell'artigianato locale o dalla presenza diffusa di imprese turistiche singole o associate.

L'istituzione dei STL rappresenta un primo esempio di intervento pubblico volto a riqualificare i territori e migliorare le possibilità di accesso e valorizzazione del patrimonio ambientale, culturale e agricolo dei luoghi in un'ottica di sviluppo locale.

Per concludere, la condizione sine qua non per prendere buone decisioni, che diano vantaggi alla comunità locale nel breve-medio periodo consiste principalmente in un cambiamento di atteggiamento e di mentalità del decision-maker. Occorre avere consapevolezza che il turismo è tanto più forte quanto più si riesce a salvaguardare l'ecosistema e gli altri settori dell'economia locale. In questo modo il turismo non rappresenta più una bacchetta magica ma un'opportunità di sviluppo locale di un territorio in uno scenario sostenibile dal punto di vista ambientale, sociale ed economico.

L'Italia trarrebbe un forte beneficio da un cambiamento di approccio allo sviluppo turistico. Coniugare la diffusione spaziale del turismo con la possibilità di disporre di pacchetti integrati, porterebbe indubbi vantaggi. I due obiettivi potrebbero essere perseguiti attraverso:

- Selezione di opportune destinazioni turistiche di diverso tipo meno frequentate o comunque tali da poter essere visitate congiuntamente in un singolo viaggio;
- Censimento e analisi degli alloggi, strutture di ricevimento e assistenza, disponibilità di trasporti;
- Preparazione di pacchetti turistici integrati, ad esempio, un soggiorno in un centro storico, seguito da una visita a un sito ambiente naturale, seguito da un soggiorno in una località con caratteristiche ricreative, a seconda delle disponibilità locali;
- Definizione e impiego di incentivi per favorire la localizzazione di attività tradizionali e artigianali e dei loro punti di vendita nelle aree pilota, integrandole o avvicinandole alle strutture turistiche principali;
- Organizzazione di punti gastronomici ed enologici e percorsi di degustazione di cibo tradizionale e salutare;

- Organizzazione di attività sportive, ecoturismo, visite guidate, eventi culturali, parchi a tema;
- Pianificazione generale e specifica dei servizi turistici.

Incentivi potrebbero anche favorire la riallocazione nello stesso distretto di istituti di ricerca e campus di istruzione superiore, di industria e centri di ricerca industriale *verde e soft*.

A livello internazionale, l'informazione, le tariffe, la pubblicità e le facilitazioni dovrebbero favorire la conoscenza, attrattività e scelta da parte del cliente per i pacchetti. Inoltre, il cambiamento demografico in atto suggerisce di aumentare la qualità dei servizi turistici tenendo conto delle esigenze della popolazione considerando che entro il 2020, le persone di età superiore ai 65 anni dovrebbero rappresentare il 20% della popolazione mondiale, con particolare interesse al tempo libero e specifiche richieste in materia di mobilità, cibo, assistenza.

Un altro gruppo demografico, di rilevanza per il turismo, sono i giovani. Infine, un gruppo sempre più importante è quello costituito dai turisti dei mercati emergenti che presentano richieste di condizioni di ospitalità e di comunicazione culturale particolari.

Un ulteriore fattore da considerare è rappresentato dai cambiamenti climatici con effetti attesi sulla stagionalità dei viaggi, la disponibilità di zone turistiche marine e di montagna, il consumo di energia, le modificazioni degli ambienti naturali¹⁴.

Il turismo come opportunità di sviluppo locale

Nel corso degli ultimi decenni, e soprattutto a partire da quel particolare momento in cui è stata riconosciuta l'importanza degli aspetti territoriali nell'ambito dei sistemi socio-economici, sviluppo locale e turismo hanno assunto i caratteri di un binomio quasi indissolubile, soprattutto sul fronte del *dibattito pubblico*. Se per un verso lo sviluppo locale ha rappresentato il campo di applicazione privilegiato di strategie economiche orientate alla valorizzazione delle *local amenities*, dall'altro il turismo è stato considerato come il mezzo più confacente al raggiungimento di un certo grado di sviluppo locale, al punto tale da divenire una sorta di *panacea*, in grado di colmare i più complessi gap dell'economia neo-liberista soprattutto in termini di competitività tra territori.

Tenuto conto delle molte e svariate possibilità di

configurazione che questo binomio può assumere quando calato nei diversi contesti, si potrebbe affermare in modo più generale che il turismo, soprattutto in quelle aree in cui l'ambiente naturale è particolarmente sensibile, potrebbe effettivamente rappresentare una opportunità di sviluppo locale ma soltanto nella misura in cui si trasforma in strumento che, trasversalmente agli altri settori economici, riesce a calare su scala locale i suoi probabili percorsi di crescita. Ciò significa puntare su dimensioni più prossime alle esigenze e ai bisogni espressi dal territorio, ossia su dimensioni che rinunciano ai benefici del turismo *mainstream*, quello delle grandi omologazioni per intendersi, a tutto vantaggio di una maggiore focalizzazione sulle singole specificità, sulla conservazione dell'ambiente, sul rispetto dei paesaggi, sulla qualità e sulla inalienabilità degli elementi attrattivi.

Il settore turistico può fungere da supporto allo sviluppo locale quando, in senso assolutamente interconnesso, genera un circolo virtuoso tra attivazione del capitale ambientale territoriale e promozione della ospitalità. Una società che non è in grado di rendere attive, anche economicamente, le risorse locali che ha in dotazione, difficilmente potrà trasformarsi in una società veramente ospitale. Nello stesso tempo, una località con molti posti letto disponibili, seppur dotata di efficienti servizi turistici, ma debole sul fronte delle economie locali e delle *local amenities*, difficilmente potrà realizzare uno sviluppo sostenibile durante l'intero arco dell'anno e durevole nel tempo. Per tali ragioni, il turismo può effettivamente divenire uno dei motori trainanti delle attività che generano benessere a livello locale, ma solo se diviene l'ago della bilancia tra la salvaguardia delle risorse ambientali e il rilancio in senso multifunzionale delle economie locali. Esso implica quindi l'adozione di pratiche di gestione e di organizzazione del territorio che comportano un beneficio per i sistemi produttivi proprio attraverso la conservazione dei patrimoni ambientali. La qualità dell'ambiente, infatti, può determinare la qualità dell'esperienza turistica; parimenti, un turismo poco organizzato territorialmente non può contribuire allo sviluppo sostenibile della economia locale.

È chiaro a questo punto che la chiave di volta dell'intero processo è rappresentata dal ruolo attivo che devono svolgere le comunità locali. Gli attori sociali presenti sul territorio (amministratori, operatori turistici, operatori culturali, agricoltori, cittadini) sono gli unici in grado di attivare il processo di costruzione del prodotto turistico-ambientale attraverso l'individuazione di una serie di componenti valide ad alimentare e a supportare la catena del valore turistico. Come ogni altro settore economi-

¹⁴ <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/EAI/anno-2012/n.-1-gennaio-febbraio-2012-1/turismo-sostenibile-per-i-beni-culturali-e-naturali>



co, infatti, anche il turismo deve essere inteso come frutto di processi produttivi nel corso dei quali i materiali grezzi vengono assemblati, promossi e offerti al consumatore. È fondamentale perciò promuovere la collaborazione tra i diversi stakeholder e la partecipazione degli stessi al processo decisionale. Uno strumento utile in questo senso è rappresentato dal *Community-Led Local Development*, che la stessa Commissione Europea sta adottando come metodologia unica di riferimento nell'ambito della propria politica di coesione per il periodo 2014-2020. Questo metodo, assegnando un'importanza centrale ai bisogni locali, primari, economico-commerciali e socio-culturali, e al potenziale di sviluppo, viene portato avanti attraverso delle strategie locali integrate e multisettoriali con basi finalizzate a favorire in via prioritaria dei processi di crescita più inclusivi.

Perché questi principi non rimangano confinati nell'universo degli *assiomi* e/o dei buoni propositi, è necessario inoltre elaborare e portare avanti azioni coerenti. Una qualche linea di indirizzo potrebbe essere conseguita sulla base dei principi insiti nella riproduzione del capitale ambientale-territoriale.

Il primo e più importante principio è costituito dalla *integrazione*. Il capitale ambientale-territoriale che supporta il turismo nei processi di sviluppo locale è costituito da un insieme integrato di differenti assetti che, per confluire in una unica catena di valore, quella turistica, e verso un comune obiettivo di sviluppo, devono poter trovare modalità di interazione ed integrazione. Per esempio, perché il patrimonio naturalistico possa divenire uno dei fattori di attrazione turistica di un territorio è necessario che le guide turistiche cooperino con gli accompagnatori, i quali, a loro volta, dovranno essere in contatto non solo con gli albergatori, ma anche con gli operatori culturali che saranno in grado di arricchire di contenuti le attività turistiche. Nello stesso tempo i ristoratori potranno avvalersi della collaborazione dei produttori locali per promuovere le colture autoctone.

Il secondo principio, strettamente correlato al primo, è rappresentato dalla *relazionalità*. L'interazione e l'integrazione alla base del processo mettono in luce la natura relazionale della territorialità e delle risorse che ne sono espressione. Non tutti i caratteri di un territorio possono risultare confacenti ad uno sviluppo turistico di successo, né la loro promozione avrà lo stesso tipo di esito nel corso del tempo, cioè a prescindere dal contesto temporale e culturale. Il capitale ambientale-territoriale evidenzia perciò un aspetto bifronte che è insieme oggettivo e soggettivo: composto da risorse materiali, per lo più immobili, patrimonio naturalistico, beni storico-architettonici, da risorse immateriali alcune delle

quali immobili, tradizioni culturali, saperi locali, biodiversità e da altre mobili, quali capitale umano, lavoro specializzato. Da una parte quindi abbiamo un insieme di patrimoni intesi come dotazione locale di risorse e dall'altro, per favorire la valorizzazione turistica, si ha il bisogno di affiancare a queste risorse soggetti che selezionano, interpretano, attivano e promuovono l'insieme.

Si tratta infine di comprendere quali sono i campi investiti da un interesse turistico e favorire il processo di integrazione delle diverse forme di capitale. Nel caso di forme di turismo particolarmente sensibili alle tematiche ambientali, questi potrebbero essere sintetizzati, per semplicità di rappresentazione, in quattro pilastri fondanti che in qualche modo si richiamano ai principi della sostenibilità.

1) *Capitale ambientale, favorito attraverso un'equità interspecie*. Come noto, l'ambiente è il frutto dell'interazione tra il genere umano e le altre specie. Perciò è importante ricordare che una giusta e duratura valorizzazione del capitale naturalistico e paesaggistico a fini turistici passa necessariamente attraverso un oculato uso delle risorse non rinnovabili e una particolare attenzione agli impatti che il comportamento umano può generare sulla riproducibilità delle stesse. Una buona qualità del turismo dipende strettamente da una adeguata cura per l'ambiente. Uno strumento adeguato a raggiungere un buon livello di equità in tal senso può essere rappresentato, ad esempio, da percorsi di educazione e di interpretazione ambientale, che, veicolati attraverso la conoscenza locale dei residenti e degli esperti, consentono al turista di fruire delle attrazioni naturalistiche (*wildlife* in particolare) secondo modalità rispettose dei principi connessi alla tutela e alla conservazione.

2) *Capitale culturale, favorito attraverso un'equità inter e intra-culturale*. La dimensione territoriale del turismo è perseguita anche attraverso la comunicazione delle specificità inerenti al patrimonio culturale materiale (storico-architettonico) ed immateriale (tradizioni e saperi locali). Anche in questo caso, una adeguata comunicazione turistica passa attraverso percorsi di selezione e di interpretazione delle risorse che gli attori locali decidono di predisporre alla fruizione dei visitatori. Uno strumento utile per il raggiungimento di un livello soddisfacente di equità intraculturale - cioè dei diversi elementi della cultura locale che le comunità residenti desiderano promuovere turisticamente - può essere rappresentato

da una gestione ispirata al LAC (Limit of Acceptable Change). Si tratta di un approccio al management turistico che intende andare oltre il semplice monitoraggio degli impatti che i visitatori hanno sull'ambiente, in termini di capacità di carico. Il LAC è infatti basato sul riconoscimento del fatto che: (a) è necessario compiere delle scelte a livello locale inerenti alla selezione del patrimonio da promuovere; (b) il cambiamento, soprattutto di natura culturale, è inevitabile quando si intraprende un percorso di sviluppo turistico; (c) bisogna prestare attenzione all'impatto che il cambiamento può avere sugli aspetti delle culture locali; (d) la gestione dello sviluppo turistico locale deve interrogarsi su quale livello di cambiamento può essere accettabile; (e) è importante elaborare un sistema di monitoraggio dei risultati attesi e/o conseguiti. Sul fronte interculturale, invece, il principio di equità prevede che nei progetti di sviluppo turistico ci sia anche un'attenta considerazione del livello di comunicazione da stabilire tra le culture delle comunità residenti e quelle dei visitatori. Ciò significa determinare in modo chiaro anche i caratteri culturali del target a cui ci si intende rivolgere.

- 3) *Capitale economico-produttivo, favorito attraverso una equità settoriale.* Perché il settore turistico possa essere sostenibile nel tempo e non essere penalizzato dal monotematismo e/o dalla stagionalizzazione è opportuno che sia trasversale agli altri sistemi economici che possono avere una base territoriale ed essere quindi produttivi di specificità. Ad esempio, di particolare interesse a fini turistici possono essere i sistemi legati all'agricoltura e all'allevamento che, attraverso lo strumento della multifunzionalità, potrebbero fornire un adeguato supporto economico parallelo e contiguo alle entrate derivate esclusivamente dalle presenze.
- 4) *Capitale sociale, favorito attraverso una equità procedurale.* Perché lo sviluppo turistico sia vitale si deve in dovuta considerazione il ruolo attivo degli operatori locali nello specifico e di tutte le parti sociali in gioco, soprattutto per quanto riguarda i processi decisionali. La governance risulterebbe basata perciò su strategie e azioni di natura inclusiva finalizzate alla valorizzazione delle risorse territoriali attraverso il confronto, sia pure conflittuale, con le pratiche sociali e i bisogni delle collettività coinvolte¹⁵.

¹⁵ <http://www.sociologica.mulino.it/doi/10.2383/38271>

Il marketing del turismo: strumento di promozione di una destinazione turistica

Il turismo ha come scopo principale la vendita di un territorio che viene effettuata trasformando il territorio in una destinazione turistica. Questo processo avviene attraverso due fasi:

1. La prima fase, prettamente economica, ha l'obiettivo di capire quale sia l'impatto del turismo sul territorio, i benefici e le condizioni;
2. La seconda fase si occupa dello studio della località sotto il profilo turistico. In questa fase si cerca di capire se un territorio ha le potenzialità per divenire una destinazione e vengono messe in risalto le qualità e le caratteristiche.

Lo strumento che permette ciò è il *marketing del turismo*. Il suo compito è quello di valorizzare un territorio trasformandolo in prodotto accessibile, fruibile e completo di servizi, di attività ricettive e di svago, in modo da rendere la destinazione turistica come un prodotto al quale si è *destinati*¹⁶. I turisti sono trattati come consumatori, poiché la località è un prodotto che può essere venduto o acquistato. Per poter vendere un territorio come prodotto – destinazione, il marketing deve, prima di tutto, effettuare una attenta ricerca che gli permetta di conoscere i mercati locali e l'ambito nel quale vuole inserirsi. La strategia di marketing è attenta a posizionare il prodotto sul mercato valorizzando l'esistente attraverso tre punti focali: *cosa vendere del territorio, come venderlo e a chi venderlo*.

Il marketing turistico non si limita soltanto a vendere una destinazione ma aiuta il visitatore nel percepire l'unicità del luogo scelto come meta mettendo in risalto le caratteristiche del prodotto, il costo e la qualità dei servizi offerti. Un prodotto per essere definito turistico deve avere attrattive, trasporti, alloggi e divertimenti.

Secondo Burkart e Medlik il prodotto turistico è definito secondo tre aspetti principali:

- Le *attrattive* sono fattori che determinano la scelta del turista verso quel particolare tipo di prodotto e possono essere di varia natura: artificiali, naturali, storiche, ambientali, architettoniche, culturali ed enogastronomiche. Sono tutti fattori che incidono sulla quantità dei flussi turistici;
- Le *strutture turistiche*, ossia le strutture e i servizi, sono rappresentate principalmente dagli alberghi e dalle differenti forme di alloggi turistici e paraturistici, dai ristoranti, dai bar e

¹⁶ Di Meo A., (2002) *Il marketing dell'ambiente e della cultura per lo sviluppo turistico del territorio*, Editori di Comunicazione- Lupetti, Milano, pag. 82



dai negozi;

- L'*accessibilità* è descritta da differenti fattori: *geografico*, dalla vicinanza di un luogo turistico ai bacini di utenza e dalla possibilità di raggiungere tale meta con diversi mezzi di trasporto; *economico*, ossia il costo dei servizi turistici e del viaggio e *psicologico* poiché molte destinazioni anche se molto lontane una volta raggiunte vengono percepite come familiari e vicine al turista, all'incontrario molte mete vicine sono culturalmente molto lontane¹⁷.

Il prodotto turistico si compone sostanzialmente di due addendi¹⁸: *fattori ambientali* rappresentati dal complesso delle attrattive materiali ed immateriali che caratterizzano l'area di destinazione delle vacanze ed il tipo di soddisfazioni psicofisiche che i turisti ritengono di poter trarre da esse, e i *fattori strumentali* costituiti dal complesso dei servizi offerti dalle imprese turistiche che, attraverso le prestazioni, rendono effettivamente fruibili le attrattive espresse dai fattori ambientali.

I fattori ambientali che permettono di focalizzare l'immagine delle diverse aree turistiche, sono i fattori che per primi impongono la scelta di una località e che rendono visibile al turista la realtà della località. I fattori strumentali possono essere percepiti soltanto in un secondo momento, poiché soltanto al momento della verifica si può percepire se le prestazioni e i servizi che una località propone siano vendute con adeguatezza e si caratterizzino per la disponibilità, efficienza ed economicità.

Quello che il marketing del turismo si propone come obiettivo non è solo il godimento del turista, ma anche di far vivere ai turisti la meta in base alla qualità, quantità e convenienza nei costi dei servizi. Dall'Ara per l'analisi del territorio e delle sue risorse propone che il marketing turistico debba seguire quattro aspetti principali:

- *Lo sfondo*: in primo luogo occorre individuare quale è lo sfondo, ossia le quinte o la scena. Se non si riesce a distinguere lo sfondo da ciò che si vuole evidenziare si finirà per mettere tutto sullo stesso piano e si otterrà come risultato un insieme affollato ed indistinto, un collage senza anima;
- *Il fascino*: lo sfondo è solo un primo passo e tenerlo distinto non è sufficiente poiché non è in grado di motivare le persone a scegliere una vacanza. Occorre, pertanto, individuare un legame tra le risorse, un collante che dia fascino e che abbia valore per

il mercato;

- *Il genius loci*: è attorno all'identità che può nascere la riconoscibilità, ossia ad una identità chiara corrisponde un unicum altrettanto chiaro, come è visibile nelle molte località balneari, costruite a tavolino, o nelle scenografie termali;
- *Il cuore*: il centro è l'ospitalità. Più le forme di ospitalità offerte alla domanda riflettono l'architettura locale, i costumi e lo stile di vita dell'area in maniera personalizzata più il territorio ha possibilità di avere successo: forme di ospitalità e modelli di gestione originali sono pertanto rilevanti¹⁹.

La creazione di una destinazione avviene per soddisfare le richieste del turista/consumatore, arrivando a costruire spazi *effimeri*, ossia spazi artificiali puri, il cui corredo simbolico attinge dall'immaginario turistico, nei quali si vedono dispiegate le pianificazioni del luogo.

Tutto perché una meta viene sottoposta all'*egemonia della visione*²⁰, poiché quello che in un turista subito colpisce è l'*immaginario turistico*, basato sulla suggestione della promozione turistica dei prodotti che una destinazione offre.

Il turista/consumatore è consapevole del valore dei luoghi, conosce la marca del territorio e pretende di trovare beni e servizi che corrispondano alla sua conoscenza. Per riuscire a vendere una destinazione turistica bisogna pianificarne il posizionamento creando una programmazione turistica e un piano di marketing.

Il piano di marketing vede una destinazione come prodotto e il suo primo obiettivo è la creazione di una strategia che miri ad adeguare le risorse di una destinazione alle opportunità esistenti sul mercato.

Il piano di marketing, secondo Godfrey e Clarke²¹, si struttura sulle risposte a quattro domande:

- Dove siamo adesso? (analisi della situazione)
- Dove vogliamo arrivare? (obiettivi di marketing)
- Come ci arriviamo? (Strategie e tattiche)
- Come sappiamo se ci siamo arrivati? (monitoraggio, valutazione e controllo).

Il posizionamento è l'immagine della destinazione che deve corrispondere a quella nella mente del turista. Esso mostra le caratteristiche del prodotto e le mette nel mercato in modo che esse possano essere vendute e percepite dai consumatori. Valdani evidenzia delle strategie di posizionamento che

¹⁹ <http://www.albergodiffuso.com/>

²⁰ Urry J., *Lo sguardo del Turista*, Edizioni Seam, Formello (RM), 2000.

²¹ Godfrey Kerry e Clarke Jackie, (2002), *Manuale di Marketing territoriale per il turismo*, Le Monnier, Firenze

¹⁷ Burkart, A.J. Medlik S., (1981), *Past, present and future*, Heinemann

¹⁸ Peroni G., (2002), *Il marketing turistico*, Franco Angeli, Milano, pag. 23

bisogna prefiggersi per poter rimanere sempre presenti sul mercato:

- di *difesa*: mantenere le posizioni raggiunte dal prodotto nel segmento in cui opera l'impresa;
- di *riposizionamento*: spostare il prodotto in un nuovo segmento più idoneo creatosi per mutamenti avvenuti nei consumatori o nella concorrenza;
- di *appoggio*: un nuovo prodotto nel nuovo segmento;
- di *lancio*: un prodotto altamente innovativo per i consumatori ed il mercato²².

In cosa consiste, invece, e come funziona la programmazione di una località?

La programmazione turistica è l'organizzazione e lo sviluppo di attrazioni e di servizi per i visitatori. Tutto viene sviluppato in base alle richieste dei consumatori, in modo da poter attrarre le varie tipologie di turisti. Il suo funzionamento è correlato alla verifica delle risorse turistiche disponibili, conoscendo quali sono le ricchezze della destinazione e le loro qualità. Le risorse turistiche sono tutte caratteristiche che attirano i visitatori in una località, esse sono il nucleo centrale per la creazione di attrazioni per i turisti, includendo anche gli impianti alberghieri e i servizi di intrattenimento. Le risorse turistiche vengono classificate come *risorse principali* e *risorse di supporto*²³.

Le risorse principali hanno una forte capacità di attrazione, solitamente rappresentano il fattore chiave di motivazione nel processo decisionale di viaggio del turista, come ad esempio le risorse naturali e culturali.

Le risorse di supporto sono quelle che completano le risorse principali di una zona e contribuiscono a formare il richiamo, ma non rappresentano di per sé un motivo sufficiente per il viaggio, come ad esempio le risorse di attività: campi da gioco, punti vendita, e determinati servizi: catering e trasporti. Ma come si fa a capire se un territorio è stato trasformato in una destinazione turistica e se l'obiettivo che il marketing turistico si è imposto o è stato realmente raggiunto? Ciò è possibile tramite la valutazione, il monitoraggio e il controllo:

- La *valutazione*: è l'accertamento periodico, alla fine di un piano di marketing per verificare se gli obiettivi sono stati effettivamente raggiunti;
- Il *monitoraggio*: è la misurazione sistematica e continua dei beni e servizi del luogo. Paragona i risultati effettivi rispetto agli obiettivi generali tradotti in traguardi, permettendo di

colmare le lacune della destinazione turistica;

- Il *controllo*: può essere eseguito solamente dopo un'analisi delle cause di diminuzione della prestazione turistica di una località, data ad esempio, da una imprevista attività di concorrenti o insolite condizioni atmosferiche.

Non solo, il marketing del turismo ha il compito, in ogni istante, di eseguire in maniera celere:

- La *valutazione sulla varietà di prodotto*²⁴ per valutare e valorizzare tutti i prodotti, le risorse assorbite, la dimensione complessiva e i tassi di crescita dei prezzi del mercato turistico;
- L'*analisi della soddisfazione*²⁵ viene eseguita rispetto all'offerta di ciascun prodotto in termini di benefici cercati, criteri basilari di scelta, attributi individuali del prodotto considerati importanti dai turisti;
- Lo *sviluppo della differenziazione del prodotto*²⁶ è rilevante per il target di mercato e viene distinta a seconda dei concorrenti.

Questi tre punti caratterizzano la vendita del luogo e la fruizione dei turisti.

Le competenze peculiari e i punti di forza identificati possono essere usati per costruire un vantaggio a lungo termine e una proposta di vendita unica, tenendo conto che lo sviluppo della differenziazione del prodotto è fondamentale per il continuo posizionamento della meta nel mercato, in modo che essa possa essere venduta a differenti target turistici e riconosciuta per più elementi e per differenti risorse.

Indispensabile è la pubblicizzazione della meta, elemento dell'attività promozionale, che riguarda la trasmissione di informazioni effettuate sia tramite contatti personali, sia attraverso strumenti di comunicazione impersonale: quotidiani, tv, radio, affissioni, periodici, reti internet e social network. La progettazione della campagna pubblicitaria è un problema che si situa a valle dell'intera attività promozionale, poiché si propone la meta a un determinato mercato e la pubblicità è l'attività che consente di informare, di persuadere e di influenzare gli individui nella scelta di un determinato prodotto o servizio. La pubblicità nel turismo ha il compito di persuadere il turista poiché mette in rilievo le bellezze naturali, architettoniche, urbane, la cultura e la storia della meta ma non solo, la pubblicizzazione permette più velocemente la vendita di beni e di servizi, poiché mostrando visivamente al turista la destinazione lo sprona a ispezionare il luogo.

²² In Godfrey e Clarke, op. cit.

²³ Godfrey e Clarke, op.cit. pag. 94

²⁴ Godfrey e Clarke, op cit.; pag. 175

²⁵ Ibidem, pag 176

²⁶ Ibidem, pag 176



Percorsi di sviluppo: il turismo rurale

L'affermarsi di politiche di sviluppo sostenibile e di una Politica Agraria europea ha portato gradualmente ad un cambio di approccio e di strategia nel modello di sviluppo del settore agricolo.

Un passo importante per lo sviluppo rurale è stata la Dichiarazione di Cork²⁷, nel 1996, i cui 10 punti permettono una migliore gestione e la creazione di una buona politica agraria:

1. Preferenza Rurale
2. Approccio Integrato
3. Diversificazione
4. Sostenibilità
5. Sussidiarietà
6. Semplificazione
7. Programmazione
8. Finanza
9. Management
10. Valutazione e Ricerca

Nelle conclusioni vengono riportati gli impegni che si intendono perseguire, ovvero:

- sensibilizzare la popolazione sull'importanza di dare un nuovo avvio alla politica di sviluppo rurale;
- aumentare la capacità di attrazione delle zone rurali per le persone e le attività economiche, perché possano diventare centri di una vita più ricca per una sempre crescente varietà di popolazione di ogni età e categoria;
- sostenere il presente programma in dieci punti e cooperare come partner alla realizzazione di tutti i suoi obiettivi, che sono sintetizzati nella presente dichiarazione;
- svolgere un ruolo attivo nel promuovere lo sviluppo rurale sostenibile in un contesto internazionale²⁸.

L'ambiente, le aree rurali e il settore agricolo rappresentato l'anello debole del processo di sviluppo mirato alla industrializzazione e alla crescita quantitativa. Lo spostamento dei processi di sviluppo da economici a sociali e ambientali ha permesso a molte aree che rappresentavano la *debolezza strutturale di regioni e Stati*, di diventare un fattore importante nello sviluppo economico locale. Un esempio è fornito dalle aree rurali nel settore turistico,

che può essere un punto di forza dell'offerta e della domanda turistica.

L'agriturismo è in sensibile incremento sia nel mercato di nicchia sia in mercati domestici e internazionali. La scelta per questo settore è data dalla qualità dei servizi e dalla *buona immagine* pubblicizzata. Di grande aiuto è stata la creazione di un marchio nazionale e regionale di qualità, il simbolo delle spighe, che aiuta il visitatore nel momento della scelta della *meta rurale*. Le aree rurali, offrendo beni e servizi di qualità, stanno divenendo mete ambite e per aumentare la fruibilità si dovrebbe creare una buona *cultura manageriale*.

L'agriturismo ed il turismo rurale, per continuare ad attirare i turisti dovrebbero fornire sia prodotti di qualità che dotarsi di servizi innovativi, come ad esempio, fattorie didattiche o fattorie di inclusione sociale. Una fattoria o una azienda agricola può convertirsi e immettersi nel mercato turistico trasformandosi²⁹ in una *Fattoria Didattica*³⁰. In Italia sono presenti 1.402 fattorie didattiche legalmente riconosciute e certificate dalla *Carta di qualità*³¹. Le fattorie didattiche hanno sia uno scopo formativo che educativo, poiché aiutano tutti i visitatori non solo a entrare in contatto con la natura, ma anche ad apprezzarne la biodiversità.

Le visite didattiche prevedono anche una partecipazione diretta dei giovani o dei bambini alla produzione dei prodotti della famiglia contadina, come ad esempio il pane fatto in casa, le marmellate, lavori artigianali e il formaggio. Si contribuisce così anche a mantenere la memoria culturale dell'attività agricola.

Una impresa agricola può essere, anche, trasformata in *facilitatore di coesione sociale* per le fasce, o soggetti più deboli ed emarginati attraverso attività di inclusione.

Una azienda agricola può essere trasformata in *Laboratorio Territoriale Locale* per i diversamente abili. In tutto il mondo si sta prospettando, nell'ottica dello sviluppo sostenibile, una visione non più settoriale dell'agricoltura ma una collocazione nel più vasto quadro dell'ambiente rurale. Molte agricolture non avrebbero prospettiva se continuassero a svolgere il ruolo tradizionale di esclusiva produzione di prodotti alimentari di base. L'impresa agricola è divenuta una impresa rurale, diversificata, integrata.

Il turismo rurale e l'agriturismo in Italia, mostrano dinamicità, efficacia, efficienza e forti prospettive di sviluppo. Analisi approfondite evi-

²⁷ La dichiarazione formulata nel corso della conferenza europea sullo sviluppo rurale, *Rural Europe – Future Perspectives*, organizzata a Cork dal 7 al 9 novembre 1996 nel quadro della presidenza irlandese dell'Unione europea, sintetizza i fondamenti di ciò che potrebbe essere tra alcuni anni una politica rurale integrata, ispirata al modello Leader http://associazionebartola.univpm.it/publicazioni/seminari_analega/documenti2002_2003/Sotte/Cork.pdf

²⁸ Dichiarazione di Cork, *Verso una politica integrata in materia di sviluppo rurale*, novembre 1996

²⁹ <http://www.fattoriedidattiche.biz/articoli-e-notizie/guide/aprire-una-fattoria-didattica-la-progettazione.html>

³⁰ <http://www.fattoriedidattiche.biz>

³¹ <http://www.fattoriedidattiche.biz/articoli-e-notizie/guide/requisiti-di-qualita.html>

denziano che non è un turismo in declino ma in crescita. L'agriturismo, per crescere e diffondersi come pratica turistica, necessita però di forti capacità manageriali, ossia di una forte azione promozionale di formazione e informazione, aspetti che solo le Istituzioni pubbliche sono in grado di garantire.

Una regolamentazione del settore a livello locale e nazionale appare determinante. In questo ambito, l'osservanza delle norme igienico-sanitarie, della sicurezza e dei servizi offerti appaiono determinanti per il successo. Il successo dipende, inoltre, non dalla capacità di emulare e copiare altre situazioni ma di andare alla ricerca delle proprie caratteristiche. Tra le diverse forme di turismo rurale quella dell'agriturismo, cioè quella legata alla attività agricola, appare la prospettiva più coerente e più solida per il futuro, insieme ad altre modalità come le trattorie di campagna, gli alberghi in aree rurali, la fruizione del patrimonio artistico, storico e culturale minore e quello ambientalistico - paesaggistico. Tutto ciò crea un circuito virtuoso fra attività agricola primaria, valorizzazione autogena dei prodotti tipici, promozione delle produzioni e dell'immagine del contesto rurale dove le cosiddette *aree rurali deboli* si stanno gradualmente trasformando in *aree forza* del futuro modello di sviluppo rurale sostenibile.

In conclusione, per definire un *buon agriturismo* occorre effettuare una analisi della struttura delle imprese agrituristiche, del livello occupazionale, di efficienza ed efficacia della gestione economico-finanziaria. Si devono inoltre verificare e valutare la capacità organizzativa e di marketing della immagine e del servizio presenti nelle strutture agrituristiche, nonché tracciare la tipologia del fruitore del servizio. Bisogna anche delineare, sulla base di analisi di dati, la tipologia della domanda alimentare dei fruitori del servizio. Tutto ciò permetterà una continua crescita sostenibile al settore agro-turistico e un continuo sviluppo locale alle aree che sponsorizzano tale pratica.

Una risposta alla sostenibilità del turismo viene dalla Carta Europea per il Turismo Sostenibile nelle Aree Protette (CETS), uno strumento metodologico ed una certificazione che favorisce l'applicazione del concetto di sviluppo sostenibile alla conservazione della biodiversità e alla prevenzione degli impatti sulla stessa. L'importanza crescente di uno sviluppo turistico sostenibile, come tema d'interesse internazionale, è stata sottolineata anche dalle *Linee guida per il Turismo Sostenibile Internazionale* della Convenzione sulla Diversità Biologica. La Carta affronta direttamente i principi di queste linee guida e fornisce uno strumento pratico per la

loro implementazione nelle Aree protette a livello locale. Essa è coordinata dalla Rete delle Aree Protette Europee (*Europarc Federation*), che, col supporto delle sezioni nazionali, gestisce la procedura di conferimento della Carta alle Aree Protette e coordina la rete delle aree certificate.

La Carta Europea del Turismo Sostenibile nelle Aree Protette è allo stesso tempo una certificazione ed un processo. Infatti, aderire alla Carta vuol dire impegnarsi ad applicare un metodo di lavoro che affianca alla conoscenza del territorio una maggiore partecipazione e cooperazione tra i vari attori del territorio stesso, finalizzata ad una intesa leale tra l'Istituzione che gestisce l'Area Protetta, le Imprese che vi operano e le Comunità che vi risiedono. La Carta genera benefici economici tangibili sull'economia locale, promuovendo nel contempo un cambiamento culturale nelle modalità di azione collettiva. La Carta rappresenta uno strumento volontario e contrattuale tra l'Ente Gestore del Parco, le Imprese Turistiche e la Popolazione Locale, per uno sviluppo turistico dell'area che contempli le necessità della sostenibilità nella conservazione delle risorse naturali dell'Area Protetta. Si tratta della combinazione tra un processo di pianificazione partecipata e di un sistema di gestione e controllo teso al miglioramento continuo delle istituzioni coinvolte, dei cittadini, delle imprese. Lo strumento si concretizza attraverso un Piano di Azione quinquennale che raccoglie, attraverso un processo partecipativo, l'insieme di progetti da realizzare in partenariato con il tessuto socio-economico locale, coerente, quindi, con la realtà e le esigenze locali.

In particolare, per quanto riguarda l'aspetto del contenimento degli impatti derivanti dal turismo sulla qualità ambientale e quindi sulla biodiversità, la Carta promuove un monitoraggio dell'impatto sulla flora e la fauna ed il controllo del turismo nelle aree sensibili; l'incoraggiamento di attività, includendo servizi turistici, in grado di garantire il rispetto del patrimonio storico, della cultura e delle tradizioni; il controllo e la riduzione delle attività, includendo quelle del turismo impattante, che producono effetti negativi sul territorio, sull'aria, sull'acqua, utilizzando le risorse non rinnovabili; il controllo delle attività che creano inutili rumori e sprechi, incoraggiando i visitatori e l'industria del turismo a contribuire alla conservazione dell'ambiente.



Una occasione mancata: il turismo dei parchi e delle riserve naturali del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga

Il caso di seguito illustrato invita a riflettere proprio sulla utilità effettiva delle best practice e sulla evidente necessità di non considerare queste come dei modelli assoluti cui far riferimento, validi nella lunga durata e a prescindere dai contesti in cui vengono calati. Se è vero che i casi di successo possono essere considerati esempi-guida da poter trasferire altrove, è altrettanto vero che le variabili spazio-temporali giocano un ruolo per nulla secondario nell'ambito della loro concreta applicabilità. Azioni che oggi possono generare benessere e sviluppo non è detto che abbiano lo stesso tipo di risultato nel lungo periodo. Parimenti, esperienze che su un determinato territorio mostrano soddisfacenti elementi di qualità ed efficacia potrebbero invece rivelarsi fallimentari in un altro, disattendendo le migliori aspettative.

Rispetto a ciò, i parchi e le riserve naturali hanno sempre rappresentato un campo privilegiato di osservazione, assurgendo a veri e propri laboratori locali di sperimentazione delle più diversificate azioni finalizzate a coniugare i bisogni di sviluppo economico con la tutela del territorio e le politiche ambientali.

L'occasione per poter osservare e analizzare da vicino le dinamiche locali connesse ad un progetto di valorizzazione territoriale promosso da un parco nazionale si è presentata tra il 2002 ed il 2003, quando, con l'insediamento di un nuovo consiglio di amministrazione, il Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga optò per una distrettualizzazione del proprio territorio. L'obiettivo principale era quello di agevolare la governance attraverso la definizione di alcune aree omogenee nelle quali operare interventi più mirati e focalizzati. La gestione di un Parco di quasi 150.000 ettari, il cui perimetro comprende tre regioni, cinque province e quarantaquattro comuni aveva da sempre evidenziato livelli di complessità territoriale ed istituzionale molto elevati, che non sempre avevano trovato facile amministrazione attraverso un approccio centralizzato. L'opzione di articolare l'area protetta in undici diversi *distretti ambientali turistico-culturali*, quindi, ha veicolato prioritariamente la necessità di individuare modalità di *gestione diffusa*, in armonia con i sistemi economici e sociali presenti sul territorio, soprattutto per quanto concerne la valorizzazione dei patrimoni (ambientale e culturale) locali. Non a caso, nel 2005, questa nuova policy veniva annoverata tra le *Buone pratiche dei Parchi Italiani*. Il progetto infatti era considerato come un valido strumento per raggiungere il giusto equilibrio economico tra i costi da sostenere per la protezione ambientale e le entrate che potrebbero derivare dall'utilizzo adeguatamente compatibile delle strutture turistiche. Per un'accurata definizione dei distretti, l'ente gestore organizzò una task force composta da tecnici, predisponendo l'inizio degli interventi attraverso un'intensa attività di infrastrutturazione turistica, a partire dall'area ritenuta più fragile: il cosiddetto *distretto della Strada Maestra*. Attraverso la sottoscrizione di accordi di partenariato con gli altri enti locali della regione e l'impiego di fondi ministeriali emanati ad hoc, il Parco realizzò così diverse infrastrutture per un totale di spesa pari a circa € 9.000.000. Questi interventi includevano la ristrutturazione di diverse case cantoniere da adibire a foresterie e centri visite, la realizzazione di un'ampia sala ristorante, l'allestimento di alcuni eco-musei, la mappatura, la manutenzione e la segnalazione della sentieristica, la cartellonistica stradale, alcuni punti di avvistamento fauna selvatica e aree ristoro/pic-nic. Gran parte del processo è stato monitorato nel corso di una ricerca sociale il cui obiettivo è stato quello di analizzare gli atteggiamenti maturati dagli stakeholder locali rispetto alle scelte operate dall'ente. Gli informatori chiave (complessivamente 19) sono stati selezionati tra ristoratori, amministratori locali e membri delle associazioni pro-loco e successivamente coinvolti in un'attività di raccolta dati attraverso lo svolgimento di interviste in profondità, colloqui informali e focus group. L'intento dell'analisi non è stato però quello di polarizzare i soggetti tra oppositori e sostenitori del progetto, quanto piuttosto quello di tematizzare le loro argomentazioni rispetto a diversi campi, da quello puramente economico, a quello socio-culturale, a quello relativo alla gestione del territorio. Di fatto, dalla lettura dei dati e dalla mappatura degli atteggiamenti, è emerso che soltanto sei persone manifestavano una posizione di totale disaccordo rispetto al progetto, mentre le rimanenti tredici si esprimevano su posizioni sia di dissenso che di consenso, a secondo della tematica trattata.

Tralasciando le soggettività e focalizzandoci unicamente sul contenuto delle loro dichiarazioni, si evinceva che la maggior parte di queste (77/110) si polarizzavano su posizioni di disaccordo. La nota più critica riguardava sicuramente le modalità *centralistiche* con le quali il Parco stava conducendo il progetto. In particolare, veniva denunciata una mancanza di coinvolgimento delle popolazioni locali nelle decisioni, sia di natura politica che operativa. Questo aspetto avrebbe poi comportato scelte di fatto sbagliate, perché lontane dai reali bisogni locali. Il progetto infatti, nonostante l'importante dispendio di risorse, a detta degli intervistati avrebbe lasciato del tutto irrisolti alcuni dei problemi che le comunità considerano prioritari per la sopravvivenza della vita sociale (e conseguentemente per la fruizione turistica del territorio) come

quelli legati alla mobilità e alla comunicazione. La gestione del progetto veniva considerata criticamente anche sul fronte della comunicazione; nello specifico era attaccata la vasta campagna promozionale che il Parco aveva promosso per lanciare la distrettualizzazione (servizi televisivi, brochure, pagine web). Per molti degli informatori, questa azione era del tutto prematura rispetto ai tempi effettivamente necessari per poter consolidare le modalità di gestione delle infrastrutture realizzate. Non sono mancati casi in cui i turisti non hanno trovato ciò che si aspettavano di trovare. In questi casi, per usare le parole degli intervistati, la promozione ha avuto un effetto boomerang e si è trasformata in disinformazione. Altre argomentazioni mettevano in luce il presunto auto-centramento dell'ente, denunciando una mancanza di attenzione e di promozione delle attività presenti sul territorio (il Parco ha organizzato le sue proprie attività promozionali, senza valorizzare quelle già esistenti). Questa situazione avrebbe avuto delle ripercussioni anche sul piano socio-culturale; a detta degli intervistati, infatti, si sarebbe trasformata in un'occasione persa per far maturare la fiducia dei cittadini nei confronti del Parco, generando una atmosfera distaccata e disinteressata. Gli interventi, così, avrebbero finito di aggravare quel processo di frammentazione originato dall'emigrazione di massa, soprattutto quando limitanti rispetto allo svolgimento di alcune attività locali, come quelle legate alla gestione dei boschi e del sottobosco. Da parte di alcuni ristoratori inoltre veniva sottolineato un disaccordo in termini di danno economico: alcune prescrizioni legate alla conservazione ambientale infatti avrebbe potuto limitare lo sviluppo e la crescita del loro margine di azione. Nello stesso tempo, la qualità e lo stile adottati dal Parco per la ristrutturazione dei propri edifici da adibire a foresterie e centri visita imponeva degli standard qualitativi che per le micro imprese locali non erano economicamente sostenibili. Ciò avrebbe potuto alimentare una competizione sleale (per usare le parole degli intervistati) tra le strutture turistiche di proprietà dell'ente e quelle private già esistenti. Queste posizioni di dichiarato dissenso, tuttavia, non scalfivano l'opinione favorevole degli intervistati rispetto ai buoni propositi insiti nella conservazione ambientale nel suo complesso. Significativa a tal proposito l'espressione di un testimone, il quale emblematicamente affermava: *Io non sono contro i parchi. I parchi sono una buona cosa, ma non gestiti in questo modo.*

La maggior parte degli informatori riteneva comunque che le aree protette rappresentassero non solo una buona opportunità per il miglioramento sociale e per il cambiamento sociale, in termini di qualità e di crescita culturale ma anche uno strumento per la valorizzazione del paesaggio. Ad oggi sono passati più di dieci anni dal lancio del progetto, ma l'infrastrutturazione materiale del distretto non è stata ancora seguita da un effettivo sviluppo del turismo ambientale-culturale. I bandi di gestione che il Parco ha provato a lanciare sia a livello locale che nazionale infatti non sono mai andati a buon fine e le strutture realizzate non sono mai state aperte, se non per qualche week-end estivo. Il terremoto e l'incuria stanno facendo il resto per farle ritornare ad uno stato di abbandono... Le riflessioni maturate sulla base di questo studio di caso sottolineano la difficoltà effettiva che i Parchi ancora oggi hanno nel coniugare conservazione ambientale e sviluppo economico. Un ruolo ponte per tentare di colmare questo gap ancora così complesso è rappresentato sicuramente dagli aspetti socio-relazionali e culturali che solo le comunità residenti possono dispiegare e prendere in carico, se adeguatamente considerate. Senza un loro diretto coinvolgimento, senza una partecipazione attiva da parte della cittadinanza, i bisogni locali rimarranno inespressi e tutti gli investimenti da parte delle istituzioni non porteranno in risultati sperati. Di fatto, nella loro posizione mediana tra natura, paesaggio e territorio, solo le comunità locali possono essere considerate come le legittime depositarie di quella *local knowledge* in grado di rendere più flessibili, accomodanti (e quindi realmente sostenibili) i processi di conservazione degli ecosistemi. D'altra parte, però, la convivenza su uno stesso territorio non è una condizione sufficiente affinché tutti gli interessi siano condivisi a livello collettivo. Ciò richiede evidentemente una più ampia integrazione di policy, in grado di combinare la protezione naturale con lo sviluppo sociale, per condurre al fine verso una più desiderabile ed opportuna *territorializzazione della conservazione ambientale.*





Prendere buone decisioni politiche

Rosa Franzese, Massimo Bastiani, Antonio Boggia, Adriano Ciani, Mario Cirillo

La via istituzionale: VIA e VAS

Il procedimento che per primo ha esplicitato l'istanza ambientale nei processi decisionali, la Valutazione di impatto ambientale (VIA), nasce per tenere insieme, contemperandoli, interessi concorrenti come sviluppo economico e tutela dell'ambiente, interessi pubblici e interessi privati.

La VIA viene istituita per rendere meno conflittuale la realizzazione di opere infrastrutturali e industriali negli USA degli anni '60 e '70, allorché comitati e associazioni di cittadini sempre più agguerriti la rendevano sempre più ardua. In questa ottica la VIA risponde a due esigenze¹:

La richiesta di un maggiore approfondimento delle relazioni fra attività antropiche, le modifiche alla qualità ambientale indotte e gli impatti sulla qualità della vita, in senso lato, delle popolazioni interessate. La richiesta di una maggiore trasparenza nei processi decisionali e di partecipazione da parte delle popolazioni interessate.

A distanza di venticinque anni dall'introduzione della VIA in Italia, molti nodi rimangono irrisolti e permangono criticità tutte legate in misura maggiore o minore al fatto che, il contesto in cui si inventa e nasce la VIA è profondamente diverso da quello italiano, anche (e soprattutto) sotto i profili della cultura giuridica e amministrativa. Le Valutazioni di impatto ambientale sono strumenti di sistema che danno i loro risultati migliori quando esiste una *cultura di sistema*². In Italia questa cultura fa fatica a penetrare nella mentalità sia della pubblica amministrazione che del settore privato, se si escludono rilevanti, isolate eccezioni, per cui la VIA continua ancora ad essere percepita da molti come un ostacolo, un fastidioso adempimento burocratico che

serve solo a complicare l'iter e a far lievitare i costi di un'opera dilatandone i tempi di realizzazione³.

E dire che in origine lo strumento era stato concepito per facilitare il processo di realizzazione di opere tramite la ricerca del consenso attraverso l'informazione, la consultazione e la trasparenza. Con la VAS (Valutazione Ambientale Strategica) si pensa di rendere la valutazione ambientale strumento di integrazione delle istanze ambientali non più solo in decisioni su singole opere com'è per la VIA, ma in processi decisionali strategici, e se è vero che per valutazione ambientale si intende una determinata sequenza di azioni, è fondamentale il fatto che tali azioni devono essere collocate nel più ampio processo decisionale di pianificazione e programmazione e devono essere concepite per essere fruibili sia nella fase di elaborazione che in quelle di adozione e di realizzazione del piano o programma.

Con questa prospettiva si pensa di superare una criticità ampiamente emersa nell'esperienza di VIA, laddove la Valutazione dell'Impatto Ambientale di un'opera (in Italia a cura della Commissione competente⁴), ponendosi a valle di scelte pianificatorie già definite, deve prendere atto di una situazione di insieme su cui non ha possibilità di intervenire, e deve limitarsi in genere a *mettere qualche peccetta* con prescrizioni *ad hoc* al progetto che viene sottoposto a valutazione. A questo si aggiunge la *cattiva pratica*, molto diffusa ancora oggi nel nostro Paese, della separazione tra la fase di progettazione dell'opera e la realizzazione del SIA (Studio di Impatto Ambientale, il documento che verrà poi analizzato in sede di VIA), ambedue predisposti sotto la responsabilità dello stesso soggetto proponente, sia esso pubbli-

¹ La Camera F., (2009), *Dal concetto di sviluppo sostenibile alle procedure di valutazione ambientale*. Corso Ispra di formazione VIA e VAS, evento introduttivo 10 e 11 novembre

² Paolo Schmidt di Friedberg, citato in home page di centro VIA Italia (www.centrovial.it)

³ La Legge 21 dicembre 2001, n. 443, *Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive* (la cosiddetta *Legge obiettivo*) porta a uno sdoppiamento della procedura di VIA in VIA *normale* e VIA *speciale*, quest'ultima per *le infrastrutture pubbliche e private e gli insediamenti produttivi strategici e di preminente interesse nazionale da realizzare per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese* (art. 1 comma 1) con tempi di conclusione della procedura autorizzatoria in merito alla compatibilità ambientale contingentati e perentori.

⁴ Attualmente la Commissione tecnica per la verifica dell'impatto ambientale – VIA e VAS, presso il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare

co che privato, che rende lo Studio di Impatto Ambientale molto spesso un documento giustificativo *a posteriori* delle scelte compiute in sede progettuale. In realtà con l'introduzione in Italia della VAS avvenuta nel 2006 con l'emanazione del Testo unico sulle norme ambientali⁵ il quadro si arricchisce, ma i nodi relativi al dualismo – da una parte il procedimento principale di piano o programma, dall'altro la fase della sua valutazione ambientale – permangono; in più si aggiungono altre criticità, tra cui di enorme rilievo la *mancanza di un quadro di riferimento per gli obiettivi* che vanno traguardati in una VAS, e in mancanza del quale la procedura perde molto del suo senso, non solo, ma si porta dietro la non risolvibilità di altri problemi tecnici su cui la comunità scientifica nazionale si affatica oramai da anni, come la determinazione degli indicatori da considerare in una procedura di VAS e le connesse procedure di monitoraggio: indicatori e monitoraggio non servono senza obiettivi definiti e valutabili⁶.

VIA, VAS e sistema decisionale

Di fatto l'esistenza di una normativa, seppure stringente, come la VIA e la VAS, non risolve il problema della protezione ambientale. Ad esempio la predisposizione di un piano di risanamento dell'aria – e la stessa cosa vale per le altre problematiche ambientali come il suolo, le acque, i rifiuti eccetera – richiede un considerevole lasso di tempo per poter essere realizzata. Dopodiché il piano deve essere preventivamente discusso e approvato dagli organi amministrativi competenti che, come nel caso della qualità dell'aria, attualmente sono le Regioni, eventualmente a valle di una concertazione con i livelli amministrativi locali (Province e Comuni) e successivamente deve essere portato ad attuazione.

Il paradosso, che si verifica costantemente nella realtà amministrative del nostro Paese, è che una volta che un piano è approvato, e deve dunque essere attuato, è obsoleto: nel frattempo le condizioni al contorno sono mutate, magari sono avvenute importanti delocalizzazioni industriali o modifiche delle infrastrutture stradali per cui è tutto – o quasi – da rifare e quindi sarebbero da rifare VIA e VAS.

⁵ D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 (successivamente modificato dal D.Lgs. 16 gennaio 2008 n. 4) che recepisce la Direttiva 01/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 giugno 2001 concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente

⁶ Un esempio per rendere concreta questa considerazione: l'Italia nell'ambito del protocollo di Kyoto ha un impegno di riduzione di emissione di gas serra pari al 6,5% tra il 2008 e il 2012 rispetto alle emissioni del 1990. Ragionevolezza avrebbe voluto che questo obiettivo nazionale fosse stato tempestivamente declinato a livello regionale e, a cascata, locale, in modo che in sede di pianificazione strategica costituisse uno degli obiettivi da traguardare. Così non è

Questo meccanismo è noto agli addetti ai lavori, in particolare agli esperti in pianificazione, tanto che da decenni si parla di approcci che dinamicamente e con continuità aggiornano il piano sulla base di un monitoraggio attento e di una valutazione da una parte dei risultati già conseguiti, e dall'altra delle modifiche da apportare al piano per ritrarre le azioni al fine di perseguire efficacemente gli obiettivi. Di fatto un *piano-processo* in cui fondamentale è la messa a punto di meccanismi di monitoraggio del piano e la conseguente revisione continua dello stesso, tramite un meccanismo virtuoso di *feedback*.

Tutto questo si scontra con un contesto istituzionale che invece lavora per *blocchi sequenziali* con l'aggravante di tempi burocratici decisamente lenti: prima si predispose il piano (*fase tecnica*), che poi viene discusso e approvato (*fase politico-istituzionale*) e infine attuato (*fase realizzativa*). Il risultato è che oggi si realizzano interventi pensati anche quindici-venti anni fa che nelle attuali condizioni hanno perso molto del loro significato originario, ma che si attuano comunque altrimenti *si perdono i finanziamenti*. In questo perverso circolo vizioso è facile cadere nella tentazione di esercitarsi nella pratica dello *scaricabarile*: il decisore richiede certezze al tecnico, il quale – anche perché quasi sempre in posizione subordinata – mette in atto tutta una serie di meccanismi più o meno *creativi* per dare risposte che *non lo compromettono* e che quasi sempre sono a *somma zero*. In tutto questo si inserisce spesso *l'intervento della magistratura* che, rilevando lo sfioramento dei valori limite degli inquinanti, avvia procedimenti. Certo in queste condizioni è difficile, se non impossibile, da parte del tecnico comunicare al decisore che non si è in condizione di dare risposte *chiuse* alle domande che gli vengono formulate, ed è altrettanto difficile al decisore o al tecnico inquisito spiegare al magistrato che la qualità dell'aria non è neanche lontanamente paragonabile, nella dinamica che porta all'insorgenza del problema, a un furto o a un omicidio. Insomma un processo difficile e faticoso, reso ancora più complicato dalla conflittualità spesso presente sulle questioni ambientali, che se ha contribuito da una parte a rendere sempre più esplicita la mancanza di certezza della conoscenza scientifica (vedi Capitolo 1), sfatando in parte l'illusione che, proprio in quanto intrisa di aspetti tecnico-scientifici, la normazione ambientale possa dare una risposta alle esigenze di certezza sempre manifestate con forza dalla pubblica opinione e dai decisori, dall'altro ha portato in più di un caso ad adombrare il rischio di *mancanza di neutralità* della stessa scienza⁷.

Il *circolo vizioso* che si crea della faticosa relazione

⁷ Greco N., (2007), *Costituzione e regolazione. Interessi, norme e regole sullo sfruttamento delle risorse naturali*, Il Mulino, Bologna

tra tecnico e decisore, può *essere rotto* da una interazione autentica e non viziata tra esperti, decisori e pubblica opinione. Solo in questo caso si possono superare i *disadattamenti* tra:

- la conoscenza scientifica, in sé carente, a formulare modelli operativi adeguati basandosi esclusivamente sul proprio bagaglio;
- la valutazione del decisore, che oscilla tra scaricare tutto l'onere della costruzione del modello operativo sul tecnico, e il misconoscere l'operato affidandosi ai metodi di sempre: *esperienza, fiuto, qualche consulenza, un occhio (o un occhio e mezzo) agli interessi del partito o dell'azienda, un occhio (o mezzo) agli interessi della collettività*⁸;
- il disincanto della opinione pubblica con susulti di angoscia, quando presta l'orecchio all'esperto *catastrofista* e di *menefreghismo*, quando pensa che tanto, qualsiasi cosa si faccia, non cambia niente, e quindi....

E tuttavia non vi è dubbio che, alla luce della sempre maggiore *intrusione* della scienza e della tecnica nella quotidianità e nei processi decisionali, sia ineludibile il passaggio da una conoscenza *affidabile* in termini scientifici ad una conoscenza socialmente robusta. È il modello della *partecipazione estesa*, che opera deliberatamente dentro l'imperfezione⁹ e che deve fare ricorso sempre più ai meccanismi della democrazia partecipativa pur nella consapevolezza delle sue ambiguità e dei dilemmi che essa pone¹⁰. È chiaro che gli attuali assetti nel nostro Paese – particolarmente nel nostro Paese, ma non solo in Italia – fanno molta fatica a gestire queste complessità.

Le stesse riforme che hanno interessato la pubblica amministrazione a partire dagli anni '90, con gli approcci orientati alla *New Public Management*, con l'introduzione dei principi di economicità, efficienza ed efficacia si sono scontrate con forti resistenze all'interno delle amministrazioni stesse, favorendo un comportamento *elusivo*. Sarebbe interessante misurare le energie intellettuali e le risorse economiche messe in campo per sottrarsi abilmente a un cambiamento reale, espletando formalmente tutti i processi e le procedure previste nell'ambito del nuovo modello organizzativo. I problemi menzionati sopra sono ben noti e accomunano nel nostro Paese, in misura maggiore o minore e fatti dunque i debiti distinguo, tutta la Pubblica Amministrazione. Nel

caso della gestione dell'ambiente i problemi, se possibile, acquistano una criticità ancora maggiore essendo la tutela dell'ambiente, fortemente connotata da caratteri quali interconnessione, dinamicità, elevata valenza tecnico-scientifica e complessità, tutti elementi che rendono indispensabile una gestione che *sviluppa la partecipazione alle decisioni dei collaboratori ed assegna ai diversi livelli precise e definite responsabilità manageriali*.

È necessario, pertanto, il passaggio verso una visione *organicista*, in base alla quale si presta maggiore attenzione all'individuo e al suo comportamento, così da poter progettare processi efficaci delle organizzazioni che rispecchino l'adattabilità, la diversità e la creatività della vita. Potremmo imparare dalla natura come scrive Ferdinando Boero¹¹ che discute dell'eco evoluzione,

ogni essere vivente si trova esposto ad una miriade di problemi che devono essere risolti in tempo reale e tutti insieme, chi ci riesce resta in gioco, chi non ci riesce viene spiazzato via. Per fortuna nell'evoluzione, c'è anche la cooperazione, e il mutualismo, così gli insetti impollinano i fiori e ne ricevono nutrimento. Abbiamo molte lezioni da imparare dalla natura ... Ci stanno dicendo che la competizione migliora tutto. E se invece fosse la cooperazione a farlo? C'è una precondizione, però, al successo della cooperazione: l'onestà. E qui si apre una pagina dolorosa per il nostro Paese.

Tornando al tema specifico dell'ambiente e della Pubblica Amministrazione, sul quale si poggiano la VIA e la VAS, nella quotidianità *la visione meccanicista prevale ampiamente sia negli approcci di studio dell'ambiente sia nelle strutture organizzative delle amministrazioni* (vedi Capitolo 1). La Pubblica Amministrazione può risolvere da sola i problemi della Pubblica Amministrazione? Sarebbe di no, perché la Pubblica Amministrazione è un pezzo, peraltro di dimensioni non irrilevanti e con grandi differenziazioni al suo interno, della società civile e di conseguenza le sue dinamiche non possono considerarsi artificialmente separate rispetto a tutto il resto.

Certo l'impressione è quella di assistere a un crescente *analfabetismo amministrativo*, non si sa in che misura *spontaneo* o frutto di processi più o meno consapevolmente messi in moto da chi della conoscenza profonda della macchina amministrativa ne fa una questione di potere secondo il principio che in una amministrazione si può fare tutto, basta preparare e mettere bene *in fila le carte* e solo a patto che

⁸ Gallino L., (2007), *Tecnologia e democrazia. Conoscenze tecniche e scientifiche come beni pubblici*. Einaudi, Torino

⁹ Funtowicz S., (2007), *Dalla dimostrazione competente alla partecipazione estesa*, in *Biotecnocrazia – Informazione scientifica, agricoltura e processi decisionali*, a cura di Modonesi C., Tamino G., Verga I. – Fondazione Diritti Genetici, Baldini Castoldi Dalai Editore, Milano

¹⁰ Bobbio L., (2006), *Dilemmi della democrazia partecipativa*, in *Democrazia e diritto*, Anno 2006, Fascicolo 4, Franco Angeli Editore, Milano

¹¹ <http://www.internazionale.it/opinioni/ferdinando-boero>



gli altri non sappiano. D'altra parte è indispensabile che la Pubblica Amministrazione metta in campo tutto il possibile per contribuire al processo della sua modernizzazione. Ora, è chiaro che *la norma da sola non basta, e che è il cambiamento culturale che migliora le prestazioni dell'amministrazione*. In particolare è necessario superare l'approccio meccanicista e andare verso un approccio organicista del *management* e questo va sottolineato soprattutto per l'amministrazione centrale che sembra essere quella culturalmente più arretrata a fronte di realtà regionali e locali – soprattutto nel Centro-Nord – nettamente più avanzate.

A tale proposito attività di aggiornamento e formazione sia dei vertici aziendali che del personale, focalizzato su tutta l'amministrazione centrale potrebbe essere una sfida di grande interesse.

A questo punto può essere utile chiedersi: al di là delle naturali resistenze al cambiamento proprie degli esseri umani e delle relative organizzazioni cosa rende così difficile il cambiamento nella pubblica amministrazione, a fronte delle conclamate e unanimi esigenze di modernizzazione? Chi vincerebbe e chi perderebbe se si cambiasse realmente? In poche parole, c'è un'enorme crisi di fiducia, che si traduce da una parte nella diffusa pratica dei comportamenti elusivi, e dall'altra in un aumento della litigiosità e della conflittualità, spesso *a prescindere* e che trovano origine in profonde diversità culturali che si traducono in visioni radicalmente diverse che mettono in moto un processo di confronto, a volte anche aspro, con il rischio concreto di *adeguarsi meccanicamente alle esigenze sovraordinate senza una reale adesione*, con conseguenze negative che in generale non giovano all'ammodernamento dell'amministrazione e portano ad atteggiamenti difesivi.

In tali evenienze il rischio concreto è che energie e intelligenze vengano impegnate non per fare buon governo o buona amministrazione, ma per condurre interminabili battaglie costellate da ricorsi e controricorsi che impegnano senza sosta la giustizia amministrativa, senza contare gli oneri finanziari a carico della collettività che spesso ne conseguono.

Sono questi problemi che stanno veramente sopra le capacità e le *buone* volontà di una singola amministrazione o di un singolo dirigente, e che ancora una volta interessano l'intero sistema. Con tutto ciò, credo sia importante in chiusura ribadire che la tematica ambientale, per tutti i motivi che si è cercato di enucleare in questo scritto, costituisce un contesto di elezione per tentare di sperimentare e progressivamente mettere in atto i processi di innovazione e ammodernamento del-

la pubblica amministrazione. L'elevato contenuto tecnico-scientifico delle problematiche ambientali, il forte coinvolgimento della pubblica opinione e dei diversi portatori di interesse, la trasversalità rispetto alle politiche di settore, la necessità di integrazione tra amministrazioni differenti – si pensi agli impatti interregionali e transfrontalieri (vedi Capitolo 6) – tutto questo rende veramente la tematica ambientale un contesto in cui gli approcci innovativi di gestione possono esplicitare tutte le loro potenzialità.

Certo i tempi possono essere – anzi saranno sicuramente – non brevi, vanno messe nel conto battute di arresto e retromarce, ma le dinamiche che ci sovrastano non credo offrano alternative praticabili al cambiamento: chi continua perveracamente ed elusivamente a nuotare nell'acqua stantia dello status quo è in realtà un miope che danneggia se stesso e i propri figli.

L'esempio francese: la legge Grenelle

Le *Grenelle Environnement* è il più importante processo di riforma legislativa francese probabilmente mai realizzato, e tuttora in fase di realizzazione, in materia di ambiente ed ecologia. Il termine deriva da *Rue de Grenelle*, una via di Parigi dove ha sede il Ministero del Lavoro, nel quale nel 1968 fu raggiunto, dopo accesi dibattiti, uno storico accordo tra rappresentanti del governo e parti sociali, sull'aumento del salario minimo e sulla riduzione dell'orario di lavoro settimanale.

Viene istituita in Francia nel luglio 2007 una Commissione di lavoro, sotto la presidenza di Nicolas Sarkozy, con l'obiettivo di pervenire alla definizione, in un arco temporale di circa quattro mesi, di un insieme di misure e orientamenti in materia di ecologia, sviluppo e pianificazione sostenibile, condivisi e legittimati da parte dello Stato e della società civile. Tali orientamenti sono confluiti in una Legge quadro relativa alla attuazione della legge Grenelle, denominata Legge *Grenelle I*, sottoposto a studio di impatto rispetto ai tre pilastri dello sviluppo sostenibile e approvata definitivamente dal Senato e dall'Assemblea nazionale il 23 luglio 2009 e pubblicata il 3 agosto 2009¹².

La legge merita un attento esame per due ragioni fondamentali:

- la prima, è che non si tratta di un semplice accordo o di un documento di programmazione ma di una legge quadro *operativa*, che indirizza risorse pubbliche e private verso specifici obiettivi di politica ambientale;

¹² Legge Grenelle I del 3 agosto 2009, n. 967

- la seconda, è che gli orientamenti e le strategie definiti sono il risultato di un lungo processo di concertazione tra diversi *stakeholder*; è proprio la previsione di un quadro coordinato di interventi sull'economia e di un processo partecipativo in grado di consentire il superamento di numerosi problemi ed ostacoli in maniera preventiva, a marcare la differenza.

Le Grenelle Environnement può non a torto definirsi un vero e proprio progetto di riforma a tappe, caratterizzata da un forte coinvolgimento di più attori all'individuazione delle strategie nazionali decisive ai fini di uno sviluppo sostenibile.

La prima tappa di questo processo va dal 15 luglio a fine settembre 2007 ed è stata dedicata alle proposte di dialogo e allo sviluppo di proposte delle parti sociali, appositamente organizzate in sei gruppi tematici, rispettivamente dedicati a:

- lotta contro il cambiamento climatico e controllo della domanda di energia;
- conservazione delle risorse naturali e della biodiversità;
- Sviluppo sostenibile e ambiente favorevole alla salute umana;
- produzione e consumo sostenibili;
- una democrazia ecologica;
- modello di sviluppo ecologico, occupazione e competitività.

Ogni gruppo di lavoro, presieduto da personalità indipendenti, era composto da 40 membri in 5 collegi e aveva l'obiettivo di rappresentare i principali attori socioeconomici: Apparato statale, governi locali, ONG, imprese e sindacati, al fine di proporre le misure necessarie per una strategia nazionale, individuando al contempo tutti gli ostacoli da superare (giuridici, sociali, finanziarie, tecnici). Sulla base delle risultanze emerse nel corso dei lavori preparatori, si è successivamente aperta una fase di consultazione pubblica durata per circa un mese ed attuata attraverso l'organizzazione di riunioni pubbliche e forum on-line. Si sono così svolte quattro giornate di *round tables*, cui è seguito il lancio di 34 comitati operativi a livello ministeriale nel dicembre 2007, fino a giungere, in ultimo, alla fase parlamentare. Attraverso la fase di riflessione pubblico-sociale si è giunti all'individuazione di 268 impegni di politica nazionale cui dar risposta legislativa attraverso la formulazione legislativa di un azione di programma nel successivo momento di vaglio politico istituzionale. Il 23 luglio 2009 è stata approvata (promulgata 3 agosto 2009) dal Parlamento, quasi all'unanimità, la Grenelle I, *Loi n° 2009-967 de programmation relative à la mise en oeuvre du Grenelle de l'environnement*, composta da 57

articoli e suddivisa in sei Titoli:

- I. *Lotta al cambiamento climatico*;
- II. *Biodiversità e ambienti naturali*;
- III. *Rischi per ambiente e salute, rifiuti*;
- IV. *Lo Stato esemplare*;
- V. *Governance e informazione*;
- VI. *Disposizioni specifiche per i Territori d'Oltremare*.

Il *Titolo I* riguarda la lotta contro il cambiamento climatico. In tale ambito è in particolare confermato l'impegno preso dalla Francia di ridurre a ¼ le sue emissioni di gas con effetto serra tra il 1990 e il 2050 e di portare l'utilizzo di energie rinnovabili almeno al 23 % del consumo energetico complessivo entro il 2020 (art. 2). Per il settore dell'edilizia è disposto che tutti i nuovi edifici per i quali è richiesto un permesso di costruzione a partire dalla fine del 2012 (e del 2010 per gli edifici pubblici) presentino un piano di consumo di energia primaria inferiore, di media, ad una soglia di 50 Kwh per metro quadrato all'anno. In particolare lo Stato si fissa come obiettivo di rinnovare l'edilizia pubblica, per ridurre i consumi di energia di almeno il 40 % e l'emissione di gas ad effetto serra di almeno il 50 % entro otto anni. La legge stabilisce inoltre che la Francia concorra alla creazione di una piattaforma europea sulla *ecocostruzione* per la realizzazione di edifici a basso consumo energetico. Con riferimento al *settore dei trasporti*, il provvedimento pone l'obiettivo di raggiungere entro il 2020 una riduzione del 20 % delle emissioni di gas ad effetto serra (art. 10). A tale fine, è favorito lo sviluppo del trasporto ferroviario e di trasporto combinato per offrire un'alternativa ai trasporti su strada; la crescita delle capacità portuarie francesi e lo sviluppo di specifiche *linee di autostrade del mare*; la modernizzazione della rete fluviale; lo stimolo allo sviluppo dei trasporti collettivi per le persone.

Il *Titolo II* è dedicato alla biodiversità, agli ecosistemi e agli ambienti naturali. In tale settore, sono stabilite nuove regole per combattere il fenomeno della perdita di biodiversità degli ecosistemi, attraverso interventi in diversi campi. In particolare la legge pone l'obiettivo della creazione entro il 2012 di una rete di *trame verte et bleue*: una *continuità ecologica* tra ambienti limitrofi, al fine di assicurare la tutela globale della biodiversità per le specie di terra e di mare.

Il *Titolo III* riguarda la prevenzione dei rischi per l'ambiente e la salute e in materia di rifiuti. È prevista, in particolare, la realizzazione, di un dispositivo che permetta di registrare le esposizioni a sostanze cancerogene, tossiche ecc. di un dipendente, in determinati settori e aree geografiche. Con riferimento al settore rifiuti, è stabilita in primo luogo la *politica di riduzione dei rifiuti*. È inoltre



introdotta una gerarchia nel trattamento dei rifiuti, nel rispetto della *Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008*, che prevede le seguenti fasi: prevenzione, preparazione in vista del reimpiego, riciclo, valorizzazione della materia, valorizzazione energetica e eliminazione. In secondo luogo, sono fissati gli *obiettivi nazionali* in materia di rifiuti: riduzione del 7% dei rifiuti prodotti per abitante nei prossimi cinque anni; aumento del riciclo della materia e dell'organico dei rifiuti domestici, con il fine di raggiungere un tasso di riciclaggio del 35% del totale di tali rifiuti entro il 2012 e del 45% entro il 2015 (nel 2004 il riciclo era del 24%); raggiungimento del tasso di riciclaggio del 75% dei rifiuti costituiti da imballaggi, rifiuti prodotti da attività agricole; miglioramento del trattamento di rifiuti organici, favorendone la gestione domestica e riduzione del 15% entro il 2012 della quantità di rifiuti destinati a discariche o inceneritori.

Il *Titolo IV* è dedicato allo *Stato esemplare*. In tale ambito sono fissati una serie di obiettivi che si pone lo Stato per la tutela ambientale. Innanzitutto è stabilito che esso prenderà le misure necessarie affinché i progetti di legge siano presentati con *uno studio d'impatto* ambientale. Inoltre lo Stato si impegna ad acquistare, a partire dal 2009, solo veicoli dotati di *bonus ecologico* e, a partire dal 2010, solo legname certificato o proveniente da foreste gestite in modo sostenibile. Entro il 2012 si pone inoltre l'obiettivo di ridurre il consumo di carta delle proprie amministrazioni e favorirne il riciclo. Per i servizi di ristorazione delle amministrazioni statali, si impone di ricorrere a prodotti biologici per un 15% degli ordini nel 2010, e per un 20% nel 2012. È inoltre favorito nelle amministrazioni e nei servizi dello Stato il ricorso al *car pool*. Le amministrazioni realizzeranno un *piano per la propria efficacia energetica*.

Il *Titolo V* riguarda la Governance, l'informazione e la formazione. In tale settore, in particolare, lo Stato si impegna a coinvolgere le collettività territoriali nell'elaborazione e realizzazione della strategia nazionale di sviluppo sostenibile, a rafforzare la disposizione del Codice degli appalti pubblici che prevede la presa in considerazione dell'impatto ambientale dei prodotti o dei servizi legati al loro trasporto.

È prevista inoltre la realizzazione di un portale internet dedicato all'ambiente, al fine di permettere ad ognuno di accedere alle informazioni ambientali gestite dalle autorità pubbliche. È poi stabilito che le pratiche di perizia pubblica in materia di ambiente e sviluppo sostenibile siano riorganizzate. È inoltre specificato che la buona

governance di un'impresa dovrà riguardare anche la migliore accessibilità delle informazioni relative alle conseguenze sociali e ambientali delle sue attività e che i consumatori dovranno poter disporre di informazioni complete sulle caratteristiche della *coppia prodotto/imballaggio*. È anche stabilito che saranno promosse campagne pubbliche di informazione sul consumo energetico sostenibile e che lo Stato renderà più vantaggioso il prezzo di alcuni prodotti più rispettosi dell'ambiente, attraverso una tassazione di prodotti viceversa più dannosi. Sono promossi nuovi programmi per introdurre l'educazione allo sviluppo sostenibile nelle scuole. Il *Titolo VI* contiene alcune disposizioni relative ai Territori d'Oltremare.

L'obiettivo dell'istituzione della Grenelle de l'Environnement è stato quello di pervenire alla definizione di un insieme di misure e orientamenti in materia di ecologia, sviluppo e pianificazione sostenibile, condivisi e legittimati da parte dello Stato e della società civile, in cui gli obiettivi, le misure e le azioni, riferiti ai singoli settori, sono tutti strettamente coordinati tra loro in modo da garantire la certezza normativa. Ciò costituisce, tra l'altro, un possibile fattore di attrazione di investimenti da parte dei privati. Il nuovo modello di sviluppo prevede nuove disposizioni per ampliare l'ambito di applicazione della concertazione, programmi di formazione continua a tutti i livelli ed una vera e propria responsabilizzazione delle Amministrazioni Pubbliche. Quest'ultime, infatti, nell'assumere le proprie decisioni, devono tener conto delle conseguenze che possono provocare sull'ambiente, giustificare gli eventuali rischi ed individuare le possibili compensazioni.

Dopo poco più di un mese dall'approvazione della Grenelle I, il 15 settembre 2009, è iniziato al Senato l'esame in assemblea del secondo progetto di legge, che è stata definitivamente approvata dal Parlamento 29 giugno 2010 e promulgata 12 Luglio 2010, la legge Grenelle II, loi n° 2010-788 *portant engagement national pour l'environnement*. Mentre la Grenelle I fissa gli *obiettivi nazionali* della nuova politica ambientale francese, la Grenelle II rappresenta una declinazione tecnica e strumentale finalizzata al perseguimento di detti obiettivi, poiché prevede la definizione degli strumenti necessari per il raggiungimento degli obiettivi prefissati nella prima legge. La Grenelle I può essere definita una legge di pianificazione generale in materia ambientale.

Illustrare al contesto italiano di attori sociali, ambientali, istituzionali ed economici, oggi coinvolti direttamente e indirettamente nelle nuove sfide che la questione ambientale pone, una *best*

practice per due ragioni principali di rilievo politico e programmatico. La prima ragione risiede nel fatto che la Commissione, nel suo percorso strutturato di lavoro, ha reso possibile, a livello nazionale, l'apposizione di alcuni pilastri in materia di sviluppo sostenibile convertendoli in strategie nazionali da perseguire in vista dei grandi impegni e sfide ambientali, a livello europeo e internazionale, che oggi ogni Stato deve affrontare. Tra queste da non dimenticare, per il suo rilievo internazionale, la lotta contro il cambiamento climatico e l'adattamento alle sue inevitabili conseguenze, tema principale della conferenza della Convenzione delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici. Si tratta di un'assunzione di impegni importante che non può prescindere da una presa di coscienza e responsabilità a livello nazionale.

È dal lavoro, dal dibattito e dal contributo attivo di ogni soggetto coinvolto che emergono le visioni e gli orientamenti, e soprattutto l'impegno ad attivare azioni specifiche nei confronti dell'ambiente. L'attuazione di percorsi partecipativi nella costruzione di politiche ambientali, sicuramente di grande attualità ma spesso sottovalutate, è al cuore del lavoro della Commissione *Grenelle de l'Environnement*. Le questioni ambientali sono spesso generatrici di conflitti rilevanti e alla base di processi di decisioni lunghi, complessi, mal definiti e mal strutturati. Emerge la consapevolezza che il superamento dei conflitti, la presa di decisione e la legittimazione dell'azione, ma anche l'assunzione di impegni collettivi, possano essere agevolati dal ricorso a dispositivi partecipativi nella costruzione di piani, programmi e progetti che facciano propri i principi di democrazia deliberativa in materia di pianificazione e gestione sostenibile del territorio.

Verso il ruolo attivo del cittadino

Un approccio di tipo urbanistico alla questione della qualità ambientale della vita urbana, non è di per sé sufficiente per raggiungere l'obiettivo della sostenibilità, a ciò va aggiunto la ricerca della partecipazione del cittadino se non si vuole correre il rischio, oggi molto frequente, che le elaborazioni teoriche sul bello urbano, sulla vita in città e sulla struttura economica e sociale della città, dimentichino l'oggetto principale della vita urbana: l'uomo.

Punto di partenza è il ruolo fondamentale e insostituibile della città come *ambiente dell'uomo* - afferma Scandurra - e come luogo deputato alla produzione di ricchezze, sia

in forma di beni materiali, che immateriali. La città, però, è al tempo stesso il luogo dissipativo per antonomasia, il luogo dove si produce l'inquinamento, il luogo eccellente di ogni trasformazione energetica, il luogo dove, nel pianeta, si concentra la massima artificialità, il prodotto storico del secolare processo di trasformazione avviato dall'uomo nei riguardi dell'ambiente naturale per costruire il *proprio ambiente*¹³.

Per quanto riguarda la questione ambientale, invece, è certo che essa non esisterebbe, almeno nelle forme attuali, senza la città in quanto anche le piccole città svolgono un ruolo di predatore di risorse del territorio e contemporaneamente di luogo di concentrazione dell'inquinamento, della produzione sempre crescente di rifiuti, di separazione sociale, di segregazione, di intolleranza razziale, di scontro sociale e di conflitti; in sintesi, *un luogo dove la vita è diventata sempre più insostenibile*.

E' chiaro che il panorama urbano si presenta oggi molto differenziato. Non è infatti possibile paragonare i carichi ambientali e i problemi sociali che si rilevano in città concorrenti a livello mondiale, New York, Tokyo, Parigi, Londra e Milano, con le situazioni che si ritrovano nelle cosiddette città o cittadine della provincia europea e all'interno di queste tra città piccole e città medie. D'altra parte i livelli di comunicazione, il ruolo *invadente* dei mezzi di comunicazione di massa portano la cognizione del disastro urbano, specie delle grandi città, anche nei luoghi di provincia che, a causa dello sviluppo dei mezzi di trasporto, non si sentono più immuni dalla *insostenibilità* della grande città.

La qualità della vita urbana ormai non è più riferibile a semplici parametri di reddito o a certi livelli di servizio ma coinvolge sensazioni, percezioni, spesso non quantificabili che spostano il baricentro dall'*avere* all'*essere*. Molto spesso le città che pure hanno una importanza mondiale occupano posti situati molto in basso nelle graduatorie della qualità della vita.

Le Amministrazioni Locali, unità politiche per tradizione più vicine ai bisogni del cittadino, si trovano ad affrontare situazioni in netto contrasto. Da una parte i modelli di cultura dominante impongono, attraverso i mezzi di comunicazione di massa, un modello di vita che guarda allo spreco energetico e ambientale come unica possibilità per raggiungere il benessere e la considerazione sociale. Dall'altra il cittadino/residente chiede una

¹³ Scandurra E., (1996), *La città che non c'è. La pianificazione al tramonto*, Dedalo, Bari



qualità della vita che non è possibile raggiungere se si segue il modello imposto dalla cultura economica dominante. Si moltiplicano allora i contatti internazionali, specie tra Sindaci, per cercare di individuare iniziative comuni verso l'obiettivo della sostenibilità urbana e per cercare di coinvolgere il cittadino per il raggiungimento di questo obiettivo. Questi tentativi spostano l'enfasi e l'oggetto della sostenibilità, accettando di fatto, anche se non esplicitamente, l'assunto ambientalista *pensare globalmente, agire localmente*, visto anche il continuo fallimento dei cosiddetti accordi globali di cui la Conferenza di Rio del 1992 è l'esempio più evidente. Quella Conferenza si poneva l'obiettivo, ratificato da tutti i paesi partecipanti, di ridurre a livello nazionale le emissioni di CO₂, obiettivo ribadito poi dal Protocollo di Kyoto. Allo stato attuale e nonostante la stagnazione economica dei paesi industrializzati, questo obiettivo sembra ormai fallito. Ecco allora che la risoluzione dei problemi urbani, come ad esempio il traffico, anche a livello locale, sembra ormai l'unica strada, non tanto per centrare l'obiettivo ma almeno per dare un segnale di fattibilità.

L'approccio urbano permette, a differenza di quello a livello nazionale o regionale di identificare i segmenti di spreco e di dissipazione ambientale e permette quindi di attuare misure per rimuoverne le cause. Molto spesso sono i diretti fruitori dei beni ambientali ad individuare le aree di spreco e quindi possono, se esiste la consapevolezza, ridurre i consumi di ambiente senza rinunciare alla qualità dei servizi.

Le città, come è noto dalla geografia urbana, differiscono per sito e posizione. Non è quindi possibile proporre soluzioni che si possano rigidamente applicare a tutti gli ambiti urbani. I quadri di riferimento non risultano ben definiti, per cui la possibilità di proporre approcci innovativi risulta del tutto aleatoria. Purtroppo l'autorità locale, nel momento in cui decide di svolgere il ruolo di manager degli ecosistemi, si impegna solo nel settore metabolico della città e addirittura c'è qualcuno che lo codifica. L'autorità locale deve svolgere il ruolo di manager degli ecosistemi, impegnandosi ad assicurare che il flusso lineare che conduce alla trasformazione delle risorse naturali in rifiuti ed inquinanti si trasformi in un flusso circolare, di adattamenti spontanei, tipico di un ecosistema.

Viene così completamente perduta la lezione commoneriana della gestione del ciclo tecnologico a partire dai produttori, che tante riflessioni aveva stimolato negli anni settanta¹⁴. Burocrati e amministratori evidentemente non hanno memoria sto-

rica. Alcuni parametri dovrebbero essere riportati alla reale capacità delle politiche dell'Unione Europea a incidere sulle caratteristiche e sui parametri di prosperità urbana in termini ambientali. Dal 1991 l'Unione Europea ha cercato di sistematizzare il proprio intervento a favore della protezione ambientale, orientando la propria politica allo scopo di promuovere gli obiettivi dello sviluppo sostenibile, con una più solida base giuridica nell'ambito del diritto comunitario, fino alla formulazione di indirizzi di politica, ma non di piano per quanto riguarda gli interventi su scala urbana, come nota Bettini¹⁵.

Questo pensiero è certamente condivisibile anche se sembra che le politiche in tema di sostenibilità siano di recente cambiate proprio attraverso l'utilizzazione di strumenti come l'adozione della Agenda locale 21. Questo cambiamento può intendersi come un passaggio dalla teoria alla pratica con tutti i limiti che un tale passaggio comporta specie nelle prime fasi. La città, che nonostante tutto resta un luogo di forte aggregazione e di confronto, sembra essere il luogo ideale da cui partire perché la partecipazione *possibile* nasce dai bisogni immediati, quindi dai bisogni urbani che sono quelli più vicini al cittadino.

Temi come la dismissione della centrale nucleare del Garigliano, ormai ferma dal 1974, la storia della chimica a Porto Torres, morente fin dalla fine degli anni Ottanta, il sito unico di Scanzano e la cosiddetta TAV in Val di Susa, hanno in comune il fatto di essere storie non risolte e l'esperienza induce a pensare che l'epilogo non è a portata di mano. Tutte hanno a che fare con il tema della decisione politica o, se vogliamo essere più precisi, della capacità di non prendere una decisione politica o, quando questa è stata presa, la capacità di rimandarla o di rimetterla in discussione. Hanno anche un altro tratto in comune: in tutte queste storie si assiste a quello che potremmo definire *l'esproprio del territorio da parte dello Stato rispetto alle popolazioni locali*. E contemporaneamente si registra l'incapacità di restituire questo territorio alle sue naturali vocazioni anche quando le attività industriali sono praticamente chiuse, come nei casi di Porto Torres e del Garigliano, dove l'esproprio è una conseguenza della scelta di non decidere.

Il problema principale è la difficoltà per i nostri politici, nonostante le varie devolution, di capire che non è più tempo delle decisioni prese dall'alto e non condivise a livello locale. Viene sistematicamente ignorata la necessità di discutere le scelte con le popolazioni e spesso, come nel caso di Scanzano, la decisione viene presa all'insaputa anche delle Autorità Locali, creando conflitti che

¹⁴ Commoner B., (1999), opera citato da Scandurra E., op. cit.

¹⁵ Bettini V., (1996), *Elementi di ecologia urbana*, Einaudi, Torino

attraversano trasversalmente tutti gli schieramenti politici.

Il dubbio è che la smania decisionista del Governo ottenga risultati opposti a quelli prefissati: il blocco della decisione politica, ma non solo. Non è ancora chiaro ai nostri governanti il rapporto tra interessi globali e interessi locali, al punto che le proteste locali vengono etichettate come manifestazioni di gretto provincialismo. Tutto ciò aumenta la distanza tra il cittadino e lo Stato, ma questa sembra essere, anzi è, l'ultima preoccupazione dei governanti.

Di fronte ai fatti di Scanzano e a quelli della Val di Susa è stata invocata la sindrome Nimby, giustificando il rifiuto delle popolazioni locali con questa antiquata e banale teoria per cui tutti sono d'accordo sui progetti, ma tutti vogliono che si realizzino fuori del proprio giardino. Di fatto non abbiamo prove dell'esistenza di tale sindrome: abbiamo, invece, la prova provata del rifiuto da parte del Governo di discutere le scelte di sviluppo con le popolazioni locali e l'abitudine, estintasi in gran parte del mondo industrializzato, di far calare le decisioni dall'alto, trattando i cittadini da sudditi. D'altra parte anche recenti conflitti, come i re-gasificatori, la nuova centrale a carbone di Civitavecchia e la base americana di Vicenza, non contengono elementi riportabili alla sindrome Nimby. Le popolazioni non hanno in nessuno di questi casi invocato *lo spostamento* degli impianti, vi si sono opposti per altri motivi che riguardano l'ambiente, l'energia e la vita civile.

Un tentativo di decisione politica condivisa sembra non più eludibile: in caso contrario nel nostro Paese si affermerà un clima di sfiducia e di diffidenza, che non permetterà la realizzazione di nessuna opera.

Possiamo dunque dire che il contributo di una sociologia dell'ambiente, dell'energia e del rischio, come ormai viene definita in Francia, sta nella consapevolezza che un approccio che tenga conto delle *coordinate* politiche a tutti i livelli di governo non è più rinviabile.

Un altro aspetto da non trascurare quando si parla di rischi tecnologici, è il disaccordo esistente tra gli esperti che può generare confusione nella opinione pubblica. Fin quando quindi policy maker ed esperti non comunicheranno con trasparenza, semplicità e chiarezza tutto quello che la gestione dei rischi tecnologici può comportare a livello non solo di benefici/vantaggi ma anche di costi/rischi, sarà difficile ottenere il consenso dell'opinione pubblica.

Gli ultimi anni hanno visto emergere fenomeni politici che sono stati definiti sinteticamente col

nome di *devolution*. Nelle intenzioni di chi promuove questo tipo di politica, dovrebbe trattarsi di un trasferimento di competenze su vari argomenti dagli organi centrali dello Stato agli Enti Locali in ogni settore delle azioni di governo. Nel campo delle politiche ambientali, di fatto, ciò non è avvenuto. Al contrario, recenti provvedimenti come la legge obiettivo, in nome di un presunto interesse nazionale sulle grandi opere, ha eliminato anche minime forme di partecipazione del cittadino che erano contenute nella normativa VIA che la legge obiettivo ha di fatto revocato.

L'aver di fatto abolito le forme di partecipazione del cittadino per i temi ambientali, come per quelli elettorali in modo ancora più evidente, ha fatto sì che le popolazioni interessate da progetti di sviluppo abbiano risposto con movimenti provenienti dal basso che hanno modificato i metodi di partecipazione propri della politica. Questo in relazione ad una sensazione diffusa di perdita di controllo sulle scelte collettive, la cui competenza è di Enti ed Organismi che sono identificati come controparte. La Regione è l'organismo che ha avvertito di più questo fenomeno, anche perché l'organizzazione della partecipazione è ancora oggi organizzata in forme tradizionali, come ad esempio i partiti. Nella coscienza collettiva, al contrario, queste forme sono considerate desuete. Al loro posto i cittadini si aggregano in forme associative alternative, come ad esempio associazioni di consumatori, associazioni di cittadini per la difesa del territorio o di istanze locali, comitati di zona e blogisti. Di fatto queste nuove forme associative si vanno proponendo come organizzazioni alternative alle forme tradizionali di rappresentanza politica e ciò avviene anche nel campo delle tematiche ambientali. Nel nostro Paese esiste una domanda consistente sulle tematiche ambientali ed energetiche sistematicamente ignorata dalle istanze superiori. In una indagine svolta dall'Enea¹⁶ gli Amministratori Locali lamentano, rispetto alla Regione ma in parte anche rispetto alla Provincia, la mancanza di esercizio di un ruolo che essi ritengono fondamentale: il ruolo di coordinamento delle istanze locali. Questo clima non favorevole al dialogo può produrre situazioni addirittura paradossali. Una situazione classica è quella in cui la presenza di un conflitto può portare le Amministrazioni Locali a contestare o a rifiutare anche attività che vanno nel senso di un miglioramento della situazione ambientale, ad esempio nel senso di una migliore conservazione della biodiversità. A prima vista questo atteggiamento

¹⁶ Borrelli G., Carrabba P., Padovani L. M., Di Giovanni B., Palma R., (2007), *Politica locale e biodiversità*, Enea, Roma



mento sembra irrazionale, anche se a ben vedere la percezione della perdita di autonomia nella gestione del proprio territorio porta alla fine ad un rifiuto generalizzato.

Nella stessa indagine viene rilevata la necessità di coinvolgere i cittadini fin dall'inizio nel processo decisionale su azioni di politica ambientale e questo comporta che gli stessi siano adeguatamente informati. In altre parole, non bisogna mettere la gente di fronte al fatto compiuto o ad alternative già prefissate o non realmente tali, né distribuire depliant illustrativi e saggi difficili da comprendere, tali da scoraggiare, di fatto, lo sforzo di apprendimento ed approfondimento necessario. Questo tipo di approccio può provocare, infatti, un senso di emarginazione o manipolazione.

Il principio della partecipazione, alla base delle costituzioni democratiche, emerge sempre di più in termini di consapevolezza nei vari ambienti responsabili delle decisioni riguardanti lo sviluppo di politiche ambientali idonee al mantenimento del patrimonio naturalistico. Questo principio si è trasformato nel tempo in emergenza e ha spostato il centro delle valutazioni da considerazioni scientifico-tecniche, economiche e di strategia generale classica ad altre di tipo etico, democratico, nonché verso la ricerca di obiettivi sociali.

La considerazione di questi fattori nell'ambito dei processi decisionali, relativi alla salvaguardia dell'ambiente naturale, è molto complessa. Ad esempio, l'esistenza di una certa correlazione tra l'eco nei media e la sensibilità dell'opinione pubblica, non chiarisce se sono i media che stimolano la sensibilità nei confronti di questi temi, o se i media ne parlano in quanto le persone sono sensibili a tali questioni. Questi fattori non agiscono nel processo mentale in maniera autonoma l'uno dall'altro, ma interagiscono secondo meccanismi sinergici di antagonismo e di oscuramento, producendo risultati attitudinali e comportamentali difficilmente prevedibili su scala individuale e collettiva e soprattutto mutevoli nel tempo e nello spazio.

Per quanto riguarda l'area del rischio ambientale ci si attende che le scienze sociali e comportamentali portino un contributo fondamentale per il decisore. Si tratta di fornire risposte convincenti alle persone su quanto sia socialmente accettabile e legittima la decisione politica. Tutto ciò avviene spesso in situazioni di incertezza circa gli eventi e le loro conseguenze, con segmenti di popolazione che, se da un lato si aspettano benefici da tali decisioni, allo stesso tempo dall'altro non tollerano intrusioni di legge nella sfera della libertà individuale.

Le Smart City e il paradigma della partecipazione

Le città intelligenti, o *Smart City*, sono diventate ormai da anni un paradigma di riferimento nella definizione di possibili percorsi di sviluppo per le città. Le *Smart City*¹⁷ coniugano in un unico modello urbano tutela dell'ambiente, efficienza energetica e sostenibilità economica, con l'obiettivo di migliorare la qualità della vita delle persone che vi abitano e creare nuovi servizi per i cittadini e per le Pubbliche Amministrazioni. La *Smart City* è un sistema organico in cui infrastrutture, servizi e tecnologia si uniscono per offrire un centro abitato a misura d'uomo.

La razionalizzazione dei consumi energetici, la produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili, la realizzazione di nuovi prodotti e servizi, nonché l'attivazione di nuove competenze scientifico-tecnologiche a livello locale, concorrono a creare un eco-sistema urbano efficiente e integrato. Nelle città intelligenti i sistemi di trasporto sono sostenibili, l'illuminazione pubblica è efficiente, gli edifici sono equipaggiati con sensori e dispositivi finalizzati a razionalizzare i consumi energetici e a creare maggiore consapevolezza da parte dei cittadini, le reti energetiche sono gestite in ottica *Smart*.

Su questo tema, si è molto dibattuto e scritto, molto probabilmente non esistono più Amministratori Locali che non siano a conoscenza di questo modello. Sembrano invece meno numerosi coloro che hanno piena consapevolezza del fatto che l'apertura dei processi decisionali alla partecipazione di cittadini e associazioni comporta un trasferimento di potere da un soggetto a un altro¹⁸. La questione non sembrano essere gli strumenti. Anzi, in tema di partecipazione, la cassetta degli attrezzi a disposizione è ormai teoricamente ricchissima ma nella pratica, troppo spesso ci si è concentrati sulle tecniche e sui processi, perdendo di vista i risultati che questi avrebbero dovuto raggiungere e ciò riguarda da vicino la capacità che avranno le élite locali (o i cittadini per loro) di definire un nuovo sistema di regole che, dopo avere garantito la corretta rilevanza alle fasi di ascolto, porti all'implementazione delle decisioni, attraverso la concreta cessione di potere dai pochi ai molti.

Il dibattito in corso, ha investito anche la definizione stessa di *Smart City*, generando una proliferazione di opinioni e punti di vista talvolta discordanti che hanno saputo cogliere solo parzialmente il fenomeno. Negli anni hanno talvolta dato luogo a distor-

¹⁷ Per una nozione completa si veda anche il Capitolo 13- Le aree urbane

¹⁸ Anci (Associazione italiana Comuni Italiani), Forum PA, (2013), Osservatorio nazionale *Smart City*, *Vademecum per la città intelligente*

sioni semantiche, contribuendo a generare l'idea che una città si possa definire Smart anche se conduce singole iniziative estemporanee e non coordinate, ad esempio installando una colonnina sperimentale per la ricarica elettrica dei veicoli o fornendo servizi di infomobilità alle fermate dei mezzi pubblici.

Al contrario, si è ormai consolidata la convinzione che la realizzazione di una Smart City tragga origine dalla costruzione di una visione strategica, pianificata, organica e connessa alla capacità di leggere le potenzialità dei territori, da parte di un organo politico in grado di ripensare la città in un orizzonte di lungo periodo e con un approccio integrato, che consenta di intervenire in un ampio ventaglio di ambiti.

Smart è dunque una città che:

1. secondo una visione strategica e in maniera organica, impiega gli strumenti dell'ICT come supporto innovativo degli ambiti di gestione e nell'erogazione di servizi pubblici, grazie anche all'ausilio di partenariati pubblico-privati, per migliorare la vivibilità dei propri cittadini;
2. utilizza informazioni provenienti dai vari ambiti in tempo reale e sfrutta risorse sia *tangibili* (ad esempio infrastrutture di trasporto, dell'energia e delle risorse naturali) sia *intangibili* (capitale umano, istruzione e conoscenza, e capitale intellettuale delle aziende);
3. è capace di adattare se stessa ai bisogni degli utenti, promuovendo il proprio sviluppo sostenibile¹⁹.

Questa definizione adottata nel recente rapporto redatto dalla Cassa Depositi e Prestiti nel 2013, *Smart City progetti di sviluppo e strumenti di finanziamento*, accentua un aspetto, quello del percorso, una sorta di tragitto che ciascun spazio urbano deve percorrere per diventare Smart, focalizzando l'attenzione sui bisogni dei cittadini, razionalizzando le risorse e rendendo più efficiente l'erogazione dei servizi, con l'obiettivo di migliorare la qualità della vita, anche attraverso un più attento coinvolgimento dei cittadini nei processi di governo e un monitoraggio puntuale dei bisogni reali. Se senza dubbio tra gli attributi chiave di una Smart City spicca l'importanza dell'Information and Communication Technology (ICT) e di infrastrutture e servizi, elemento che ha prevalso nella prima parte dello scorso decennio, poi però, emerge con forza sempre maggiore la necessità di valorizzare aspetti più soft, quali la governance tra gli stakeholder di una città, il suo capitale umano e le relazioni sociali all'interno della stes-

¹⁹ Cassa Depositi e prestiti, (2013), *Smart City progetti di sviluppo e strumenti di finanziamento*

sa. Il fine ultimo non è quindi quello della digitalizzazione, che rappresenta uno degli strumenti per migliorare la qualità della vita dei cittadini e garantire la crescita economica del territorio, ma è necessario dedicarsi infatti a sostenerne lo sviluppo delle sue dimensioni principali:

1. *economica*, in termini di presenza di attività innovative, di priorità data alla ricerca e sviluppo, alla capacità di attrarre capitale umano e finanziario, ad una attenzione nei confronti dello sviluppo sostenibile;
2. *sociale*, misurabile sulla base della centralità data alle reti sociali e ai beni relazionali, all'attenzione per i beni comuni, alla propensione all'inclusione e alla tolleranza;
3. di *governance*, non può esserci una Smart city senza un governo intelligente e, soprattutto, che non ponga il cittadino, insieme alle imprese, alle associazioni e alle famiglie, al centro dei suoi obiettivi. La governance di una Smart city presuppone l'adozione di un approccio che faccia propria la visione sistemica, la capacità di governo della rete, la cultura della partecipazione civica nella creazione di valore pubblico²⁰.

Nel nostro Paese le peculiarità del tessuto urbano, caratterizzato da sole 15 città con più di 200.000 abitanti, una diffusa presenza di città medie e l'85% dei Comuni con meno di 10.000 abitanti, in termini di propensione allo sviluppo sostenibile e intelligente, siamo in una situazione caratterizzata da:

1. un nucleo di grandi città (Genova, Torino, Bari, Milano, Firenze) che hanno avviato percorsi strutturati verso la Smart City attraverso un approccio *olistico* di messa a sistema di progetti e interventi in ottica unitaria, nonché di meccanismi di governance multilivello fra attori pubblici, del mondo produttivo, del mondo bancario, della ricerca e della cultura;
2. un numero significativo di Comuni, soprattutto medi, che negli anni hanno sperimentato e messo a regime interventi di grande qualità su settori specifici (mobilità sostenibile, e-government, efficientamento energetico, valorizzazione del patrimonio culturale, gestione integrata dei dati) e che ora iniziano a operare in direzione dell'integrazione con gli altri ambiti di intervento cittadino;
3. contesti urbani e di area vasta che, soprattutto a causa di un significativo divide territoriale, dimensionale e infrastrutturale, appaiono ancora in ritardo rispetto all'adozione di modelli di pianificazione e interventi basati sull'integrazione delle reti, dei servizi e degli attori

²⁰ Osservatorio nazionale Smart City, 2013



territoriali²¹.

Le azioni di sviluppo e ripensamento urbano improntate al modello della Smart city hanno assunto maggiore rilevanza nell'agenda dei Comuni italiani, con un'accelerazione evidente registrata a partire dal biennio 2011-2012, legata ad alcune condizioni preminenti di contesto:

1. le iniziative che l'Unione Europea ha messo in campo sulla sostenibilità ambientale²²;
2. l'attuale fase di contrazione delle risorse a disposizione, in particolare a livello locale, che ha spinto verso la ricerca di compartecipazione alle risorse, anche finanziarie, con soggetti privati;
3. la nascita della cabina di regia sull'Agenda Digitale – tradotta nelle disposizioni inserite nel c.d decreto *Crescita 2.0*²³. Con il decreto crescita del 2012, in Italia è stato inserito per la prima volta il concetto di *comunità intelligente* in una legge dello Stato. A livello istituzionale, questo rappresenta il primo passo nella definizione dell'architettura di una Smart City. Il principale merito della legge è quello di delimitare l'ambito della Smart City, utilizzando per la prima volta come punto focale nello sviluppo di una legge sulla ricerca e l'innovazione un perimetro applicativo piuttosto che un settore industriale e scientifico di riferimento. Oltre ad una serie di proposte che, trasversalmente ai vari articoli della legge, interessano la Smart City, quali ad esempio la creazione di un documento digitale unico, la costituzione del domicilio digitale, l'incentivazione di meccanismi di e-procurement, la promozione di Intelligent Transport System, l'istruzione, la giustizia e la sanità digitale. La necessità del *procurement pre-commerciale*, l'articolo 20, dedicato espressamente alle *Comunità intelligenti*, introduce tre aspetti focali:
 - a. lo statuto della cittadinanza intelligente, la cui sottoscrizione è condizione necessaria per ottenere la qualifica di comunità intelligente e il cui rispetto è vincolante per l'accesso ai fondi pubblici appositamente creati;
 - b. un catalogo del riuso dei sistemi e delle applicazioni ed uno dei dati e dei servizi informativi, la cui partecipazione limita

²¹ Dati dell'Osservatorio nazionale Smart City, aggiornati a settembre 2013

²² In particolare le European Industrial Initiatives a valere sul SET-Plan - Strategic Energy Technologies for Long Term - e l'innovazione digitale – si pensi al Tema 5: Open innovation per servizi internet nelle Smart Cities del CIP 2007-2013 – che hanno generato un salto in avanti nella progettualità di alcune grandi città, funzionale ad aumentare le possibilità di accesso alle opportunità provenienti dal contesto europeo

²³ DL 179/2012

anch'esso l'accesso ai relativi benefici;

- c. un sistema di misurazione basato su indicatori statistici relativi allo stato e all'andamento delle condizioni economiche, sociali, culturali e ambientali delle comunità intelligenti e sulla qualità della vita dei cittadini, di concerto con l'Istat e l'Anci.

A questi fattori *oggettivi* possiamo aggiungere un elemento meno visibile ma sicuramente influente: la volontà di molti sindaci e amministratori di trovare strumenti inediti di governo del territorio che consentano loro di costruire un futuro di sviluppo per la propria città. Questo compito però non è facilitato dalle condizioni di contesto, che costringono gli amministratori locali a concentrare spesso la loro azione sulle istanze urgenti che la crisi economica quotidianamente porta ai primi posti dell'agenda politica locale²⁴.

Con la nascita dell'Osservatorio Nazionale Smart City, promosso dall'Associazione Italiana Comuni Italiani (Anci) e gestita in collaborazione con Forum PA, vengono fornite a tutti i Comuni italiani le linee guida nella costruzione di una Smart City, attraverso una raccolta di *best practice* e una *repository* di applicazioni. Gli obiettivi dell' Anci, attraverso l'Osservatorio, sono:

1. aiutare dall'esterno le città a strutturare i progetti, mediante una messa in rete delle esperienze;
2. mappare, individuare e classificare le soluzioni tecnologiche oggi presenti nelle città, senza tralasciare gli strumenti di programmazione e i principali ostacoli normativi presenti²⁵.

All'interno del Vademecum per la città intelligente c'è un intero capitolo dedicato agli step della programmazione dove ampio spazio viene dato alla mappatura degli stakeholder del territorio e il loro coinvolgimento con una dettagliata descrizione dei metodi e delle procedure.

Il percorso che porta alla costruzione della vocazione economica e sociale della città intelligente non può più essere definito da poche persone, per quanto influenti, nel chiuso delle loro stanze ma richiede sempre di più il coinvolgimento dei cittadini che saranno interessati da quelle politiche, sia come destinatari che come (co)produttori. Nella lista delle priorità della Smart city emergono in particolare due fattori: definire la vocazione distintiva del territorio per generare sviluppo economico locale e dotarsi di un piano del welfare urbano in grado di rispondere al cambiamento degli assetti demografici e sociali in corso.

²⁴ Osservatorio Nazionale Smart City, 2013

²⁵ Cassa depositi e prestiti, 2013

Viene anche superato lo schema classico di partecipazione, basato sull'ascolto e l'inclusione del punto di vista dei propri interlocutori, a favore di un processo di profonda e strutturata collaborazione in cui ogni soggetto partecipa attivamente con le proprie risorse al conseguimento dell'obiettivo comune. Come già sottolineato l'obiettivo è di andare oltre la semplice partecipazione, vedendo gli attori del territorio non solo come portatori di interesse ma come veri e propri partner. Sembra assistere quasi ad un ribaltamento del paradigma che ha guidato i processi partecipativi inclusivi come furono disegnati vent'anni fa dalla Conferenza di Rio e da Agenda 21, che vede gli stakeholder non più come *portatori di interessi*, spesso divergenti, da condurre a sintesi, ma *partner e promotori di iniziative coordinate*.

Se prima della Smart City la *partecipazione* era un fattore rilevante ma non ineludibile della pianificazione territoriale, con la Smart City non c'è programmazione se non con il coinvolgimento attivo di cittadini, organizzati o singoli che essi siano, imprese e stakeholder.

Il processo di pianificazione condivisa all'epoca delle città intelligenti fa impennare l'intensità della partecipazione, che non ha più come obiettivo quello di partire da un *hearing* della cittadinanza per provvedere ad un'avveduta programmazione territoriale ma riconsegna all'intelligenza della città, intesa quindi come l'insieme di amministrazione, imprese, cittadini, la co-responsabilità delle singole progettualità e del disegno di sviluppo complessivo.

In questi anni l'esperienza ha dimostrato come i processi di policy making aperti e inclusivi siano funzionali a migliorare la *performance* democratica del governo locale e come lavorando con i cittadini, le organizzazioni della società civile, le aziende e gli altri stakeholder si siano potute migliorare le prestazioni e la qualità dei servizi pubblici. Il successo di una Città Smart è legato alla capacità di stimolare la comunità locale non tanto a *prendere parte* a un processo, ma più profondamente a *esserne parte*, attivando e mettendo in rete le proprie competenze e investendo direttamente le proprie risorse garantendo ascolto, presidio, interazione e comunicazione. La sfida è cogliere contestualmente il duplice obiettivo di migliorare la vita dei cittadini e di avviare processi di sviluppo economico locale, anche stimolando la nascita di attività imprenditoriali che sviluppino un'offerta locale di smart technology e di servizi di supporto, rispetto ad esempio alla digitalizzazione²⁶.

²⁶ Bigi M., Vaccari A., (2012), *L'innovazione richiede una nuova partecipazione*, Ecoscienza n. 5 Linea editoriale Arpa Emilia-Romagna

Gli ambiti in cui si sono mosse le città che aspirano a diventare Smart, sono stati elencati nel *Rapporto Smart City, progetti di sviluppo e strumenti di finanziamento*, curato dalla Cassa di Risparmio di Torino, allo scopo di individuare gli interventi ricorrenti e di delineare specifici trend geografici. La tassonomia proposta si compone di sette ambiti, a loro volta suddivisi in una serie di sotto-domini specifici, riportati nella Figura 27.1.

Figura 27.1 - Tassonomia degli ambiti di applicazione per una Smart City

Mobility & Transport	Economy and People
City Logistics Mobility Services Infomobility	Business & Entrepreneurship ICT Diffusion Human Capital
Buildings	Environment
Building Management Systems Home Energy Management Smart Appliances	Water Management Waste Management Pollution Control
Government	Energy
E-gov & E-dem Transparency Procurement	Smart Grid Renewable Energies Public Lighting
Living	
Education Healthcare Leisure & Hospitality	Public Assets Management Public Safety Welfare Services

Fonte: Politecnico di Torino

In particolare nell'ambito *Building*, si fa riferimento a quelle iniziative che, integrando una serie di sistemi in un ambiente domestico, puntano ad ottenere maggiore efficienza, in modo da limitare l'impatto negativo sull'ambiente che oggi caratterizza quest'ambito urbano. I principali rami dove si sta intervenendo riguardano la gestione energetica, in termini di soluzioni hardware e software che aiutano l'utente a ottimizzare i propri consumi, ma anche la domotica, ovvero quegli strumenti che permettono una migliore gestione e controllo di sistemi quali ventilazione, riscaldamento e raffreddamento, sicurezza, anti-incendio e ascensori. Un ultimo ambito applicativo, che muove i primi passi, è identificabile negli elettrodomestici intelligenti. Per poter realizzare un'abitazione intelligente *Smart House*, è infatti necessario che diventi intelligente ciò che ne rappresenta la prima voce in termini di consumi energetici. Immaginare di poter programmare in remoto la lavastoviglie, o impostare l'entrata in funzione della lavatrice quando il prezzo dell'energia è più basso, diverrà una realtà. In questo contesto è necessario sottolineare come i tre campi risultino strettamente correlati e come un loro sviluppo integrato sia



indispensabile per poterne sfruttare appieno le potenzialità. In Italia è stato realizzato un progetto per indagare sulle potenzialità offerte dalla penetrazione di nuove tecnologie e fornire indicazioni circa il grado di accettazione da parte dei consumatori e le relative preferenze per le SHT-*Smart House Technologies*²⁷.

²⁷ L'Unità Centrale Studi e Strategie dell'Enea ha realizzato, in collaborazione con Policy Studies Institute at the University of Westminster (Regno Unito, coordinatore), Cardiff University – School of Psychology (Regno Unito), ed Ecologic Institute (Germania), il progetto *Consumer preferences for smart homes: a comparative study between the United Kingdom, Germany and Italy*. Il progetto si è sviluppato da marzo 2012 a marzo 2013. I risultati ottenuti tramite la partecipazione attiva dei potenziali utilizzatori finali di tecnologie per la casa intelligente hanno mostrato similarità e divergenze nelle preferenze dei consumatori ed evidenziato possibili criticità su cui intervenire per favorire la diffusione di queste tecnologie nel contesto italiano.

Lo studio curato dall'Enea ha individuato dei consumatori-tipo, con una diversa accettabilità sociale del nuovo modello di comportamento²⁸.

²⁸ Amerighi O., Felici B., Corrias P., Borrelli G., Tommasino M.C., Rao M., (2013), *Casa intelligenti per consumatori intelligenti?*, Energia, Ambiente e Innovazione n. 3-4/2013 Enea, Roma

EnviNet, il social network ambientale

Dare un contributo alla tutela dell'ambiente e all'affermazione del modello di sviluppo sostenibile. Questo il messaggio di *EnviNet*, una vera e propria comunità virtuale dedicata alle idee per la sostenibilità: per occuparsi di ambiente e cercare di avviare processi che lo rispettino serve prima di tutto conoscenza.

Mettere in circolo le informazioni, e metterle a frutto, è la base dalla quale far partire scelte ecologiche intelligenti. *EnviNet* nasce con lo scopo di creare sinergie tra appassionati e addetti ai lavori che, attraverso il web, vogliono diffondere conoscenza, condividere progetti ed eventi ed entrare in contatto con potenziali sostenitori e collaboratori interessati allo sviluppo sostenibile.

La piattaforma si presenta come un tipico social network: una bacheca pubblica, forum di discussione, possibilità di condividere attraverso post informazioni o elementi multimediali, eventi in evidenza e messaggi privati. Come tutti i social dedicati a precisi settori anche *EnviNet* ha l'obiettivo di facilitare la nascita di sinergie nella community oltre che quello di trovare in rete nuove adesioni e promuovere iniziative ed eventi online.

EnviNet è una piattaforma online sviluppata nell'ambito del progetto *CARE* (Conservazione Ambientale Rafforzamento Economico), spin off dell'Università di Perugia. In *EnviNet* sono presenti gruppi tematici, ed ogni utente ne può aprire di nuovi; tra gli altri editoria ambientale, alberi, orto naturale, biodiversità da difendere, mobilità sostenibile, ambiente e bambini, e molti ancora. Inoltre ci sono tre gruppi internazionali, uno in inglese, uno in spagnolo ed uno in tedesco.

EnviNet ha ricevuto il *Green Awards 2012*, il premio alle sette categorie che difendono l'ambiente istituito da Sette Green, il dorso *verde* dello storico magazine del Corriere della Sera. Nello specifico il social è risultato vincente per la categoria Cultura, raccogliendo il riconoscimento in qualità di idea che promuove scelte di vita che tutelano la qualità dell'ambiente, mette in circolo le informazioni facendole fruttare in operazioni condivise intelligenti e amiche del pianeta.

EnviNet si è rivelato una buona modalità di concretizzazione dell'approccio dal basso, chiamato anche a piramide rovesciata, che comporta la ricerca e la proposta di soluzioni alle problematiche ambientali da parte dei cittadini, che rappresentano la collettività, cioè i veri *proprietari* e *fruitori* delle risorse naturali e dei servizi ecosistemici ad esse collegati.

Alcune iniziative che hanno *preso vita* dagli scambi in *EnviNet*: progetto di gemellaggio di parchi naturali in Italia e all'estero; il workshop *Web 2.0 e tradizione: insieme per l'ambiente* nell'ambito del Festival internazionale del giornalismo edizione 2013; contributo alla risoluzione di problemi ambientali di comunità locali; promozione di eventi in campo ambientale e di attività collaterali.

Per entrare nella community di EnviNet: <http://envinet.ning.com>

Il Regolamento di collaborazione fra cittadini e Comune

Il Comune di Bologna, con il supporto di Labsus e del Centro Antartide e con il sostegno della Fondazione del Monte, sta sperimentando una nuova modalità di cura dei beni comuni fondata sul modello dell'Amministrazione condivisa. Il progetto *Le città come beni comuni* intende fare della partecipazione attiva dei cittadini alla cura dei beni comuni urbani un tratto distintivo dell'amministrazione bolognese. Questo obiettivo viene perseguito agendo su due principali ambiti: da un lato un lavoro sul funzionamento dell'amministrazione comunale per rendere organigrammi, procedure e regolamenti orientati alle possibilità dei cittadini di attivarsi per la cura dei beni comuni, dall'altro la sperimentazione operativa di forme di gestione civica di spazi pubblici su tre aree della città, selezionate attraverso il pieno coinvolgimento dei quartieri. Il progetto prevede quindi l'*elaborazione* e l'*implementazione* di una normativa dedicata, la formazione del personale comunale coinvolto, la ricognizione delle esperienze di cittadinanza attiva presenti nella realtà bolognese.

Le centinaia di casi raccolti nella sezione di Labsus www.labsus.org intitolata *L'Italia dei beni comuni* dimostrano che l'Amministrazione condivisa può essere un modello complementare rispetto al modello di amministrazione tradizionale. Nella fase di avvio nei tre quartieri di Navile, San Donato e Santo Stefano si sono assunte per mesi tutte le informazioni necessarie e poi, una volta entrati nella fase operativa, ci sono stati periodici incontri per ragionare su quanto realizzato fino a quel momento in modo tale da trarne indicazioni su come andare avanti, correggendo gli errori. Infine, sulla base delle indicazioni emerse dai tre quartieri-laboratorio, un gruppo di lavoro interno all'amministrazione, sotto la direzione scientifica di Labsus, ha redatto il *Regolamento comunale* che disciplinerà la collaborazione fra cittadini e Amministrazione. Sottoposto all'esame dei dirigenti del Comune e di giuristi di varie università e infine portato in Giunta per l'approvazione finale e il regolamento è messo a disposizione degli Amministratori locali di tutta Italia attraverso il sito di Labsus e altri siti. Ogni Comune potrà scaricarlo, adattandolo alle proprie esigenze. Le diverse versioni che man mano saranno elaborate nei vari Comuni saranno a loro volta pubblicate nel sito di Labsus, creando così nel tempo un patrimonio di normative locali a disposizione di tutte le amministrazioni.

Il regolamento va a caratterizzare un nuovo modello di cittadino, quello dei cittadini attivi e solidali. Con il regolamento viene meno il paradigma dominante del diritto amministrativo in cui la Pubblica amministrazione eroga servizi e regole per usufruirne, ma c'è un paradigma nuovo di regole condivise, in cui i cittadini *erogano energia* a vantaggio della comunità e anche di loro stessi.

La assoluta novità sta nello strumento adottato, la collaborazione tra cittadini e Amministrazione si estrinseca nell'adozione di un atto amministrativo di natura non autoritativa, ma allo stesso tempo il Regolamento disciplina le forme di collaborazione dei cittadini con l'Amministrazione comunale per la cura e la rigenerazione dei beni comunali urbani, dando attuazione agli articoli 118, 114, comma 2 e 117, comma 6 della Costituzione.

Per informazioni: www.cittabenicomuni.it

Come si realizza la partecipazione del cittadino

Negli ultimi anni i metodi di partecipazione e il loro uso da parte delle amministrazioni a tutti i livelli hanno avuto un notevole impulso. I metodi di partecipazione del cittadino sono molteplici e sono ben sperimentati nei paesi industrializzati. Di seguito si presenta una breve rassegna.

Public Hearings: sotto questo nome viene indicato un insieme di meccanismi partecipativi. Esse tendono ad essere strutturate come forum aperti, in cui i membri del pubblico interessati ascoltano i temi oggetto delle riunioni. Le hearing hanno lo scopo di illustrare l'argomento e cercare il coinvolgimento individuale e della comunità. Sono un utile strumento di informazione diretta a livello locale. Le public

hearing sono consigliate in quei casi dove l'oggetto della partecipazione del cittadino non rientra negli interessi comuni. Sono necessarie quando l'argomento è la tecnologia, si pensi ad un impianto per lo smaltimento dei rifiuti, una centrale elettrica o ad esempio alle coltivazioni di Ogm. Scopo di questo metodo è quindi fornire una base di conoscenza comune sulla quale impiantare il processo di partecipazione. Il vantaggio evidente è quello di raggiungere in un solo momento un gran numero di persone, mentre lo svantaggio è quello relativo alle note tematiche della minoranza rumorosa per cui durante l'assemblea non tutti riescono ad esprimere una propria opinione.

Sondaggi pubblici: possono essere di complemento alla partecipazione pubblica, che si esprime attraverso le hearing, in quanto forniscono un



quadro più rappresentativo dell'opinione pubblica senza il momento della presentazione in pubblico. Attraverso il sondaggio è possibile ricevere una grande quantità di opinioni, sebbene in forma anonima. La forma anonima consente infatti di eliminare la possibile inibizione dovuta al parlare in pubblico ma contemporaneamente non consente risposte ad personam. Inoltre richiede l'utilizzo di buone pratiche metodologiche al fine di ottenere risultati validi.

Negoziazione delle regole: è un meccanismo istituzionale che si basa sulla rappresentatività degli interessi organizzati, è utile per la partecipazione dei cittadini e come mezzo per risolvere conflitti che possono derivare dalle scelte politiche e tecniche. Questo metodo è stato molto usato, e istituzionalizzato, nei paesi nordamericani per risolvere dispute relative alla presenza di popolazioni differenti. È stato utilizzato in Canada per le dispute tra indigeni e governo sul passaggio nelle terre dei primi dei grandi oleodotti. Il metodo si basa sulla rappresentazione degli interessi. Le diverse categorie sociali coinvolte presentano, tramite loro rappresentanti, una agenda di richieste che vengono mediate. Il governo sceglie un negoziatore, accettato da tutti, che media tra le varie esigenze e presenta la sua proposta, se possibile condivisa. Il vantaggio sta nella accettazione preventiva delle regole, mentre lo svantaggio può derivare dal ritiro della delega o da tempi troppo lunghi che portano ad una perdita di interesse e di legittimità.

Comitati cittadini di revisione: rientrano tra i meccanismi che consentono al pubblico inesperto di partecipare a decisioni che investono questioni complesse come quelle ambientali. Questa strada è stata spesso indicata dai cittadini residenti come uno degli strumenti più efficaci di partecipazione alle scelte di politica territoriale locale. In genere i Comitati affiancano le Amministrazioni Locali, fornendo loro un supporto sociale alle decisioni. Il vantaggio sta nel fatto che i membri del Comitato sono riconosciuti come cittadini informati e competenti, mentre lo svantaggio sta nel fatto che l'accettazione delle Amministrazioni della loro presenza limita la libertà politica di scelta degli Amministratori.

Focus Group: la tecnica dei focus group è molto simile a quella delle public hearing ma viene utilizzata in maniera più ristretta. In generale vengono formati due gruppi: al primo vengono fornite una serie di informazioni rilevanti, ad esempio su un progetto che coinvolga l'uso di alta tecnologia, mentre al secondo non vengono fornite informazioni. Il metodo prevede alla fine la raccolta dei pareri ad entram-

bi i gruppi e si misura in questo modo il peso della informazione data ad un solo gruppo. Il vantaggio è quello di poter agire su piccoli gruppi mentre lo svantaggio sta nella scarsa rappresentanza sociale dei gruppi coinvolti.

EASW (European Awareness Scenario Workshop): la metodologia EASW è uno strumento di partecipazione costruita per scenari, che consente di promuovere il dibattito e la partecipazione pubblica, particolarmente efficace in contesti locali, in cui è estremamente semplice associare ai problemi chi ha la responsabilità di risolverli. È stata inizialmente sperimentata in campo ambientale, soprattutto per la soluzione di problemi tipici degli ambienti urbani. Successivamente è stata utilizzata con successo nelle aree rurali ed in altri contesti territoriali. Può diventare un utile strumento per promuovere il passaggio a modelli di sviluppo sostenibile condivisi e basati su un uso più attento delle risorse. La metodologia è stata definita all'interno del Programma Value II della Direzione Generale XIII - D della Commissione Europea e serve a stimolare la partecipazione democratica nelle scelte legate al miglioramento delle condizioni di vita. Consente ai partecipanti di scambiarsi informazioni, discutere i temi ed i processi che governano lo sviluppo tecnologico e l'impatto delle tecnologie sull'ambiente naturale e sociale, stimolandone la capacità di identificare e pianificare soluzioni concrete ai problemi esistenti. Il metodo ha lo scopo di favorire soluzioni condivise tra le 4 classiche categorie di cittadini, ovvero cittadini residenti, esperti di tecnologia, amministratori pubblici, rappresentanti del settore privato.

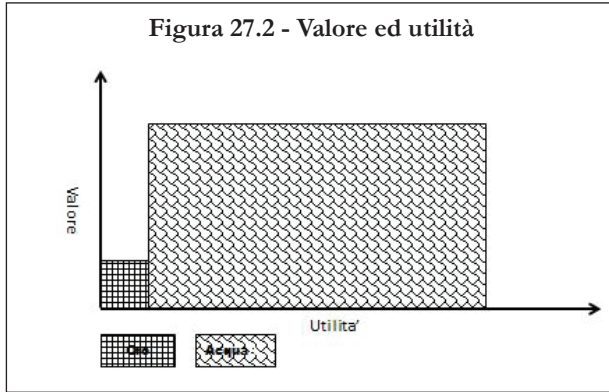
Esperienze in Italia. Dalla gestione delle emergenze alla gestione e promozione preventiva

La teoria dell'economia del benessere, dal suo inizio, ha sempre promosso la riflessione sui modelli di crescita e di sviluppo²⁹. L'importanza quantitativa dello sviluppo è stata predominante fino alla metà del secolo scorso e ha limitato l'analisi di questioni come l'equilibrio ambientale, l'equità intra e intergenerazionale e la strategia dello sviluppo sostenibile. Il modello quantitativo gradualmente e inesorabilmente ha cominciato a mostrare i suoi limiti di fronte al problema della scarsità. La scarsità può essere espressa attraverso il rapporto *utilità - valore* che

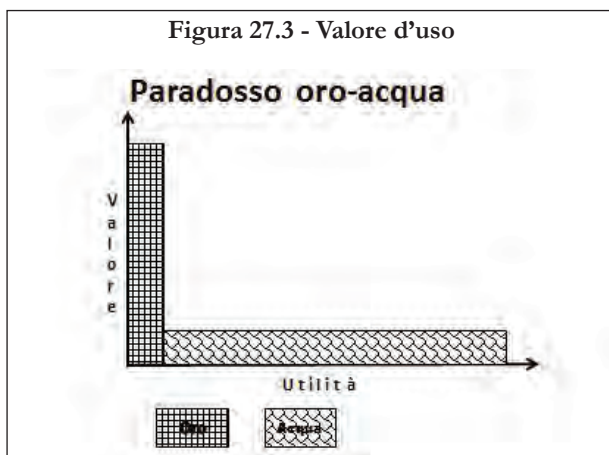
²⁹ Solow R. M., (1956), *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, No. 1. e Hirschman A.O., (1958) *The Strategy of Economic Development*, Volume 10, Yale University Press

compara due beni tra loro molto differenti: nel nostro esempio saranno presi in esame l'acqua e l'oro.

Osservando il valore e l'utilità dei due beni oro e acqua, sugli assi cartesiani (Figura 27.2) si può notare che l'acqua ha sia una maggiore utilità che un maggior valore rispetto all'oro.



Tale rappresentazione però non ha riscontro con la realtà del mercato, poiché un bene come l'oro, non utile, ha un valore molto alto e l'acqua, molto utile, un valore molto basso, come mostra la Figura 27.3.



Il paradosso è superato con l'approccio del valore legato all'utilità marginale, legando il valore alla disponibilità del bene, in accordo con un approccio di tipo inversamente proporzionale. In sintesi si può dire che un bene più è scarso e più alto è il suo valore. Il modello quantitativo di sviluppo ha posto gradualmente la necessità di un cambiamento in relazione alla scarsità delle risorse naturali. Beni considerati senza valore in passato hanno assunto un alto valore e da qui che nasce il passaggio dalla economia classica alla economia ambientale che ha alla base una nuova considerazione del territorio.

La carta di Todi

La Carta di Todi ha come parola chiave l'acronimo *Territory, Rural Areas, through Development, Innovation, Organization, Valorisation, friendly-user Technology, ICT sharing, Online Networking* come mostra la Tabella 27.1. La stessa è la componente principale con la quale questo processo innovativo può essere strutturato in modo da dare credibilità efficace e per cancellare la delusione crescente che di solito segue le principali riunioni internazionali: è necessario per trasformare le parole in azioni concrete, verso la fondazione del nuovo modello di gestione e promozione del territorio. La Carta di Todi e le iniziali della città, sono emblematici e di grande importanza per catturare l'attenzione: secondo la logica indicata dal *quadrangolo delle parole* illustrato nella Tabella 27.2. La Carta di Todi, attraverso la rappresentazione originale del quadrilatero delle parole, è una cornice affascinante di riferimento per la strategia operativa per lo sviluppo sostenibile.

Tabella 27.1 - L'acronimo Tradi - Ovation

Territory
Rural
Areas
Development (trough)
Innovation
Organization
Valorization
Agrofood Systems (and Agro-System)
Technology (User Frenedly)
Ict (Sharing)
Online
Networking

Tabella 27.2 - Il quadrilatero della città di Todi

Territory	hOlistic	Dematerialization	Invent
Tradition	Observation	Digitalization	Innovation
Training	Orientation	Demonstration	ICT
Tutoring	Organization	Development	Internationalization

Un modello possibile per i Contratti di Gestione Territoriale: i Contratti di fiume

Negli ultimi decenni a causa dei cambiamenti climatici e del crescente inurbamento della popolazione rurale nei paesi in via di sviluppo, sono aumentati



i rischi di eventi che comportano dissesto del territorio con impoverimento produttivo e socio-economico. Si stima che nel mondo i danni da calamità e da dissesto, siano superiori a 350 miliardi/Euro, circa il 7,5 dell'intero Prodotto Interno Lordo Mondiale. La crisi attuale si supera tornando alla economia reale limitando a limiti accettabili il ruolo della finanza e le speculazioni connesse. Ciò può avvenire ripartendo dal bene comune, il territorio.

Un approccio significativo a questo tema è stata la creazione di una Summer school a Perugia, dove si è cercato di dare una soluzione alle necessità di gestione delle diverse aree che sono limitrofe alla Università di Perugia. Queste aree, anche se naturalisticamente ricche, sono soggette a fenomeni di dissesto idrogeologico e a rischi di incendio in estate. Al fine di limitare tali rischi, sono state promosse attività di prevenzione attraverso l'utilizzo di sistemi *GPS* e *GIS*. L'obiettivo è quello di migliorare attraverso il costante monitoraggio, la protezione delle risorse ambientali, in particolare del paesaggio e della biodiversità, che trascinano sviluppo e buona qualità della vita. L'obiettivo è di avviare e consolidare un meccanismo che può rendere *il territorio soggetto che parla*, mediante l'uso di tecnologie di informazione innovative, tendenti alla diffusione, su scala planetaria delle eccellenze del territorio.

L'idea dei Contratti di gestione Territoriale nasce in Francia con la *contrats d'aménagement du territoire*. L'idea nasce per consentire la partecipazione attiva delle comunità locali nella gestione dei progetti di sviluppo sostenibile del territorio, senza trascurare azioni di difesa e salvaguardia ambientale, attraverso il coinvolgimento di cittadini e agricoltori. Dagli anni '80 ad oggi lo sviluppo di accordi di contrattazione tra le comunità statali e territoriali ha avuto successo in Francia diffondendosi nelle comunità urbane e ponendo all'attenzione la salvaguardia ambientale.

Sempre seguendo l'esempio francese, alcune tipologie di contratti regolano l'uso delle risorse naturali all'interno di una certa area. Il Tolone Bay, ad esempio, è un contratto tipico di contrattazione tra autorità locali, regionali e nazionali sulla qualità dell'acqua e sugli usi, nel quadro di un approccio integrato tra zona costiera e bacini fluviali.

In Italia, un esempio di contratto territoriale, ma con un fine diverso, è la *Carta delle Foreste di Lombardia* per una gestione sostenibile e durevole delle foreste demaniali e delle aree montane regionali³⁰.

³⁰ Calvo E., Mantovani F., (2008), *Valutazione della qualità degli impianti di latifoglie della Rete Regionale Sperimentale ERS.AF*, Rapporto tecnico interno, ERS.AF, Milano, e Calvo E. et al., (2005), *Metodologia di redazione della carta dei tipi forestali della Regione Lombardia*, V Congresso Nazionale SISEF, Torino, 27-30 settembre

L'obiettivo ha lo scopo di sostenere un modello sostenibile per lo sviluppo e la gestione delle Foreste della Lombardia. I contratti sono realizzati tra soggetti pubblici e privati al fine di favorire la collaborazione e la partecipazione delle comunità locali nel processo di sviluppo territoriale. Tuttavia lo scopo non è la prevenzione dei problemi ambientali.

Al contrario i contratti di gestione del territorio stabiliscono, all'interno di un contesto normativo definito, un accordo tra agricoltori e istituzioni locali che regola tutte le azioni necessarie per la salvaguardia e la tutela ambientale del territorio, come ad esempio il drenaggio, la pulizia di fossi, la costruzione di dighe e i consolidamenti del terreno. I contadini svolgono tali attività, ricevendo un pagamento correlato alla superficie interessata e al grado di rischio della zona. In questo modo si evitano i danni causati da frane e smottamenti e viene enfatizzato il ruolo di presidio dell'agricoltore aumentando la funzionalità del settore agricolo e migliorando l'economia agraria, anche attraverso l'uso di tecnologie innovative.

I contratti sono, per propria natura, strettamente localizzati e devono essere costruiti sulla base delle caratteristiche specifiche del territorio cui si riferiscono e ai problemi ambientali presenti sul territorio. Con l'avanzare del decentramento amministrativo, inoltre, i contratti di gestione del territorio, potrebbero costituire la più efficace espressione delle autonomie locali, anche dal punto di vista economico-finanziario.

Su questo versante è noto che i pagamenti al settore agricolo sono designati a diminuire gradualmente con la conseguenza di una riduzione del numero di aziende agricole. Tale diminuzione provocherà la perdita di difesa del territorio e l'abbandono di pratiche agricole corrette che contrastano i fattori di dissesto idrogeologico di cui si parla diffusamente nel Capitolo 23.

Il World Water Forum definisce, già nel 2000, i Contratti di fiume come forme di accordo che permettono di *adottare un sistema di regole in cui i criteri di utilità pubblica, rendimento economico, valore sociale, sostenibilità ambientale intervengono in modo paritario nella ricerca di soluzioni efficaci per la riqualificazione di un bacino fluviale*. Era già allora acquisita la consapevolezza che il traguardo di un simile obiettivo richiede uno sforzo di natura non solo istituzionale ma anzitutto culturale, affinché le acque, non solo i fiumi ma anche gli ambienti acquatici e, più in generale, i territori dei bacini possano essere percepiti e governati come *paesaggi di vita*.

Questo approccio culturale trova riscontro sia nelle politiche del Parlamento Europeo sulle risorse idriche, che in campo internazionale, dalle Nazioni

Unite. Queste ultime eleggono infatti il bacino idrografico quale unità di riferimento per le politiche di sostegno alla biodiversità.

I Contratti di fiume, inoltre, fanno propri i principi comunitari di partecipazione democratica alle decisioni, che costituiscono l'asse portante del recente *Trattato di Lisbona*: quali processi partecipati territoriali colgono appieno quella *dimensione regionale e locale* che l'Unione Europea intende indagare con le consultazioni e riflettere nelle proprie proposte legislative.

I Contratti di fiume possono essere identificati come processi di programmazione negoziata e partecipata volti al contenimento del degrado eco-paesaggistico e alla riqualificazione dei territori dei bacini/sottobacini idrografici. Tali processi si declinano in maniera differenziata nei diversi contesti amministrativi e geografici in coerenza con i differenti impianti normativi, in armonia con le peculiarità dei bacini, in correlazione alle esigenze dei territori, in risposta ai bisogni e alle aspettative della cittadinanza.

In un sistema di governance multilivello, pertanto, i Contratti di fiume si configurano come processi continui di negoziazione tra le Pubbliche Amministrazioni e i soggetti privati coinvolti a diversi livelli territoriali e si sostanziano in accordi multisettoriali e multiscalari caratterizzati dalla volontarietà e dalla flessibilità tipiche di tali processi decisionali. I Contratti di fiume non hanno un termine temporale prefissato, ma restano in essere fino a che rimane viva la volontà di aderire all'accordo da parte degli attori.

Il cuore propulsivo di questi processi è la ricostruzione di una visione condivisa del bacino idrografico. Tale rappresentazione deve essere capace di guidare i sottoscrittori del contratto ad elaborare un progetto coerente con le reali potenzialità che il territorio esprime.

La comunità è chiamata a elaborare una visione condivisa facendo emergere i conflitti, gli interessi, ma anche le vocazioni territoriali e le capacità di *fare sistema*, promuovendo il dialogo tra i soggetti a vario titolo portatori di interesse e l'integrazione dei diversi strumenti di programmazione, di pianificazione territoriale e di tutela ambientale.

Nei Contratti di Fiume il coordinamento tra attori istituzionali si sviluppa in due diverse forme, una di *carattere orizzontale*, ovvero tra soggetti istituzionali di pari livello, ma che operano in differenti aree territoriali e/o in ambiti di competenza eterogenei; una di *carattere verticale*, cioè tra autorità che esercitano i propri poteri su scale territoriali di diversa ampiezza.

Il coordinamento orizzontale presuppone innanzitutto che, su scala locale, si diffondano for-

me efficaci di collaborazione tra amministrazioni e cittadini, loro associazioni o categorie; il coordinamento verticale si basa sul principio di sussidiarietà tra istituzioni, Comuni, Comunità Montane, Parchi, Province, Regioni, Autorità di bacino/distretto, Stato, Unione Europea, anche con modalità che coinvolgano contestualmente più livelli territoriali superando le difficoltà talora indotte dalla frammentarietà delle competenze istituzionali e territoriali.

Un processo di governance delle trasformazioni dei territori dei bacini idrografici che faccia riferimento ad un approccio eco-sistemico deve fare leva sulla responsabilità della società insediata, che riconosce nel bacino la matrice della propria identità culturale. Da tale riconoscimento scaturiscono comportamenti e volontà di azioni condivise di riqualificazione e valorizzazione, a partire dalle risorse idriche.

Per raggiungere in modo efficace gli obiettivi di valorizzazione e di tutela – così come indicati nella Direttiva 2000/60 CE che identifica nel prioritario e fondante ricorso alla partecipazione l'unica modalità di interrelazione capace di cogliere l'identità territoriale e trasferirne i caratteri distintivi nelle scelte strategiche di sviluppo locale – è irrinunciabile la qualità partecipativa dei processi al fine di identificare percorsi di riqualificazione territoriale capaci di perseguire il cosiddetto *equilibrio delle tre E*, Ecologia, Equità e Economia (vedi Capitolo 1, 2, 3).

I Contratti di fiume, attraverso l'integrazione delle politiche e stimolando la capacità di cooperazione e di condivisione tra diversi livelli di governo e tra diversi soggetti dello stesso livello, perseguono molteplici obiettivi: sicurezza, mitigazione e prevenzione dei rischi, riequilibrio ambientale e valorizzazione paesaggistica, uso sostenibile delle risorse, fruizione turistica sostenibile, diffusione della cultura dell'acqua. Questi processi partecipativi permettono il consolidarsi della governance entro l'intera estensione di un bacino ove la messa a sistema di azioni per la mitigazione del rischio idraulico sono integrate con la tutela e la valorizzazione del bene fluviale, delle condizioni di fruibilità, degli ecosistemi, dei luoghi storico-culturali presenti, della biodiversità, delle risorse idriche sia superficiali che sotterranee e così via.

La creazione di una *vision* condivisa permette di guidare il processo verso una gerarchizzazione degli obiettivi e il riorientamento delle programmazioni e delle risorse finanziarie, anche in ragione del comune riconoscere che il territorio non è un unicum omogeneo, ma si declina in numerose caratteristiche strutturali, che esprimono diversi bisogni e funzioni.



I Contratti di fiume stimolano così la progettualità territoriale dal basso, perché coinvolgono le comunità nella valorizzazione del proprio territorio, promuovendo azioni dirette e concrete dalle varie componenti della società e dalle istituzioni.

Dall'analisi critica delle diverse esperienze di Contratto di Fiume già avviate (Box Il fiume Serchia) possono essere riconosciute alcuni fasi comuni che costituiscono nodi peculiari del processo di programmazione negoziata. Tali non rappresentano un unico modello di processo valido per tutte le diverse realtà territoriali e amministrative che oggi e in futuro si cimenteranno in tali accordi, quanto piuttosto una struttura di percorso da modellare a seconda delle rispettive esigenze.

- Animazione e costruzione della rete: si costituisce una rete di attori locali accomunati innanzitutto dalla volontà di dialogare per il perseguimento di obiettivi comuni volti alla riqualificazione dei territori fluviali.
- Definizione di regole e strumenti: gli attori del processo si dotano di regole e strumenti condivisi per la gestione del processo la cui efficienza ed efficacia è tanto maggiore quanto più ampia è la capacità degli attori di definirne congiuntamente la struttura.
- Costruzione della vision e scelta degli obiettivi prioritari condivisi: si elabora una rappresentazione condivisa del territorio allo stato attuale che consenta il passaggio alla visione di un progetto di territorio coerente con le reali opportunità e potenzialità che questo esprime. Si declinano obiettivi di tutela e riqualificazione territoriale, definendo adeguate azioni progettuali. La partecipazione al processo deve essere stimolata da una costante animazione territoriale praticata a vari livelli dai diversi soggetti partecipanti, ognuno secondo le proprie capacità e funzioni.
- Formalizzazione dell'accordo: gli attori sottoscrivono un patto, nella forma che meglio risponde alle loro esigenze, e danno forma contrattuale al percorso fino a quel momento intrapreso e a quello da intraprendere per il raggiungimento degli obiettivi prefissati.
- Attuazione e monitoraggio delle performance: nel rispetto dei principi ispiratori sopra descritti, gli attori mettono in atto tutte le strategie e le azioni delineate nell'accordo valutando progressivamente i risultati raggiunti ed eventualmente ridisegnando il percorso stesso al fine di migliorarne le performance (il processo deve mantenere sufficiente flessi-

bilità per essere in grado di adattarsi alle esigenze emergenti).

Durante l'intero percorso si sviluppano parallelamente due attività trasversali e continue strettamente legate tra loro: attività di comunicazione e di formazione.

- *Comunicazione*: la partecipazione territoriale si anima anche attraverso attività di comunicazione in senso stretto che siano capaci da un lato di stimolare l'interesse di nuovi potenziali partecipanti al processo e dall'altro lato di dare visibilità e riconoscimento alle azioni, anche e soprattutto locali, che possono così essere meglio conosciute nella loro valenza strategica. Inoltre, la diffusione di informazioni relative allo stato di avanzamento e attuazione del processo risponde ad una logica di trasparenza e pubblicità che deve necessariamente caratterizzare percorsi di questo genere.
- *Formazione*: i processi di policy-making attivati possono essere considerati come forme di apprendimento, finalizzate a individuare linee d'azione possibili in contesti territoriali e amministrativi anche estremamente complessi e frammentati. Le Amministrazioni coinvolte devono mettere in bilancio risorse finanziarie e tecniche adeguate poiché occorre sviluppare una molteplicità di attività correlate, tutte riconducibili all'aspetto formativo: attività culturali, perché acque e suoli siano nuovamente considerati risorse fondamentali per una rinnovata fase di civilizzazione; attività di training, perché ogni cittadino, a cominciare dalla PA, acquisisca le conoscenze e si appropri delle esperienze necessarie; attività di ricerca, perché si facciano fruttare i patrimoni di studi pregressi e si sviluppino studi da progettare ad hoc; attività di scambio di pratiche e di esperienze e così via.

Per poter attivare, sviluppare e rendere operativi i Contratti di fiume è necessario che i partecipanti al processo osservino delle regole condivise, definite dagli attori stessi quali *cardini operativi* sui quali basare la collaborazione territoriale. Fra queste, per il successo del percorso, non dovrebbero mancare innanzitutto la consapevole adesione volontaria, la partecipazione attiva di ogni attore, la trasparenza del processo decisionale, l'inclusione di tutti i soggetti che esprimono volontà di partecipazione, la leale collaborazione e la corresponsabilità tra i sottoscrittori del Contratto.

I Contratti di fiume si devono dotare di strumenti appropriati per garantire l'operatività e il rag-

giungimento degli obiettivi prefissi. Nella *cassetta degli attrezzi* non devono mancare: *strumenti di rappresentazione dei territori* (cartografici, narrativi) capaci di fornire una lettura interpretativa degli aspetti valoriali, delle minacce, delle opportunità presenti e possibili future; *strumenti operativi* per la programmazione delle azioni da sviluppare sul territorio per il raggiungimento degli obiettivi condivisi; *strumenti di monitoraggio* della performance e dell'efficacia del processo, che possano rilevare eventuali criticità e suggerire un'adeguata ridefinizione del percorso e *strumenti di comunicazione e formazione*.

Nel policy-making di bacino va ampiamente valorizzata la cultura strategica della VAS per la sicura integrazione degli obiettivi ambientali nella programmazione:

- la valutazione della sostenibilità delle scelte locali rispetto all'ambito di bacino/sottobacino;
- l'assunzione di obiettivi ed azioni coerenti tra loro ed integrati con le politiche territoriali e settoriali;
- il consolidamento di razionalità dei contenuti delle Intese e Accordi istituzionali;
- la condivisione delle conoscenze;
- il rafforzamento dell'organizzazione dei processi partecipativi nella varie fasi (dall'identificazione dei target, all'elaborazione delle vision, al monitoraggio dei programmi).

Per quanto concerne gli aspetti economici gli obiettivi condivisi devono essere perseguiti con un programma di azioni finanziariamente realizzabile, e per questo deve: misurarsi concretamente con il sistema delle risorse disponibili, individuando economie di scala frutto di nuove possibili sinergie tra i soggetti che partecipano al patto. Le azioni devono risultare coerenti con gli strumenti di programmazione finanziaria nazionale ed europea e con lo scenario di sviluppo territoriale complessivo, frutto spesso di processi non dipendenti dalle scelte della Pubblica amministrazione e devono valutare gli impatti delle trasformazioni territoriali programmate in termini di costi e benefici per la collettività.

Fattibilità, processualità/tempistica e flessibilità sono tre elementi che necessariamente devono caratterizzare l'attuazione dei Contratti di fiume, vista la complessità delle trasformazioni territoriali che vengono interessate e la molteplicità degli attori che vengono coinvolti. La fattibilità deve essere:

- *finanziaria*, devono essere studiati i fabbisogni finanziari delle diverse azioni programmate per tutto l'arco temporale interessato dalla loro realizzazione; devono essere definite le fonti di finanziamento e i tempi in cui que-

ste si rendono disponibili per la copertura del fabbisogno;

- *economica*, occorre valutare i costi della realizzazione delle singole azioni e attività, stimandone la quota per anno. Per contro, occorre ragionare sui ricavi, sulla diminuzione di sprechi, e su una stima della dimensione economica dei benefici diretti e indiretti indotti dalla realizzazione di un programma composito di azioni.

Nella valutazione di fattibilità economica è necessario includere considerazioni su costi e benefici collettivi e sociali nonché un coordinamento costante con le altre trasformazioni che nel frattempo possono caratterizzare i territori coinvolti (integrazione delle risorse).

I Contratti di fiume si ispirano nei loro elementi fondanti alla Direttiva Quadro 2000/60/CE, che prefigura politiche sistemiche di riqualificazione delle acque superficiali e sotterranee, creando obiettivi comuni con altre normative europee che promuovono l'utilizzo di strumenti di governance e sussidiarietà per attuare le politiche ambientali, quali: la Direttiva Habitat 92/42/CEE, che prevede la creazione di una Rete ecologica europea; la Direttiva 2007/60/CE, relativa alla gestione del rischio alluvioni, e la Proposta di Direttiva Quadro per la Protezione del Suolo, SFD (Soil Framework Directive), che ha l'obiettivo di *proteggere il suolo dall'erosione e dall'inquinamento*.

A livello nazionale, i riferimenti sono costituiti dal D.Lgs 152/2006, che si configura come normativa quadro sull'Ambiente, e dal Codice dei Beni culturali e del Paesaggio (D.Lgs. 42/2004 e successive modifiche).

Nel D.Lgs. 42/2004 il concetto di tutela trova un'adeguata collocazione nella previsione che il Piano Paesaggistico possa salvaguardare il paesaggio sia sotto il profilo della sua rilevanza naturalistica ed ambientale, sia come paesaggio artificiale, opera dell'uomo; prevede inoltre che le Regioni possano individuare gli ambiti fluviali di bacini/sottobacini come ambiti/aree da sottoporre a specifiche misure di salvaguardia e utilizzazione.

Nella parte III del D.Lgs 152/2006 riguardante *i distretti idrografici e i servizi idrici ad uso civile*, si ripristina l'integrazione tra difesa del suolo e tutela delle acque, riprendendo un concetto cardine della legge 18 maggio 1989 n. 183, *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*. L'ispirazione di fondo è quella di *coordinare, all'interno di un'unità territoriale funzionale, il bacino idrografico inteso come sistema unitario, le molte funzioni settoriali della difesa del suolo, recuperando contributi tipici di altre competenze di intervento pubblico di tutela ambientale*.



Nei primi anni in cui fu posto il problema della salvaguardia delle risorse naturali ed un modello di sviluppo mirato a ridurre il consumo di fonti energetiche non rinnovabili, si aprì una disputa tra economisti di scuola classica e ambientalisti. La diffusione sempre più ampia della economia ambientale, ha di fatto gettato un ponte solidissimo a favore di un ripensamento del vecchio modello quantitativo di sviluppo verso una opzione che prevede il valore del *non uso* delle risorse fino a riconoscere il valore economico del bene ambientale.

Per alcune risorse naturali o per intere aree si dovrebbe parlare di fruizione pubblica dei beni che diventano beni comuni.

Il Programma di Sviluppo Rurale della Unione Europea per il 2014-2020 parla, infatti, della funzione pubblica che dovrebbe assumere l'agricoltura. Questa indicazione trae origine dalla necessità oggettiva di offrire agli agricoltori europei adeguati supporti finanziari per evitare il graduale abbandono dalle attività agricole di base e salvaguardarne il futuro.

In questa ottica l'agricoltura dovrebbe assumere il ruolo di funzione pubblica legata alla produttività ma soprattutto alla salvaguardia del valore ambientale esistente e alla corretta gestione ambientale di un territorio per ora e per il futuro.

In tempi di profonda crisi globale e di mancanza di modelli di governance economica alternativa al modello dominante, una corretta gestione e promozione del territorio può essere considerata una risorsa. Dalla Conferenza Rio+ 20 è scaturito un documento finale, Il futuro che noi vogliamo, che contiene le modalità possibili per un nuovo modello di sviluppo basato anche su opzioni come la Green Economy e la Bio-Economy (vedi Capitolo 25).

Lo sviluppo sostenibile offre la opportunità di misurare lo sviluppo di un Paese non più in base al Prodotto Interno Lordo ma in base alla Felicità Interna Lorda. Il piccolo stato del Bhutan è la prima Nazione che ha redatto il proprio bilancio in base a tale criterio. Senza sperare di arrivare a tanto, si ritiene comunque indispensabile una riforma concreta degli indicatori del PIL.

La desertificazione: l'esempio di Licata

L'obiettivo finale che un programma di partecipazione del cittadino sul tema della desertificazione, in accordo con la Convenzione internazionale, deve porsi è quello di creare un circuito virtuoso all'interno del quale inserire e sviluppare queste tematiche. La scelta dei possibili strumenti dipende dalla individuazione del target al quale si intende indirizzare le attività di informazione ed educazione. In linea generale, fermo restando il dato di fatto che l'insieme della comunità nazionale è interessato all'informazione, bisogna distinguere all'interno di tale universo le azioni da compiere per ogni fascia di pubblico.

In prima approssimazione si possono individuare diversi attori sociali a cui rivolgere programmi di formazione di tipo educativo e informativo:

- a livello nazionale vi è la necessità di agire con informazioni e altri strumenti che favoriscano la conoscenza dell'argomento per l'insieme della popolazione. Questo compito dovrebbe essere svolto a livello governativo tramite una serie di strumenti in grado di raggiungere il pubblico;
- a livello di strutture ed organismi locali, organismi non governativi, scuola, associazioni industriali ed altre organizzazioni presenti sul territorio, bisogna strutturare attività che favoriscano la partecipazione e la consapevolezza del problema, inserendo all'interno di attività già esistenti, dove ciò sia possibile, il tema della desertificazione.

La Convenzione sulla desertificazione afferma che il prerequisito alla formulazione del NAP (National Action Program) è la creazione, tramite il processo informativo, di un processo di consapevolezza del pubblico che deve necessariamente partire dal livello locale, come visto in precedenza. In ogni modo non sembra inutile ricordare che l'articolo 10 della Convenzione al punto (f) cita espressamente la necessità di *garantire la partecipazione effettiva a livello locale, regionale e nazionale delle Ong e delle popolazioni locali, sia uomini che donne, in particolare utenti delle risorse naturali, inclusi agricoltori e pastori e le loro organizzazioni sindacali, nella azione di pianificazione, nella assunzione di decisioni, nella implementazione e nella revisione dei programmi nazionali.*

Partendo da questi principi l'Enea, sia nell'ambito dell'accordo di Programma con il Ministero dell'Ambiente, prima, e all'interno della *Convenzione Desertnet*, poi ha svolto una notevole attività di educazione, informazione e partecipazione del cittadino. In sintesi l'Enea, ha effettuato all'interno di tre Regioni, maggiormente esposte a rischio desertificazione, quattro studi nell'arco di tre anni. I lavori si compongono essenzialmente tutti di quattro parti;

1. La prima parte descrive il fenomeno della desertificazione e l'approccio che viene utilizzato ai fini del suo studio. Ovviamente in questa parte esiste un riferimento costante alle attività svolte e pro-

- mosse dalla Unccd (United Nation Convention to Combat Desertification), specie quelle attività che propongono studi a livello locale e che prevedono la partecipazione attiva del cittadino;
2. Una seconda parte è dedicata alla situazione sociale ed economica delle località esaminate e serve a capire il contesto sociale in cui ci si muove;
 3. La terza parte riguarda l'esperimento sociale svolto in loco. Sono state effettuate un numero rilevante di interviste a testimoni privilegiati, persone che vivono e che operano sul territorio, rappresentanti del mondo produttivo e politico, delle istituzioni e delle libere associazioni. Sono stati censiti, letti e analizzati circa articoli apparsi sulla stampa locale in riferimento ai diversi aspetti relativi al tema dell'acqua. Si sono svolti, infine tre EASW (European Awareness Scenario Workshop) che hanno coinvolto complessivamente più di cento cittadini rappresentanti di tutte le realtà sociali presenti sul territorio. La metodologia utilizzata è quella ufficiale della Unione Europea e come tale è stata certificata da un addetto dell'Unione che ne ha verificato la coerenza.
 4. Nella quarta parte è presentato uno studio che, partendo dai risultati della partecipazione del cittadino, formula una ipotesi condivisa per la risoluzione del problema idrico.

I metodi di partecipazione del cittadino, come abbiamo visto, sono molteplici. In questi studi quello utilizzato è stato l'EASW descritto in precedenza. Nel caso della desertificazione il primo passo è stato quindi una informazione primaria che mirasse ad un aumento della consapevolezza sul tema della desertificazione.

Una attività formativa, indipendentemente dal contesto a cui è rivolta, si realizza attraverso iniziative in cui vengono presentati una serie di argomenti quali:

1. *Perché si parla di desertificazione*
2. *Quali sono le conseguenze*
3. *Quali sono gli effetti sulla salute*
4. *Quali sono gli effetti sull'ambiente*
5. *Quali sono le conseguenze sociali ed economiche*

Durante i lavori del II Forum Internazionale sulla lotta alla desertificazione, svolto a Matera dal 29 al 31 ottobre 1998, fu affrontato il tema delle conoscenze e i saperi tradizionali e locali per la conservazione e la gestione delle risorse naturali. Ai partecipanti ad una tavola rotonda rappresentati di diverse categorie sociali, furono poste 4 domande:

1. livello di compatibilità ambientale delle attuali attività agricole ed urbane;
2. le alternative tradizionali all'attuale sistema di produzione;
3. chi deve promuovere attività compatibili e come devono essere proposte;
4. come formare una rete di cittadini informati.

Alcuni dei temi emersi hanno costituito la base per le attività di partecipazione svolte di seguito sulla desertificazione.

Livello di compatibilità ambientale delle attività antropiche nelle aree prese in esame.

Esiste un sostanziale accordo nel ritenere non sostenibile l'attuale modello di sviluppo sia agricolo che urbano sia per quanto riguarda la gestione del territorio in generale che quello delle acque. La perdita di alcune coltivazioni tradizionali a favore di altre più commerciabili viene vista come un indice del degrado del territorio. Per quanto riguarda le città viene lamentata un'assenza totale di piani regolatori urbani, in molti casi, o una pessima applicazione di quelli esistenti in altri. Esiste un conflitto politico su questi temi tra esperti e amministrazioni locali ai quali si aggiunge spesso la legislazione regionale che con una serie di norme autonome tende a vanificare gli sforzi locali per una corretta gestione del territorio.

Le alternative tradizionali all'attuale sistema di produzione.

Spesso le alternative tradizionali sono considerate poco competitive. Emerge comunque una forte richiesta di azioni che contribuiscano alla diffusione di tali saperi sotto forma di uno speciale *collocamento*, una speciale lista formata da persone, in genere contadini e artigiani, che possano essere messe in grado di diffondere questo tipo di cultura. Stranamente la possibilità di applicare tecniche tradizionali è più fattibile in territori poco toccati dalla industrializzazione. In situazioni dove l'industria agro-industriale non si è sviluppata ai nostri livelli è più facile adottare o ripristinare metodi di coltura tradizionale. Un importante contributo può quindi venire da quei paesi dove questi metodi sono ancora utilizzati su vasta scala.

Chi deve promuovere attività compatibili e come devono essere proposte e come formare una rete di cittadini informati.



Un generale accordo vi è stato sulla necessità di coinvolgere le strutture locali per promuovere modelli di sviluppo sostenibile che non favoriscano processi di desertificazione. Da parte loro gli amministratori locali rilevano difficoltà nel coinvolgere le popolazioni per cui è necessario fornire una serie di strumenti utili allo scopo. Gli strumenti educativi e informativi sono indispensabili per poter arrivare a uno strumento di partecipazione come la creazione di una rete permanente di cittadini. D'altra parte la Convenzione per combattere la desertificazione e mitigarne gli effetti enfatizza l'importanza dell'approccio locale attraverso il coinvolgimento delle popolazioni e delle comunità senza tralasciare l'importanza delle azioni a livello nazionale e internazionale. La Convenzione cita anche esplicitamente l'impossibilità di compiere azioni senza il contributo delle popolazioni locali. Infatti queste popolazioni:

- hanno un grande controllo e responsabilità nell'uso delle proprie risorse naturali;
- sono in grado di partecipare e di influenzare i processi decisionali di cui esse stesse sono l'oggetto.

Le attività di partecipazione che sono state svolte a Licata rappresentano il primo esempio europeo di applicazione della metodologia EASW al tema della lotta alla desertificazione ed alla scarsità delle risorse idriche. A Licata si è verificata una significativa convergenza tra gli interessi della popolazione e gli interessi di coloro che promuovono questa attività e che contemporaneamente sono gli esperti dei problemi dovuti al rischio di desertificazione e siccità.

Uno dei fattori di maggiore interesse dell'EASW in generale riguarda il fatto che i cittadini coinvolti vengono considerati i veri esperti del problema che si vuole affrontare, non solo in virtù della loro competenza specifica, come nel caso degli agricoltori, ma anche del loro vivere da cittadini il proprio territorio. L'unione fra questo tipo di esperienza e l'esperienza dei ricercatori dell'Enea ha portato a prendere in considerazione soluzioni fattibili che non si scontrano con le esigenze locali. Ciò nonostante l'attività dell'EASW sarebbe monca se ad essa non seguisse un impegno a continuare sulla strada della realizzazione dei desiderata espressi dalla popolazione.

Ci piace ricordare che i cittadini di Licata hanno votato idee che consideriamo fattibili anche dal punto di vista tecnico economico e su queste idee si sta già lavorando. L'Enea, tramite il lavoro di propri specialisti, ha messo a punto un piano di azione locale per combattere la desertificazione che intende portare avanti con il contributo delle Amministrazioni Locali, della Regione, dello Stato e dell'Unione Europea. Si sta cercando anche un'azione finanziaria per far sì che le idee espresse dai cittadini vengano realizzate in tempi non storici.

L'EASW è da considerare il primo passo, quindi, l'inizio e non la chiusura di un ciclo. Licata vuole essere per l'Enea un campo di sperimentazione internazionale dove le esigenze della compatibilità ambientale si incontrino con il diritto della popolazione ad avere la possibilità di un rifornimento idrico sufficiente per il lavoro e per la vita civile.

L'esperienza di Licata è stata condotta in totale accordo e collaborazione con le strutture sia tecniche che politiche del territorio che sono state pesantemente coinvolte in tutte le fasi della ricerca. Ciò è avvenuto anche per la presenza costante dei ricercatori dell'Enea sul territorio, così come è avvenuto per Cammarata. Si ritiene infatti che questa presenza, che sottintende anche la condivisione degli stili di vita della popolazione locale, sia un punto a favore di queste attività. Nei casi di Alghero e della Collina Materano, per motivi contingenti, questa scelta non è stata però possibile.

Il punto principale affrontato a Licata è stato quello della scarsità della risorsa idrica. Il lavoro è stato svolto in un periodo conseguente a gravi crisi idriche dovute ad una carenza di piogge che ha aggravato i problemi derivati da una non corretta gestione della risorsa e forse da scelte produttive, le coltivazioni in serra, che non sono compatibili con lo stato della risorsa acqua. Il tema quindi a Licata è stato principalmente la scarsità idrica. Da ciò è derivata la ricerca di fonti che potessero sopperire ai fattori derivati dai cambiamenti climatici che si ritiene abbiano pesantemente influito sullo stato della risorsa.

La fusione nucleare: l'esempio di Porto Torres

Il caso presentato è quello della particolare situazione in cui si è venuta a trovare la città di Porto Torres (SS), alla fine degli anni novanta, a fronte di una situazione di progressiva dismissione di uno dei più grandi poli petrolchimici di Europa, attivi fin dai primi anni sessanta, facenti capo prima alla Sir e poi all'Eni. Il comune di Porto Torres, di 21.064 abitanti all'epoca, è situato nel Nord-Ovest della Sardegna nella provincia di Sassari. La sua superficie si estende per 10.252 ettari nei quali è compresa l'isola dell'Asinara con i suoi 5.192 ettari. La maggiore criticità a cui si è trovata a far fronte l'amministrazione locale è stata la progressi-

va perdita occupazionale nel settore dell'industria della città unita agli alti indici di disoccupazione comparati alla regione Sardegna ed al resto di Italia; un forte inquinamento ambientale derivato dall'impatto delle attività nell'ex-area industriale che hanno fatto del sito uno dei luoghi più inquinati di Italia ed un notevole patrimonio costituito dal porto e nel Parco Nazionale dell'Asinara istituito nel 1997 non valorizzato.

In sintesi un intreccio di problemi: occupazionali ed economici, ambientali e di pericolo per la salute umana uniti a risorse e beni territoriali non valorizzati.

La proposta

L'opportunità per un cambio di rotta orientato verso la riqualificazione e riconversione economica e sociale della città è arrivata tra il 1997 e il 1999 quando l'Enea venne incaricato dall'Unione Europea di svolgere delle ricerche approfondite sulla propensione della città di Porto Torres ad ospitare un impianto ad alta tecnologia. Il programma di studi denominato SERF (*Socio Economic Research on Fusion*) mirava ad analizzare la realtà del centro sardo per sapere quale impatto sulla popolazione avrebbe avuto un impianto sperimentale per la fusione nucleare chiamato ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). La città poteva essere candidata come possibile sito europeo nel quale localizzare questo impianto, tuttavia la condizione *sine qua non* per avanzare la candidatura a livello nazionale era l'accettazione sociale della comunità locale al progetto.

Attività implementate

Con la collaborazione dell'amministrazione Comunale, impersonata dalla giunta di Eugenio Cossu, l'Università di Sassari ed un'equipe di esperti dell'Enea cominciò nel 1997 un lavoro sul campo durato due anni in primo luogo al fine di conoscere la storia, il tessuto sociale e le principali vocazioni di sviluppo che avevano contraddistinto la città ed in secondo luogo con l'obiettivo di coinvolgimento e partecipazione della cittadinanza ad una serie di attività di informazione e di costruzione di scenari di sviluppo futuri volti, non tanto a fare accettare l'opera di per sé bensì, ad arrivare all'elaborazione e l'idea di uno sviluppo condiviso per il futuro della città. Il lavoro della delegazione si concretizzò nell'implementazione di diversi strumenti di coinvolgimento della cittadinanza quali: venti interviste in profondità, quaranta *public hearing*, per informare e dibattere i cittadini sulla tecnologia da fusione nucleare; tre EASW (*European Awareness Scenario Workshop*) per l'elaborazione condivisa di scenari di sviluppo possibili per la città ad alta tecnologia e partecipazioni collettive; la visita di una delegazione cittadina nella contea dell'Oxfordshire, una regione inglese che ospita da più di un ventennio il più grande reattore sperimentale a fusione nucleare d'Europa, per fornire un esempio di come sia possibile uno sviluppo ed un rilancio economico del territorio unito al recupero ambientale. Al termine dei seminari di partecipazione emerse la volontà della cittadinanza e dei principali portatori di interessi di coniugare l'installazione dell'impianto a fusione con la realizzazione del Parco Nazionale Dell'Asinara, unendo le due iniziative in un unico circuito turistico fatto di alta tecnologia e ambiente. Alla fine di due anni di intenso lavoro tra l'equipe di esperti, l'amministrazione e cittadinanza il progetto ITER fu accettato e dallo scetticismo e dalla paure iniziali si è passati pian piano all'accettazione dell'impianto sperimentale a fusione nucleare nel proprio territorio. Tuttavia, dopo due anni di lavoro, per Porto Torres arrivò una forte delusione. Poco prima della presentazione del *Final Report* per la candidatura, l'allora Ministro dell'Università e della Ricerca scientifica e tecnologica del governo Amato ritirò la candidatura dell'Italia per il progetto ITER. La gara per ospitare l'impianto *dell'energia delle stelle* (come viene soprannominata) fu vinta dalla Francia che in questo periodo ha iniziato la costruzione dell'impianto a Cadarache. Porto Torres perse allora una grande occasione, con ITER potevano essere chiusi i conti con il difficile passato infatti, oltre alla realizzazione dell'impianto, l'Unione Europea stanziò cinquemila miliardi di lire per il risanamento di tutta l'aria del petrolchimico. Questo fondo, erogato per la bonifica dell'area, venne svelato (dall'*equipe* e degli amministratori), alla popolazione locale solamente alla fine delle attività, ad impianto accettato, questo al fine di non innescare dinamiche di accettazione strettamente legate al beneficio economico e non alla valutazione del piano di rilancio vero e proprio.

Fattori di successo ed effetti dell'iniziativa

I fattori di successo dell'iniziativa sono dovuti ad una serie di condizioni che si sono create contemporaneamente ed in maniera sinergica nel territorio. Tra i più rilevanti vi sono: la disponibilità dell'intera amministrazione comunale a partecipare alle attività senza farne uno strumento di divisione tra maggioranza/opposizione e di contrasto con la cittadinanza; la rilevanza e natura forte del progetto ITER promosso e sostenuto dalle maggiori potenze mondiali unite in un Consorzio Internazionale; il coinvolgimento nella regia delle attività di partecipazione e comunicazione di enti terzi quali l'Enea e l'Università di Sassari; la



qualità del lavoro svolto grazie ai sostanziosi finanziamenti ricevuti dall'Ue che consentirono ad un'*équipe* di dedicarsi interamente al progetto per due anni prima di avanzare la candidatura. Questi fattori hanno contribuito a rendere questa esperienza, seppur unica, molto interessante, anche se poi la candidatura è stata ritirata per scelte adottate a livello nazionale. La scelta di non comunicare i vantaggi economici derivanti dalla candidatura in modo da non *inquinare* il processo di valutazione dei cittadini riguardo il piano di sviluppo e l'aver inserito, dopo un'accurata analisi sociale ed economica, la candidatura al progetto ITER all'interno di un progetto condiviso più ampio che comprendesse uno sviluppo organico del territorio hanno contribuito in maniera rilevante al raggiungimento degli obiettivi stabiliti. Anche se il reattore ITER non è stato realizzato le ricadute positive di quest'esperienza sono andate oltre l'effettiva realizzazione del progetto.

Questa esperienza è servita ai portotorresi anche per prendere coscienza, in maniera condivisa e partecipata, del proprio territorio, per analizzarne i suoi problemi e per intravederne alcune possibili soluzioni per uscirne dalla crisi. Anche se Porto Torres non ospiterà il reattore sperimentale il lavoro fatto è risultato essere molto utile per il futuro. Esso ha dato ai cittadini, e ancor di più agli amministratori, una strada da seguire ed un'idea per il futuro non imposta bensì venuta dal basso con un patrimonio di condivisione inestimabile. La nascita oggi del Polo Chimico Verde, con la realizzazione di una *bioraffineria* integrata nel territorio, getta le basi per una riqualificazione e riconversione industriale con effetti positivi non solo nel comparto specifico ma anche in tutta l'industria a valle e sull'agricoltura ed è uno degli effetti positivi di questa esperienza. Il puntare su un modello di sviluppo fondato sulla combinazione di alta tecnologia a partecipazione collettiva e turismo ambientale, pur se perseguito mediante la via del polo chimico verde e non del reattore sperimentale a fusione, ha mostrato come la strada percorsa un decennio addietro è stata efficace nel rendere maggiormente consapevole la comunità di Porto Torres degli obiettivi futuri di sviluppo verso cui propendere unendo ai vantaggi economici derivati dall'implementazione del Polo i vantaggi ambientali insieme a quelli politici legati al consenso ottenuto verso il nuovo progetto di riqualificazione.

Il fiume Serchia

La prima esperienza condotta in Toscana sull'integrazione dei Contratti di Fiume all'interno delle politiche locali è stata quella della Provincia di Lucca con il progetto *WaterInCore* e nello specifico con il progetto pilota *Verso un Contratto di Fiume per il Serchio*.

La Provincia di Lucca partecipando al progetto MED *WaterInCore* ha attivato un processo partecipativo in un'area pilota del bacino fluviale del Fiume Serchio che costituisce di fatto l'avvio di un percorso incrementale verso il Contratto di Fiume del Serchio.

Il Progetto *WaterInCore*, finanziato dal programma europeo MED, ha come obiettivo generale la protezione delle risorse idriche nei bacini fluviali del Mediterraneo attraverso la gestione sostenibile delle acque e del territorio e la partecipazione pubblica. Il progetto mira alla progettazione, all'applicazione e alla diffusione di un quadro metodologico per l'integrazione dei principi di Agenda 21 Locale nella gestione delle risorse idriche nei bacini fluviali mediterranei.

La Provincia di Lucca si è fatta promotrice, per superare le difficoltà di gestione e attuazione delle norme di tutela delle aree di pertinenza fluviale contenute nel PTC, di un processo di partecipazione pubblica finalizzata alla sottoscrizione di un Contratto di Fiume per il Serchio, nel convincimento che i contratti di fiume agiscono come un *piano processo* frutto di un accordo consensuale tra soggetti decisionali che definiscono in modo cooperativo, il *Plan for planning*, ossia il piano d'azione per la programmazione strategica e la gestione di un (sub)bacino fluviale. Il processo è stato testato nel tratto mediano del fiume Serchio compreso tra il Ponte di Campia nei Comuni di Barga e Molazzana e il Ponte di S. Ansano (Ponte a Moriano) posto nel Comune di Lucca. Il tratto è lungo circa 30 km, comprende circa 113,5 kmq di aree di pertinenza fluviale densamente urbanizzate intervallate da alcuni brevi tratti ancora semi-naturali, sono interessati 7 comuni rivieraschi (Bagni di Lucca, Barga, Borgo a Mozzano, Coreglia Antelminelli, Galliciano, Lucca, Molazzana). Il progetto, reso operativo con la redazione di un Piano di Azione e di un Protocollo d'Intesa, si è sviluppato attraverso varie fasi partecipative con l'attivazione di specifici tavoli tematici che hanno visto presenze assidue e continue per un totale di oltre 350 presenze.

Il percorso effettuato ha consentito l'individuazione di 44 progetti/idee progetti di cui alcuni trasversali e con valenza a scala di Bacino come quelli di *Azioni non strutturali* a carattere educativo, formativo, informativo e di studio.

Per il tratto esaminato si dispone poi di progetti/idee progetto giudicati importanti e urgenti e di un pacchetto di proposte per *Azioni di pianificazione* utili anche al redigendo nuovo PTC della Provincia di Lucca.

Azioni e Metodi

Un ruolo fondamentale a questo processo è stato dato alla *Partecipazione Pubblica*, che ha consentito agli attori locali di poter prendere parte al processo decisionale: dall'individuazione delle priorità di cambiamento all'accordo sui principi e sui valori condivisi.

Possiamo suddividere il percorso che ha portato alla costruzione di una proposta di Contratto di Fiume in tre fasi.

1. Fase di Avvio - Questa fase ha costituito l'avvio del processo è stata dedicata all'individuazione dei soggetti da coinvolgere, alla classificazione dei dati disponibili ai fini della caratterizzazione ambientale e socio-economica e alla costruzione del piano di comunicazione. In particolar modo l'inquadramento ed l'analisi dello stato attuale del Territorio Fluviale del Serchio è stata effettuata prima a livello di bacino idrografico e poi approfondita per una serie di indicatori riferiti all'area campione al fine di evidenziare criticità e problematiche presenti. La lettura del sistema insediativo e della trasformazione nell'uso del suolo ha messo in evidenza che nelle aree di pertinenza fluviale del Serchio il 31,5% delle superfici sono urbanizzate, il 30,6% sono aree forestali o seminaturali, il 25% superfici agricole e il 12,5% corpi idrici. Questa fase si è conclusa con la realizzazione, nella giornata del 21 febbraio 2012, della prima sessione plenaria in cui è stato presentato il progetto, il processo di partecipazione pubblica e il *Dossier di caratterizzazione ambientale e socio-economica*.

2. Fase di Analisi - Questa fase è stata utile per sistematizzare e mettere in *rete* le analisi e le informazioni (politiche, piani e programmi direttamente incidenti sul bacino) e di raggiungere una condivisione estesa delle conoscenze (co-knowing). Attraverso il *Dossier Piani e Programmi* è stato fatto un inquadramento ed un'analisi delle trasformazioni in atto e programmate, del Territorio Fluviale del Serchio, operando a tre livelli d'indagine: Nazionale, Regionale e Locale. Attraverso il *Dossier Progetti ed Azioni* è stato realizzato un inquadramento ed un'analisi delle azioni progettuali in atto e programmate, attraverso cui è stata effettuata una verifica di congruenza tra previsioni di pianificazione e programmazione riferite all'area campione.

Sia della documentazione predisposta per la fase di avvio che per l'analisi delle politiche e delle azioni programmate sono stati prodotti documenti di sintesi di supporto alla fase partecipativa.

3. Fase di Partecipazione E Programmazione – In questa fase si è integrato il percorso tra partecipazione ed elaborazione tecnico-scientifica attraverso l'attivazione di tre differenti gruppi di lavoro:

- 1 - *Rischio idraulico e geomorfologico, direttive di attuazione, cambiamenti climatici* (tavolo tecnico);
- 2 - *Paesaggio, uso del suolo, attività per il tempo libero e sviluppo economico* (tavolo tematico);
- 3 - *Qualità e quantità dell'acqua, ecosistema fluviale, e produzione di energia* (tavolo tematico).

Che hanno lavorato durante 3 sessioni:

1° Sessione svoltasi i giorni 13-14 marzo 2012 in cui si è analizzato lo stato attuale del territorio attraverso una *Analisi SWOT Partecipata: Problematiche e Potenzialità* (Punti di Forza-Punti di Debolezza)

2° Sessione svoltasi i giorni 27-28 marzo 2012 in cui si sono elaborate le prospettive e strategie d'intervento per il territorio del fiume Serchio realizzando una *visioning* attraverso la metodologia *EASW: Strategie ed interventi previsti e da prevedere per il futuro*. La metodologia EASW è stata sviluppata dalla Commissione europea per supportare la pianificazione strategica partecipata e un'interfaccia scienza-società.

3° Sessione svoltasi i giorni 10-11 aprile 2012 in cui sono state raccolte le azioni e le idee-progetto attraverso la predisposizione di un *Quadro logico di progetti Bandiera*.

Attraverso l'analisi del Quadro logico sono stati selezionati ed analizzati i 44 progetti ritenuti idonei a attivare il Contratto di Fiume nel Tratto pilota. I progetti sono stati suddivisi in 5 sezioni:

1. Azioni di pianificazione strategica (9 progetti)
2. Studi e ricerche (6 progetti)
3. Interventi strutturali (19 progetti)
4. Azioni pilota sperimentali (3 progetti)
5. Azioni non strutturali (6 progetti)

A conclusione del processo, il 19 aprile 2012, si è svolta una seconda sessione plenaria aperta in cui è stato condiviso con l'intero territorio, il Piano d'azione nel suo complesso e presentato il Protocollo d'intesa per l'attivazione del Contratto di Fiume.

Le idee di progetto contenute nel Piano di Azione sono state votate pubblicamente nella seconda sessione plenaria al fine di dare una prioritizzazione alle azioni, ogni partecipante è stato in grado di



esprimere fino a tre preferenze con un totale di 177 preferenze espresse.

Risultati: Il processo di Partecipazione Pubblica ha prodotto, con successo e in un tempo molto breve (febbraio-aprile 2012), i seguenti risultati:

- Una *Stakeholder Analysis* con una identificazione e mappatura dei 272 soggetti coinvolti
- Una *caratterizzazione ambientale* e socio economica
- Un dossier *Piani e Programmi*
- Una individuazione dei *progetti in atto e programmati*
- Una *analisi Partecipata* dei punti di forza e debolezza del territorio
- Uno *scenario partecipato di sviluppo locale* per il territorio campione
- Un *Piano di azione* a cui dare concretezza attraverso la selezione di *progetti bandiera*
- Un *Protocollo d'intesa*

Sono stati organizzati 10 eventi: 2 sedute plenarie a inizio e fine del processo e 8 tavole rotonde per la costruzione del piano d'azione.

Conclusioni: La Provincia di Lucca è senz'altro una comunità in *cammino* con *350 presenze* tra assemblee plenarie, incontri formativi e sedute tecniche dei Tavoli di Lavoro. Si tratta ora di implementare il *Protocollo d'intesa* ed estendere e replicare la metodologia già sperimentata all'intera asta fluviale, prevedendo un ulteriore percorso per il tratto dal Ponte di Campia alla sorgente e un'altro per il tratto dal Ponte di Sant'Ansano alla Foce attivando la partecipazione delle altre Province e dei Comuni interessati valutando anche la possibilità di estendere il processo all' area del Lago di Massaciuccoli per un vero e proprio *Contratto di Lago*.

Approfondimenti su: www.waterincore.eu e <http://www.provincia.lucca.it/pianificazione/index>

I sistemi di supporto alle decisioni

I documenti politici a livello internazionale, europeo, nazionale pongono l'accento sulla necessità per lo sviluppo dell'uomo di indirizzarsi verso schemi produttivi a sempre maggiore sostenibilità ambientale. Tuttavia attuare schemi produttivi sostenibili è un processo complesso perché connesso alle numerose interazioni che si determinano tra tutte le componenti dei sistemi socio-economici. In questa complessità, assume un ruolo determinante una appropriata politica di indirizzo delle attività dell'uomo in relazione al concetto stesso di sostenibilità. È necessario in primo luogo definire verso quale tipo di sostenibilità, debole o forte, ci si voglia indirizzare. La *sostenibilità forte* non ammette la sostituibilità tra capitali naturali e quelli prodotti dall'uomo, le risorse naturali sono un patrimonio fondamentale e limitato per l'esistenza dell'uomo e non possono essere sostituite con l'incremento dei beni economici, ma devono essere utilizzate in modo da non superare i limiti che eccedono le capacità delle stesse di riprodursi. La *sostenibilità debole*, invece, tollera la possibilità di sostituire le risorse naturali con prodotti e servizi economici, purché ciò determini un miglioramento del benessere dell'uomo e, comunque, purché si definisca una tutela *ragionata* delle risorse naturali.

Agire in modo sostenibile significa integrare la difesa attiva dell'ambiente in tutte le politiche settoriali, ossia rendere indispensabile che le decisioni, oltre che dai tradizionali criteri di scelta sociali ed economici, vengano supportate da una conoscenza oggettiva in merito allo stato delle risorse naturali. Un passaggio fondamentale per perseguire tale finalità è la disponibilità di tutte le informazioni necessarie per prendere un indirizzo.

L'individuazione e l'utilizzo di indicatori di sostenibilità come strumento a supporto delle politiche di sviluppo sostenibile è ormai riconosciuto dai principali organismi internazionali ed europei. Dagli anni settanta si è assistito ad uno sforzo da parte dei relativi istituti statistici finalizzato alla raccolta di informazioni in campo ambientale, da collegare a quelle relative al sistema socio economico. I dati sull'ambiente sono stati riportati in specifici rapporti sullo stato dell'ambiente con l'obiettivo sia di tenere sotto controllo le condizioni ambientali in relazione alle pressioni antropiche, sia di creare un sistema di statistiche da integrare ai dati economici e sociali.

Tuttavia la sostenibilità non è facilmente misurabile: non si presenta come un fenomeno naturale, facilmente descrivibile attraverso una serie di indicatori direttamente quantificabili. Potrebbe essere evidenziata attraverso un bilancio complesso tra l'in-

sieme dei flussi e dei consumi di risorse all'interno di un dato contesto socio economico, considerando i tassi di riproduzione delle risorse stesse. Tale bilancio dovrebbe tener conto, inoltre, dei fabbisogni attualizzati delle generazioni future. La complessità di questa valutazione ha determinato che non esista ancora un accordo a livello internazionale sugli indicatori di sostenibilità, sui suoi criteri di misurazione e sulle unità di misura.

Il ruolo dei modelli

In senso generale, secondo i vocabolari di lingua italiana, un *modello* è

l'oggetto o il termine atto a fornire un conveniente schema di punti di riferimento ai fini della riproduzione o dell'imitazione, talvolta dell'emulazione³¹.

Bernard Roy definisce il modello come uno schema che, per un dato gruppo di questioni, è considerato come la rappresentazione di una classe di fenomeni che un osservatore ha più o meno attentamente rimosso dal loro ambiente per facilitarne l'investigazione³².

In un certo senso dunque, ogni volta che si fa un tentativo di osservazione, di riflessione e analisi di un certo problema, tale tentativo è basato su un modello. Questo è quindi la rappresentazione di un determinato *frammento di realtà*.

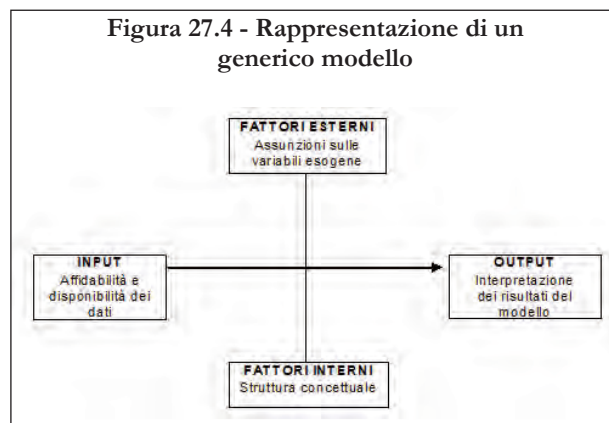
Il tipo di approccio scelto a questo scopo, nonché il livello di approfondimento, possono variare notevolmente: modello è sia una implicita rappresentazione mentale di certi fenomeni, sia una rappresentazione rigorosa, basata esclusivamente su fatti, dati quantitativi e sulla logica.

Nell'era moderna la correlazione e la globalizzazione delle azioni e degli affari dell'umanità diventano sempre più evidenti, sebbene spesso le conseguenze ne siano sconosciute. Questo fatto, unitamente alla sempre più spinta e crescente capacità tecnologica nel campo dell'informatica e delle discipline correlate, spiega il perché dell'incremento nella creazione e nell'uso di modelli informatizzati sia per la ricerca, che per la messa a punto di strategie politiche.

Anche nel campo delle valutazioni degli effetti delle attività umane sull'ambiente si assiste ad un continuo incremento nella produzione e nell'uso di modelli informatizzati. Il vantaggio principale consiste nel fatto che, in tal modo, enormi quantità di

dati ambientali possono essere gestiti contemporaneamente e calcoli complessi possono essere eseguiti velocemente sia per valutare situazioni attuali, sia per effettuare proiezioni nell'ambito di scenari alternativi.

Il processo operativo di un generico modello è rappresentabile come in Figura 27.4, dove sono raffigurati gli input, gli output, i fattori esterni e la struttura interna.



Per assicurare la massima qualità possibile nei processi di modellizzazione, è importante considerare attentamente alcuni aspetti:

1. *Moltitudine di modelli*, per ogni problema da analizzare, spesso sono disponibili diversi modelli, ciascuno dei quali affronta lo stesso problema con approcci completamente diversi. Si rendono perciò necessarie delle scelte;
2. *Caratteristiche del modello*, ogni modello possiede caratteristiche particolari che lo rendono più o meno utile in particolari situazioni. Spesso queste differenze sono legate alla quantità e qualità dei dati richiesti. Tale aspetto deve quindi essere attentamente considerato;
3. *Scelta del modello*, in condizioni ideali, il tecnico visionerebbe i diversi modelli disponibili, considererebbe le caratteristiche dei vari modelli e sceglierebbe il modello che meglio si confà all'analisi da svolgere. Il fatto è che raramente la scelta di un modello è un processo ideale. Il caso tipico: il tecnico sceglie il modello che meglio conosce. Questo non solo perché considerare le diverse opzioni è costoso in termini di tempo e di risorse finanziarie, ma anche perché sorge il problema dell'addestramento nell'uso di modelli nuovi, che riguarda tutto il gruppo di lavoro coinvolto. Tuttavia si deve sottolineare come sia realmente rischioso utilizzare un modello che mal si

³¹ Devoto-Oli, (1990), *Vocabolario della Lingua italiana*, Le Monnier

³² Roy B., (1996), *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, Kluwer Academic Publishers



adatta alla situazione oggetto di studio. Il rischio di inaccuratezza dei risultati aumenta considerevolmente;

4. *Scelta dei parametri da immettere nel modello*, anche un'ottima scelta del modello, che porti alla utilizzazione del più adatto per la specifica situazione da analizzare, può non essere sufficiente ad assicurare l'efficacia dell'analisi e la validità dei risultati, se non vengono accuratamente selezionati i parametri di input per il modello. I dati empirici sono il migliore input per i modelli informatizzati.

La valutazione nel settore ambientale e, nello specifico, nello studio delle relazioni fra l'ambiente e le altre dimensioni dello sviluppo sostenibile, ossia quella economica e quella sociale, inevitabilmente allarga il suo campo di azione dalla sfera privata a quella pubblica. Ciò non solo perché la salvaguardia delle risorse ambientali è interesse, peraltro sempre crescente, della collettività ma anche perché si susseguono ormai incessantemente misure di politica che intervengono direttamente sulle relazioni economia - aspetti sociali - ambiente, con il coinvolgimento degli Enti Pubblici preposti e con risvolti sociali sempre più profondi. Naturalmente, se i modelli devono essere un importante punto di riferimento delle valutazioni in questo settore, quanto detto coinvolge direttamente i rapporti fra modelli stessi e contesto sociale e politico. L'interrogativo è perciò: quante sono le reali esperienze dell'uso di modelli in applicazione di particolari politiche e qual è l'influenza del contesto sociale e politico nella messa a punto e nell'uso dei modelli oltreché nella valutazione?

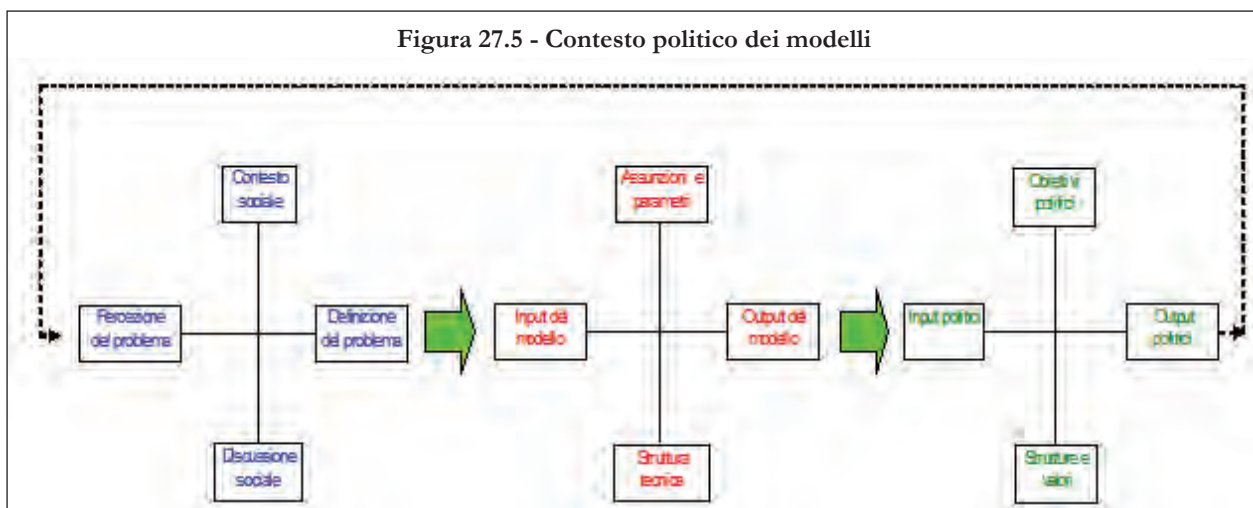
Bernard Roy, ad esempio, vede una chiara relazione fra modelli e supporto alle decisioni pub-

bliche, definendo il supporto alle decisioni come l'attività di chi, attraverso l'uso di modelli espliciti, ma non necessariamente formalizzati completamente, aiuta ad ottenere elementi per rispondere alle domande che si pongono in un processo di decisione.

Così i risultati di un modello possono svolgere la funzione di input per le strategie politiche, ma a loro volta i risultati delle strategie politiche possono svolgere un importante ruolo nella definizione dei problemi da trattare, e diventare input per i modelli stessi come visibile dalla Figura 27.5.

Il punto di arrivo, la massima espressione di un modello di valutazione della sostenibilità ambientale, dovrebbe consentire la valutazione integrata degli aspetti sociali, culturali, economici, politici, tecnologici e ambientali, a livello di singoli prodotti, di progetti, di programmi e di politiche. Modelli di questo genere sono però di difficile realizzazione ed il rischio di commettere errori è molto elevato. Più sicuri, di più facile realizzazione, e di agevole reperimento sul mercato sono invece modelli che analizzano alcuni aspetti critici delle relazioni attività umane - ambiente, da integrare poi in una fase successiva con altri risultati ottenuti con altri strumenti. Nella storia dei modelli, uno dei più complessi in campo ambientale è stato certamente *World 3*, che ha fornito i risultati per le considerazioni e le proiezioni contenute nel famoso libro *I limiti dello sviluppo*. I limiti dello sviluppo è il prodotto di una ricerca svolta nel 1971 dal System Dynamics Group del Mit per incarico del Club di Roma, il cui scopo era quello di simulare in un modello matematico globale informatizzato, le tendenze e le interazioni di un certo numero di fattori dai quali dipende la sorte della società nel suo insieme: l'aumento della popolazione, la

Figura 27.5 - Contesto politico dei modelli



disponibilità di cibo, le riserve ed i consumi di materie prime, lo sviluppo industriale e l'inquinamento. Venti anni dopo quel primo rapporto, gli autori hanno riformulato le loro equazioni, ripercorrendo il cammino con World 3, per esaminare le nuove interazioni fra i diversi elementi prima elencati, per verificare quanto e perché il primo modello si sia discostato dalla realtà. Da questa idea è nato il libro *Oltre i limiti dello sviluppo*. Etienne van de Walle ha affermato che

quando un modello ha raggiunto la perfezione formale di World 3, e quando per presentarne la metodologia a un grado intellegibile di dettaglio sono stati devoluti tanto impegno e tanta capacità, non è possibile respingerne le conclusioni senza fare appello a metodi analoghi e senza proporre nuove domande cui rispondere con nuovi modelli³³.

In conclusione, si può affermare che i modelli, soprattutto quelli informatizzati, possono essere strumenti veramente efficaci nell'analisi delle relazioni tra attività umane e ambiente, quando siano scelti con attenzione, ed i dati di input siano accuratamente selezionati. I decisori pubblici dovrebbero essere maggiormente coinvolti nel processo di modellizzazione e contribuire alla scelta dei più appropriati modelli, manifestando con chiarezza le loro priorità.

Lo sviluppo sostenibile: un problema multidimensionale

Lo sviluppo economico sostenibile implica la massimizzazione dei benefici netti dello sviluppo economico, a condizione che siano mantenuti nel tempo i servizi e la qualità delle risorse naturali³⁴.

Da questo punto di vista la missione delle attività economiche non è solo la produzione, ma anche il risparmio dello stock di capitale naturale. Per raggiungere la sostenibilità occorre dare priorità allo stock di capitale naturale, piuttosto che al flusso di reddito che potrebbe originare. Una delle più gravi debolezze attuali dello sviluppo sostenibile è che non è possibile misurare il livello di sostenibilità raggiunto da una determinata attività, oppure da un governo. Gli economisti dell'ambiente

³³ Etienne van de Wall E., (1975), *Foundations of the Model of Doom*, Science, 26/09

³⁴ Pearce D.W., Barbier E., Markandya A., (1988), *Sustainable Development and Cost Benefit Analysis*, Paper 88/03, IIED/UCL London, Environmental Economics Centre

stanno lavorando per raggiungere questo obiettivo ma, anche se è possibile trovare ottime spiegazioni teoriche dei sistemi economici sostenibili, c'è un vuoto di conoscenza su quali problematiche ambientali dovrebbero essere incorporate nel calcolo economico, e su come sia possibile misurare la sostenibilità.

La sostenibilità è un concetto *multidimensionale*: aspetti economici, sociali e ambientali devono essere considerati simultaneamente. Lo strumento appropriato per una rappresentazione multidimensionale è rappresentato da un opportuno set di indicatori, che deve essere integrato in una metodologia di valutazione per l'utilizzazione ai fini della misurazione della sostenibilità.

Da quanto finora affermato emerge con chiarezza che l'approccio economico-ecologico si presta particolarmente bene all'interpretazione e alla valutazione dei molti aspetti coinvolti. D'altra parte, anche in presenza di un percorso teorico di base delineato in modo soddisfacente, ai fini della valutazione è sempre necessaria la formalizzazione in un metodo operativo. L'approccio economico-ecologico, seppure con diverse variegature, si fonda sul riconoscimento della complessità, abbandonando così i rigidi schemi di semplificazione proposti dall'economia neoclassica. In tale ottica, i procedimenti di valutazione devono acquisire la capacità di interpretare e quantificare una moltitudine di aspetti. La necessità di mettere in relazione le valutazioni economico-estimative con le valutazioni provenienti da altri punti di vista, come quello biologico, ecologico e sociale, ha portato alla definizione del valore complesso, che nel caso di risorse di interesse pubblico assume il nome di *valore sociale complesso*. Il valore sociale complesso rappresenta un paradigma che si contrappone a quello del valore economico totale, ma che, contrariamente a quest'ultimo, non ha ancora uno sviluppo, teorico ed applicativo, sufficientemente articolato, certamente a causa della sua recente formulazione. Milan Zeleny, Peter Njikamp, Henk Voogd, Luigi Fusco Girard, sono gli studiosi che più attentamente hanno affrontato l'analisi del valore sociale complesso.

Il valore sociale complesso enfatizza in particolare la multidimensionalità del processo di valutazione...³⁵.

È proprio sul valore sociale complesso che si fonda l'estimo multidimensionale, che vuole considerare nel processo di valutazione l'insieme di tutti i valori che coesistono in una risorsa, che sono molteplici ed eterogenei. La valutazione, in

³⁵ Fusco Girard L. (a cura di), (1993), *Estimo ed economia ambientale: le nuove frontiere nel campo della valutazione*, Franco Angeli, Milano



questa ottica, non è più basata sull'unico indicatore monetario, ma su un insieme di indicatori, alcuni dei quali economici e altri non monetari. Ecco perché le metodologie di valutazione multicriteriale assumono, nell'estimo multidimensionale, un ruolo centrale. La valutazione viene condotta sulla base di più attributi, ma il risultato finale non è espresso in termini monetari. Le analisi multicriteriali consentono di affrontare problemi complessi valutando singolarmente, ma in modo integrato, tutte le variabili in gioco e attribuendo a ciascuna di esse la propria importanza relativa.

Un'analisi multicriteriale differisce da un'analisi a criterio unico per il fatto che tende a rendere esplicita una coerente famiglia di criteri, che servirà come uno strumento di comunicazione intelligibile, accettabile ed esaustivo, per permettere la concezione, la giustificazione e la trasformazione delle preferenze all'interno di un processo decisionale³⁶.

L'uso di una procedura di valutazione multicriteriale consente di esaminare un problema da più punti di vista contemporaneamente. Quindi anche dal punto di vista economico, sociale e ambientale, come richiesto dall'idea stessa di sostenibilità di un intervento.

Le metodologie multicriteri

Come detto, ma è bene ribadire il concetto, l'analisi multicriteriale (MCDA nel seguito) è una metodologia di valutazione che consente di affrontare problemi decisionali complessi considerando singolarmente, ma in modo integrato, tutte le variabili in gioco e attribuendo a ciascuna di esse la propria importanza relativa. Ciò permette di esaminare un problema complesso da più punti di vista contemporaneamente. Le basi dell'analisi sono rintracciabili nell'ambito di discipline diverse quali la *ricerca operativa*, la *teoria delle organizzazioni* e la *teoria sociale delle decisioni*. L'ambito di applicazione è anch'esso molto vasto. In generale la MCDA è uno strumento di supporto alle decisioni. Questo significa che non fornisce soluzioni assolute ma supporta il decisore nelle sue scelte dandogli chiavi di lettura per problemi di non immediata risoluzione. Sarà poi sempre e comunque il decisore a chiudere il processo decisionale, senza subire passivamente la

scelta metodologica.

I metodi di valutazione multicriteriale consentono di affrontare valutazioni comparative e di classificare una serie di alternative usando un insieme di regole decisionali. I risultati conseguibili saranno evidentemente diversi, in relazione alla confrontabilità dei parametri in gioco, confrontabilità che è strettamente collegata alle relazioni di preferenza, ed in particolare alle quattro situazioni di base possibili:

1. *Indifferenza*, esistono ragioni chiare e precise che giustificano l'equivalenza tra due situazioni;
2. *Preferenza stretta*, esistono ragioni chiare e precise che giustificano la preferenza netta di una situazione sull'altra;
3. *Preferenza debole*, non esistono ragioni chiare e precise che giustificano la preferenza netta, ma neanche l'indifferenza;
4. *Incomparabilità*, non esistono ragioni chiare e precise che giustificano alcuna delle tre precedenti relazioni.

In funzione delle relazioni esistenti tra i diversi criteri considerati nell'analisi, e della struttura complessiva delle preferenze, si possono raggiungere, quale risultato finale del processo di valutazione, le seguenti situazioni:

- *ordinamento completo*: $A > B > C > D$
- *individuazione dell'alternativa migliore*: $A > (B, C, D)$
- *individuazione di un gruppo di alternative accettabili*: $(A, B, C) > D$
- *definizione di classifiche incomplete*, non assolute, ad esempio: $(A, B) > (C, D)$
- *semplice presentazione delle alternative*.

I risultati conseguibili variano in funzione del metodo di valutazione che si sceglie di utilizzare.

Gli elementi di un metodo di valutazione sono le regole di decisione (DR), l'insieme (X) delle alternative (x), e l'insieme delle regole ($f_1 \dots f_i$) attraverso le quali ogni attributo è valutato per una data alternativa x.

Un metodo di valutazione può essere formalmente scritto come:

$$\underset{\text{siX}}{\text{DR}} [f_1(x), \dots, f_i(x)]$$

I metodi di valutazione differiscono tra loro per il tipo di regola decisionale applicata, per le caratteristiche dell'insieme di alternative che possono gestire e per l'insieme di regole usate per valutare gli attributi.

³⁶ Roy B., (1991), *The outranking approach and foundations of ELECTRE methods. Theory and decision*, 31:49-73 e Roy B., (1996), *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, Kluwer Academic Publishers

Modelli multicriteri integrati con i Sistemi Informativi Geografici

Integrazione MCDA-GIS

Affrontare problemi decisionali può implicare l'applicazione contemporanea di un approccio di analisi multicriteri ed uno di analisi territoriale tramite sistemi informativi geografici (*Geographical Information Systems* - GIS). Benché l'analisi multicriteri e lo sviluppo degli strumenti GIS, rappresentino due distinte aree di ricerca, esse possono entrambe trarre beneficio da un loro utilizzo congiunto e per tale motivo la loro integrazione rappresenta oggi una frontiera della ricerca³⁷.

Normalmente la MCDA assume che vi sia un'omogeneità spaziale delle alternative considerate all'interno di ciascun caso studio. Tale assunzione, però, è molto spesso non realistica. Nel caso in cui le alternative abbiano anche una dimensione spaziale la loro classificazione, ordinamento o scelta dipende anche da tale caratterizzazione spaziale. D'altra parte i GIS sono strumenti dedicati alla gestione dei dati ma mostrano significativi limiti nelle analisi che implicano anche giudizi di valore. Per questo si è affermato un settore di studio dello sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni di tipo spaziale o comunque di forme di integrazione quanto più funzionale e completa tra modelli MCDA e strumenti GIS.

L'integrazione MCDA-GIS può essere classificata secondo un sistema di tre livelli. Lo step iniziale prende il nome di *integrazione indiretta*: i due strumenti sono separati ma vengono connessi attraverso un sistema intermedio. Il secondo livello consiste nei cosiddetti *Built-in MCDA-GIS*: i modelli multicriteriali sono inseriti come componenti integrate nel sistema geografico, pur rimanendo indipendenti sia dal punto di vista logico che funzionale. Solo attraverso un'integrazione completa dei due sistemi, che utilizzi la stessa interfaccia e lo stesso database, si raggiunge una vera *efficienza applicativa*. In questo caso, infatti, il modello o i modelli MCDA sono attivati all'interno del software GIS come fossero una delle sue tante funzioni. Tuttavia, anche nel caso di questo terzo livello di integrazione l'applicazione rimane rigida soprattutto perché spesso viene integrato un solo modello alla volta.

Sono di seguito presentati due esempi di integrazione MCDA-GIS finalizzati agli studi ambientali ed alla valutazione dello sviluppo sostenibile, a supporto delle decisioni pubbliche in questi delicati settori.

³⁷ Chakhar S., Martel J.M., (2003), *Enhancing Geographical Information Systems Capabilities with multi-criteria evaluation functions*, Journal of Geographical Information and Decision analysis, 7(2):47-71

Malczewski J., (2006), *Gis-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature*, International Journal of Geographical Information Science, 20(7):703-726

Il Modulo MCDA in GRASS GIS

Il modulo MCDA³⁸ è stato realizzato all'interno del programma GRASS 6.4 svn, un software open source. GRASS è un avanzato software geografico, tra i più utilizzati e diffusi per il data management, l'analisi e l'immagine processing, la produzione di mappe, la visualizzazione e la creazione di modelli spaziali³⁹. GRASS GIS supporta sia dati *raster* che *vector*, in due e tre dimensioni⁴⁰.

Questa applicazione è un esempio più flessibile di integrazione completa. Non solo non viene sviluppato un unico metodo ma, essendo i metodi creati come moduli di GRASS-GIS, presentano un'interfaccia *user friendly* per gli utenti del programma. Inoltre la loro costruzione, basata su diversi algoritmi in un pacchetto modulare unico, permette di aggiungerne nuovi senza il bisogno di modificare il codice originario. Da non sottovalutare il fatto, che essendo moduli sviluppati in un programma open source, è favorito lo sviluppo di nuove funzionalità all'interno della community, aumentando così la flessibilità e l'adattabilità dello strumento.

I quattro metodi implementati nel sistema geografico sono: il metodo *Regime*⁴¹; l'approccio *Fuzzy*; il metodo *Electre*⁴² e il *Dominance-based Rough Set Approach*⁴³.

Allo stato attuale il modulo è stato utilizzato per diverse analisi di natura ambientale a supporto di decisioni pubbliche. Per la valutazione del rischio di incendio in aree boschive, ad esempio, allo scopo di prevedere adeguate misure di prevenzione, o per la problematica della scelta delle aree idonee per l'utilizzazione agronomica di acque reflue provenienti da attività agroindustriali⁴⁴.

I moduli sono scaricabili dalla *GRASS addons repository*⁴⁵.

³⁸ Boggia A., Massei G., (2009), *Implementation of Multicriteria Modules in a Geographic Information System: a Case Study*, 23rd European Conference on Operational Research (EURO XXIII) Bonn, Germany, July 5-8

³⁹ <http://grass.osgeo.org>

⁴⁰ Neteler M., Mitasova H., (2008), *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach*, Third Edition. The International Series in Engineering and Computer Science, Volume 773, Springer, New York

⁴¹ Hinloopen E., Nijkamp P., Rietveld P., (1983), *Qualitative discrete multiple criteria choice models in regional planning*, Regional Science and Urban Economics, 13:77-102

⁴² Vincke P., (1992), *Multicriteria decision-aid*, John Wiley & Sons, New York

⁴³ Greco S., Matarazzo B., Slowinski R., (2001), *Rough sets theory for multicriteria decision analysis*, European Journal of operational research, 129(1):1-47

⁴⁴ Massei G., Rocchi L., Paolotti L., Boggia A., (2013), *Sviluppo di moduli multi criteri per la valutazione ambientale in GRASS GIS*, *AEStIMUM* 63, 129-143

⁴⁵ http://grasswiki.osgeo.org/wiki/GRASS_AddOns#mcda



GeoUmbriaSUIT

GeoUmbriaSUIT è una procedura di calcolo in ambiente geografico finalizzata alla valutazione della sostenibilità territoriale sulla base di criteri ambientali, economici e sociali. Si tratta di un plugin all'interno del software GIS open source QGIS 2.0.

Il modello di calcolo per la valutazione è quello dell'*ideal point*, meglio noto come metodo multicriteriale *TOPSIS*, che esegue un ordinamento sulla base di più criteri, impostando un obiettivo a cui tendere, *ideal point* ed uno da cui allontanarsi, *worst point*, per ciascun criterio di valutazione. La procedura di valutazione della sostenibilità utilizza come base informativa un file geografico, quale ad esempio uno *shape file*, dove la parte grafica rappresenta l'area di studio con le singole unità da valutare (ad esempio una nazione con le singole regioni o una

regione con i singoli comuni), mentre la parte alfanumerica, cioè la tabella degli attributi, descrive gli aspetti ambientali, economici e sociali delle singole unità territoriali, attraverso un insieme di indicatori selezionati. Grazie alle procedure implementate nel *plugin*, è possibile elaborare separatamente gli indicatori nelle tre componenti e aggregarli in singoli indici sintetici: ambientale, economico e sociale. Questi, combinati insieme, forniscono un indice complessivo di sostenibilità per ciascuna unità territoriale interna all'area di studio. Maggiore è il valore assunto e maggiore è il livello di performance raggiunto nelle varie componenti.

I risultati sono rappresentati in maniera alfanumerica, attraverso i valori degli indici, ed in maniera grafica, attraverso le mappe con rappresentazione spaziale e due tipologie di grafici, esemplificati nelle Figure 27.6 e 27.7.

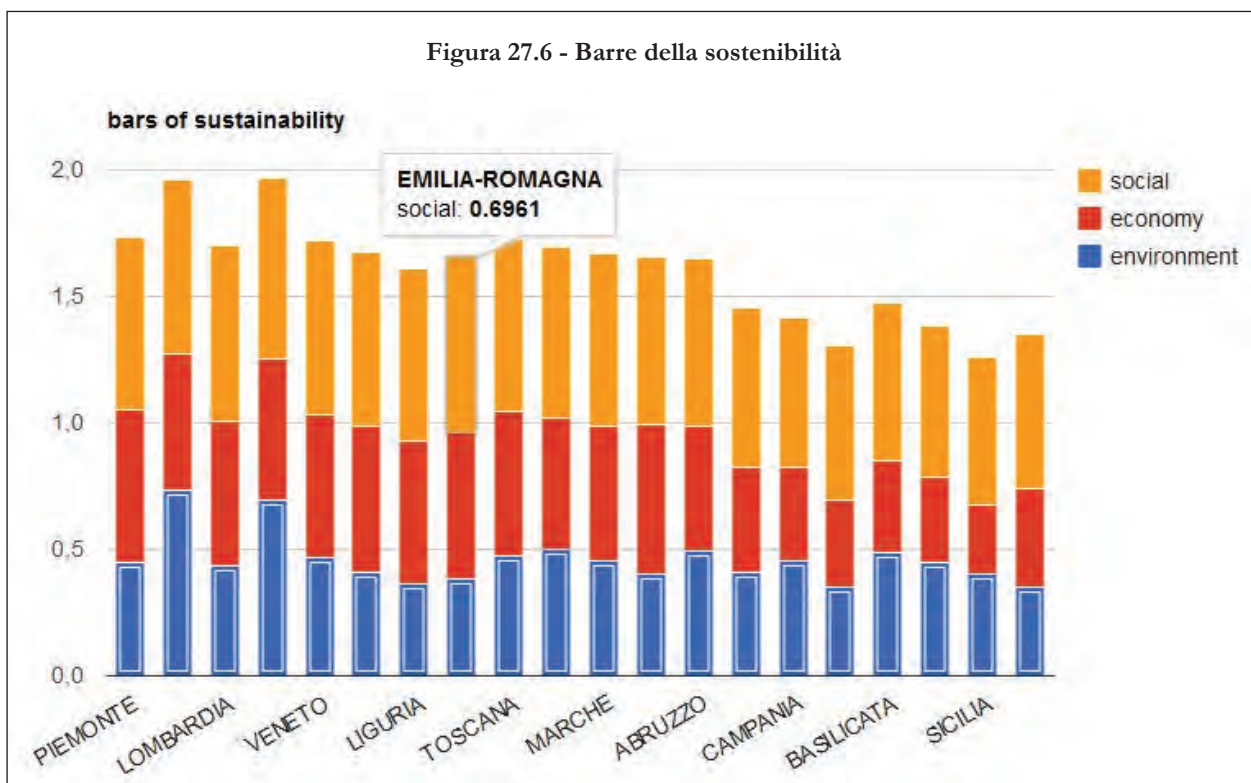
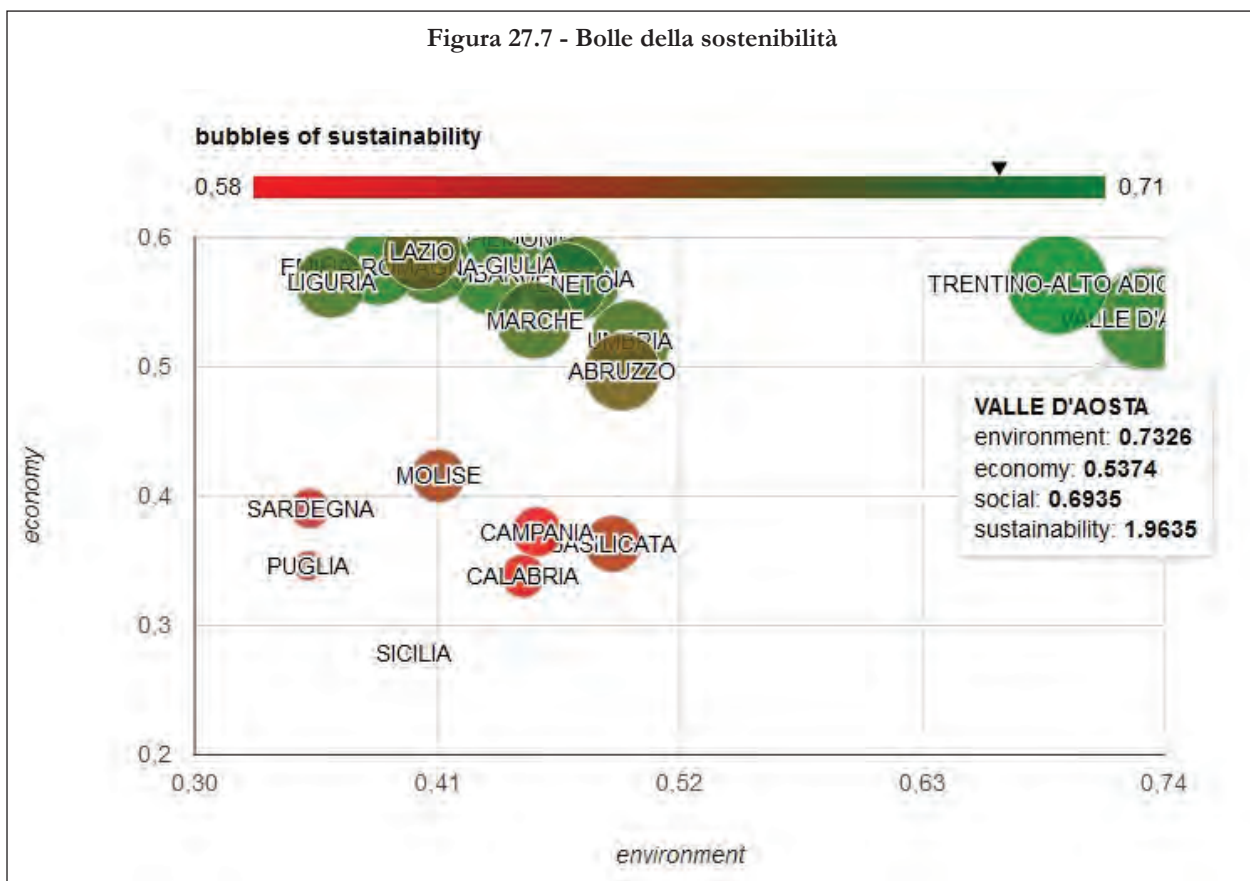


Figura 27.7 - Bolle della sostenibilità



La prima tipologia di grafico è un istogramma, la cui altezza complessiva delle barre è data dalla combinazione lineare delle tre componenti della sostenibilità, espresse attraverso i tre indici: ambientale, economico e sociale. Essendo, in realtà, un grafico interattivo il passaggio del mouse su una delle barre mostra la label e il valore dell'indice.

Il secondo tipo di grafico è costituito da *bolle* la cui posizione, dimensione e colore fornisce informazioni sugli indici ambientali, economici, sociali e di sostenibilità. In particolare, sulle ordinate è riportato l'indice di sintesi per gli aspetti economici, sulle ascisse quello relativo agli aspetti ambientali, la dimensione della bolla è proporzionale al valore dell'indice di sintesi per gli aspetti sociali mentre il colore esprime la sostenibilità complessiva, secondo la chiave di lettura fornita dalla barra colorata posta sulla sommità del grafico: il rosso evidenzia un valore basso di sostenibilità, il verde corrisponde ad un valore alto. Anche in questo secondo grafico passando il mouse su una qualsiasi bolla vengono forniti i valori numerici di ogni componente graficizzata.

Molti modelli esistenti che affrontano la valutazione della sostenibilità presentano la caratteristica di una leggibilità scarsamente trasparente. Quasi sempre il risultato finale dei calcoli di questi modelli è rappresentato da un indice aggregato di sosteni-

bilità, criptico e di difficile interpretazione. Questo è il problema che generalmente si riscontra quando si utilizzano strumenti per la valutazione di un concetto complesso come quello della sostenibilità, che sintetizzano i risultati ottenuti in un unico indice. *GeoUmbriaSUIT*, oltre che procedere al calcolo separato degli indici economico, ambientale e sociale, presenta una procedura in grado di ripercorrere i passaggi che hanno portato al risultato finale, rivelando quali indicatori e/o passaggi procedurali hanno influito maggiormente sui risultati ottenuti.

Gestire la complessità

La complessità delle valutazioni che un decisore pubblico deve fare per prendere decisioni in campo ambientale aumenta progressivamente, anche perché sempre più ampia e complessa diventa l'integrazione fra dimensione ambientale, economica e sociale nel quadro dello sviluppo sostenibile. Nelle valutazioni ambientali i modelli svolgono un ruolo importante e spesso insostituibile, tuttavia, nonostante i notevoli passi in avanti registrati nei tempi più recenti, c'è ancora molto da lavorare sia a livello di ricerca che di applicazioni concrete a realtà territoriali.

È certo comunque che nel campo delle analisi



ambientali, e degli effetti delle attività umane sulle risorse ambientali, l'incremento nell'uso di modelli, per lo più informatizzati, si rende per molti aspetti necessario. Un processo di decisione in campo ambientale è caratterizzato da un elevato livello di incertezza, irreversibilità e complessità. A partire dai contributi di Knight e Keynes⁴⁶, viene effettuata una distinzione tra due livelli di incertezza: un *livello debole*, che Knight ha chiamato rischio, ed un *livello forte*, che ha chiamato incertezza vera e propria. Il rischio fa riferimento a distribuzioni di probabilità basate su classificazioni affidabili di eventi possibili; l'incertezza fa riferimento ad eventi la cui distribuzione di probabilità che non esiste o non è pienamente definibile, per la mancanza di criteri di classificazione affidabili.

In merito al problema dell'irreversibilità, Krutilla⁴⁷ ha affermato che i cambiamenti nell'ambiente naturale, causati dalle attività economiche, possono rivelarsi irreversibili a un grado non comparabile a quelli che riguardano i capitali costruiti dall'uomo. Dei fabbricati, ad esempio, possono esser costruiti, ed in seguito demoliti. Invece, una volta che un'area ad elevata biodiversità, o una specie vivente siano state distrutte, è impossibile ripristinare queste componenti dell'ambiente naturale in un breve periodo di tempo e forse non sarà mai possibile.

Dalla teoria dei sistemi e dalla filosofia della scienza è possibile ricavare la distinzione tra sistemi semplici o complicati da una parte, e quelli complessi. I sistemi complessi sono definiti, in termini epistemologici, come quelli che non possono essere interpretati adeguatamente da un solo tipo di rap-

presentazione o di prospettiva analitica⁴⁸.

Non si ritiene che i modelli siano in grado di eliminare le difficoltà che vengono all'analisi dalle caratteristiche appena descritte. Ma certamente essi possono fornire un importante contributo nella gestione di informazioni e di dati numerosi ed eterogenei, aiutare a documentare e soprattutto a migliorare il controllo dei fenomeni ambientali, spesso caratterizzati da incertezza, irreversibilità e complessità.

A causa del chiaro profilo multidimensionale che le valutazioni in questo settore assumono, l'integrazione dei risultati ottenuti con i modelli, con metodologie di analisi multicriteriale sembrano in grado di fornire risposte interessanti. Da un punto di vista operativo, il più importante punto di forza dei metodi multicriteri consiste nella loro capacità di riuscire ad indirizzare problemi caratterizzati da vari interessi contrastanti. Poiché nel mondo reale non esistono solo situazioni nette di vittoria o di sconfitta, è necessario un certo grado di compromesso. L'analisi multicriteri non è ovviamente in grado di risolvere tutti i conflitti, ma può aiutare a fornire maggiori dettagli sulla natura di questi conflitti e sulle strade per giungere a compromessi politici in caso di preferenze divergenti all'interno dei diversi gruppi sociali coinvolti, così da aumentare la trasparenza del processo decisionale.

Non va trascurato infine il ruolo che i Sistemi Informativi Geografici (GIS) possono svolgere nella rappresentazione spaziale sul territorio dei fenomeni rilevati e quantificati con la valutazione. Un sistema integrato costituito dai tre passaggi chiave:

modelli di simulazione → *analisi multicriteriale* → *GIS*

è certamente in grado di garantire ottimi risultati nel processo di analisi e valutazione a supporto delle decisioni pubbliche.

⁴⁸ Stengers I. [a cura di], (1987), *D'une Science à l'Autre: des Concepts Nomades*, Seuil, Paris

⁴⁶ Knight F.H., (1921), *Risk, Uncertainty and Profit*, Houghton & Mifflin, Boston

Keynes J.M., (1971), *A treatise on probability*, ristampa in Vol.8 di The Collected Writing of J.M. Keynes, macmillan, London

⁴⁷ Krutilla J.V.,(1967), *Conservation Reconsidered*, American Economic Review, 47

Conclusioni

E' bene dire subito che questi tre capitoli dell'ultima parte non concludono. Il filo che li lega è che, a differenza degli altri, hanno più a che fare con il *sociale*, e abbiamo ormai imparato che il sociale è parte integrante della sostenibilità. Anche l'economia è scienza dell'uomo ed è quindi sociale, e anche l'economia dell'ambiente, come si legge nella citazione all'interno del Capitolo XXV, Il ruolo dell'economia: *Gli aspetti economici dei problemi ambientali rivestono un'importanza sempre maggiore nella nostra epoca. Ciò è naturale: infatti la risoluzione dei problemi dell'ambiente richiede l'impiego di risorse economiche ingenti e crescenti, mentre per la prevenzione di nuovi problemi ambientali occorrono una modifica sostanziale delle caratteristiche dei processi produttivi e di consumo e un particolare orientamento del progresso tecnologico.* Questa citazione illustra molto bene sia la complessità del tema sia la possibilità di soluzioni idonee. Una serie di punti fermi: la necessità di andare verso una green economy che non sia solo l'insieme di tecnologie ma comprenda una visione nuova dell'economia, come suggerito dall'Unep; la necessità di inglobare i beni comuni anche immateriali, quali il clima, nelle considerazioni economiche; la necessità di considerare i vantaggi di carattere economico e occupazionale di un modo nuovo di produrre e consumare beni e la possibilità di una gestione dell'inquinamento basata su meccanismi di mercato. Questi sono i temi che bisogna affrontare e nel capitolo si dimostra, attraverso le buone pratiche, che se un altro mondo è possibile, lo è anche un'altra economia.

Come è possibile un altro Turismo, Capitolo XXVI. Esiste infatti, nei paesi come l'Italia, una relazione strettissima tra turismo ed economia, relazione che potrebbe migliorare di molto dal punto di vista dei ricavi economici in futuro. Siamo un Paese che possiede la gran parte del patrimonio artistico del mondo, di quello naturale si è già detto. E' possibile allora che si parli del turismo come elemento di degrado, piuttosto che di sviluppo? E' il primo tema che gli Autori affrontano analizzando gli impatti non solo sul territorio ma anche sulla popolazione e sulla cultura locale. La sostenibilità è anche fattore sociale, come abbiamo più volte ripetuto, e molto spesso l'insostenibilità del turismo trova le sue cause proprio nei fattori culturali. Tutto ciò non è affatto irreversibile se, come fanno gli Autori, si pensa al turismo come opportunità di sviluppo locale presupponendo, ad esempio, che il turismo non sia contro ma a favore della popolazione. Vi è però la necessità di forti azioni politiche sia a livello nazionale che locale.

Di queste azioni vi è bisogno anche per Prendere buone decisioni politiche, titolo del Capitolo XXVII che chiude il libro non a caso. Ne abbiamo parlato tanto ma non abbiamo fino ad ora detto praticamente come fare. Ce lo dicono gli Autori che, partendo dalle strade istituzionali esistenti, come la VIA e la VAS, che sembrano comunque insufficienti a causa della *visione meccanicista che prevale ampiamente sia negli approcci di studio dell'ambiente sia nelle strutture organizzative delle amministrazioni.* A queste strutture fanno capo certe pratiche. Bisogna allora, se non possiamo modificare già da adesso le strutture am-

ministrative, cambiare per lo meno l'approccio e l'esperienza francese della legge Grenelle, che viene riportata, sembra un buon punto di partenza. E' sufficiente possiamo chiederci? La risposta degli Autori è semplice: no. Bisogna comunque aumentare la partecipazione del cittadino, il livello di informazione, di comunicazione, come dimostrano le buone pratiche riportate, ma bisogna anche rendersi conto che abbiamo bisogno di buoni sistemi di supporto alle decisioni perché: *Nell'era moderna la correlazione e la globalizzazione delle azioni e degli affari dell'umanità diventano sempre più evidenti, sebbene spesso le conseguenze ne siano sconosciute. Questo fatto, unitamente alla sempre più spinta e crescente capacità tecnologica nel campo dell'informatica e delle discipline correlate, spiega il perché dell'incremento nella creazione e nell'uso di modelli informatizzati sia per la ricerca, che per la messa a punto di strategie politiche. Anche nel campo delle valutazioni degli effetti delle attività umane sull'ambiente si assiste ad un continuo incremento nella produzione e nell'uso di modelli informatizzati. Il vantaggio principale consiste nel fatto che in tal modo enormi quantità di dati ambientali possono essere gestiti contemporaneamente, e calcoli complessi possono essere eseguiti velocemente, sia per valutare situazioni attuali, sia per effettuare proiezioni nell'ambito di scenari alternativi.*

Lo sviluppo sostenibile è un problema multidimensionale, l'abbiamo ripetuto spesso in questo libro. Problemi di questo tipo richiedono allora *metodi di valutazione multicriteriale che consentono di affrontare valutazioni comparative e di classificare una serie di alternative usando un insieme di regole decisionali.* E' quello che infine il Capitolo propone tenendo conto che questi modelli già esistono e funzionano: è il caso quindi che chi deve prendere decisioni lo sappia.

Bibliografia

Parte VI - La sostenibilità come sfida del futuro

Capitolo 25 - Il ruolo dell'economia

Amerighi O., Felici B., (2011), *Sviluppo Sostenibile e Green Economy: oltre il PIL*, EAI Energia, Ambiente e Innovazione, n. 3 Maggio-Giugno, Enea, Roma

Berkes F., Folke C., (1992), *A system perspective on the interrelations between natural, human-made and cultural capital*, Ecologica Economics, 5

Blasi E., (2011), *Il ruolo degli stock economici, ambientali, sociali e valoriali per il benessere delle comunità: un modello sistemico di indirizzo per le politiche locali*, Tesi di dottorato in Economia e Territorio, Università degli studi della Toscana

Bonaiuti M., (2003), *Introduzione*, in Georgescu-Roegen N., *Bioeconomia*, Bollati Boringhieri, Torino

Bonaiuti M., (2005), *The paradoxes of growth: towards a systemic approach to economic theory*, in Istituzioni e sviluppo economico, no. 3

Bonaiuti M., (2008), *Economia e territorio. Un approccio sistemico*, Sviluppo locale, Vol.11, n. 27

Buchanan J.M., (1963), *The Economics of Earmarked Taxes*, Journal of Political Economy, University of Chicago Press, vol. 71

Catenacci V., (1992), *Il dissesto idrogeologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*, Servizio Geologico nazionale, memorie descrittive della carta geologica d'Italia, vol. XLVII

Cedefop, (2012), *Green skills and environmental awareness in vocational education and training*, Research Paper n. 24

Commissione Europea, (2011), *Renewable Energy: progressing towards the 2020 target*, COM(2011) 31 final, Commissione Europea, Brussels

- Commissione Europea, (2012), *Ripensare l'istruzione: investire nelle abilità in vista di migliori risultati socioeconomici*, COM(2012), 20 novembre, Commissione Europea, Brussels
- Costanza R., Daly H.E., (1992), *Natural capital and sustainable development*, Conservation Biology, 6
- Daly H.E., (1996), *The Economics of Sustainable Development. Beyond growth*, Beacon Press, Boston
- Daly H.E., Farley J., (2003), *Ecological Economics: Principles And Applications*, Island Press, Washington DC
- Franco S., Blasi E., (2013), *Sistema economico, impatto ambientale e benessere sociale: una lettura territoriale*, Sinergie Rivista di studi e ricerche, n.90
- Georgescu-Roegen N., (1971), *The entropy law and the economic process*, Harvard University Press, Cambridge, USA
- Georgescu-Roegen N., (1975), *Energy and economic myths*, Southern Economic Journal, Vol. 41, n.3
- Georgescu-Roegen N., (1984), *Feasible Recipes Versus Viable Technologies*, Atlantic Economic Journal, XII, March
- Georgescu-Roegen N., (1998), *Energia e miti economici*, Bollati Boringhieri, Torino
- Georgescu-Roegen, (2003), *Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, Bollati Boringhieri, Torino
- Green Paper, (2012), *Restructuring and anticipation of change: what lessons from recent experience?*, COM(2012) 7
- Nordhaus W.D., (2006), *The "Stern Review" on the Economics of the Climate Change*, National Bureau of Economic Research, December, working paper n.12741
- Oecd, (2011), *Towards Green Growth: Monitoring Progress – Oecd Indicators*, Oecd, Paris
- Ranieri A., (2012), *Nuove competenze professionali per vincere la sfida della green economy*, in Speciale sulla green economy, Energia, Ambiente e Innovazione, Enea, Roma
- Samuelson P.A., (1995), *Diagrammatic Exposition of A Theory of Public Expenditure*, in Review of Economics and Statistics, November
- Strietska- Ilina O., Hofmann C., Durán Haro M., Jeon S., (2011), *Skills for Green Jobs: A Global View*, ILO, Cedefop
- Zamagni S., Bruni L., (2009), *Dizionario di economia civile*, Città Nuova, Roma

Capitolo 26 - Il turismo

Burkart A.J, Medlik S., (1981), *Past, present and future*, Heinemann

Di Meo A., (2002), *Il marketing dell'ambiente e della cultura per lo sviluppo turistico del territorio*, Editori di Comunicazione, Lupetti, Milano

Godfrey K., Clarke J., (2002), *Manuale di Marketing territoriale per il turismo*, Le Monnier, Firenze

Ielardi G., (a cura di), (2005), *Le buone pratiche dei Parchi. Idee e progetti per l'Italia*, Xpress, Roma

Maretti M., Salvatore R., (2012), *The Link between Sustainable Tourism and Local social Development*, Sociologica, 2

Montani R. (a cura di), (2005), *Messer Milione...Internet. Territorio, Turismo e Comunicazione*, Liguori Editore, Napoli

Peroni G., (2002), *Il marketing turistico*, Franco Angeli, Milano

Presidenza irlandese dell'Unione europea, (1996), *Verso una politica integrata in materia di sviluppo rurale*, Dichiarazione di Cork, novembre, Cork

Savelli A.R. [a cura di], (1998), *Alla ricerca di nuovi spazi per il turismo*, in Spazio turistico e società globale, Franco Angeli, Milano

Urry J., (2000), *Lo sguardo del Turista*, Edizioni Seam, Formello, RM

Capitolo 27 - Prendere buone decisioni politiche

Amerighi O., Felici B., Corrias P., Borrelli G., Tommasino M.C., Rao M., (2013), *Case intelligenti per consumatori intelligenti?*, Energia, Ambiente e Innovazione n. 3-4, Enea, Roma

Anci (Associazione italiana Comuni Italiani), (2013), *Vademecum per la città intelligente*, Forum PA, Osservatorio nazionale Smart City, Anci, Roma

Bettini V.,(1996), *Elementi di ecologia urbana*, Einaudi, Torino

Bigi M., Vaccari A., (2012), *L'innovazione richiede una nuova partecipazione*, Ecoscienza, n. 5, Linea editoriale Arpa Emilia-Romagna

Borrelli G., Carrabba P., Padovani L. M., Di Giovanni B, Palma R., (2007), *Politica locale e biodiversità*, Enea, Roma

Bobbio L., (2006), *Dilemmi della democrazia partecipativa*, in *Democrazia e diritto*, Fascicolo 4, Franco Angeli, Milano

Boggia A., Massei G., (2009), *Implementation of Multicriteria Modules in a Geographic Information System: a Case Study*, 23rd European Conference on Operational Research, EURO XXIII, July 5-8, Bonn, Germany

Calvo E. et al., (2005), *Metodologia di redazione della carta dei tipi forestali della Regione Lombardia*, 27-30 settembre, V Congresso Nazionale SISEF, Torino

Calvo E., Mantovani F., (2008), *Valutazione della qualità degli impianti di latifoglie della Rete Regionale Sperimentale ERSAF*, Rapporto tecnico interno, ERSAF, Milano

Chakhar S., Martel J.M., (2003), *Enhancing Geographical Information Systems Capabilities with multi-criteria evaluation functions*, *Journal of Geographical Information and Decision analysis*, 7, 2

Devoto-Oli, (1990), *Vocabolario della lingua italiana*, Le Monnier, Milano

Funtowicz S., (2007), *Dalla dimostrazione competente alla partecipazione estesa*, in Modonesi C., Tamino G., Verga I., (a cura di), *Biotechocrazia, Informazione scientifica, agricoltura e processi decisionali*, Fondazione Diritti Genetici, Baldini Castoldi Dalai Editore, Milano

Fusco Girard L. [a cura di], (1993), *Estimo ed economia ambientale: le nuove frontiere nel campo della valutazione*, Franco Angeli, Milano

Gallino L., (2007), *Tecnologia e democrazia. Conoscenze tecniche e scientifiche come beni pubblici*, Einaudi, Torino

Greco N., (2007), *Costituzione e regolazione. Interessi, norme e regole sullo sfruttamento delle risorse naturali*, Il Mulino, Bologna

Greco S., Matarazzo B., Slowinski R., (2001), *Rough sets theory for multicriteria decision analysis*, *European Journal of operational research*, 129, 1

Hinloopen E., Nijkamp P., Rietveld P., (1983), *Qualitative discrete multiple criteria choice models in regional planning*, *Regional Science and Urban Economics*, 13

Hirschman A.O., (1958), *The Strategy of Economic Development*, Volume 10, Yale University Press, USA

Keynes J.M., (1921), *A treatise on probability*, ristampa in Vol.8 di *The Collected Writing of J.M. Keynes*, Macmillan, London

Knight F.H., (1921), *Risk, Uncertainty and Profit*, Houghton & Mifflin, Boston

- Krutilla J.V., (1967), *Conservation Reconsidered*, American Economic Review, 47
- La Camera F., (2009), *Dal concetto di sviluppo sostenibile alle procedure di valutazione ambientale*, evento introduttivo 10 e 11 novembre, I Corso di formazione VIA e VAS Ispra
- Malczewski J., (2006), *Gis-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature*, International Journal of Geographical Information Science, 20, 7
- Massei G., Rocchi L., Paolotti L., Boggia A., (2013), *Sviluppo di moduli multi criteri per la valutazione ambientale*, Grass GIS, Aestimium 63
- Neteler M., Mitasova H., (2008), *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach*, Third Edition, The International Series in Engineering and Computer Science, Vol. 773, Springer, New York
- Pearce D.W., Barbier E., Markandya A., (1988), *Sustainable Development and Cost Benefit Analysis*, Paper 88/03, Environmental Economics Centre, IIED/UCL, London
- Roy B., (1991), *The outranking approach and foundations of ELECTRE methods*, Theory and decision, 31
- Roy B., (1996), *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, Kluwer Academic Publishers
- Scandurra E., *La città che non c'è. La pianificazione al tramonto*, Dedalo, Bari, 1996
- Solow R. M., (1956), *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, no. 1
- Stengers I. (a cura di), (1987), *D'une Science à l'Autre: des Concepts Nomades*, Seuil, Paris
- Van de Wall E., (1975), *Foundations of the Model of Doom*, Science, 26/09
- Vincke P., (1992), *Multicriteria decision-aid*, John Wiley & Sons, New York

Edito dall'ENEA

Unità Centrale Relazioni – Servizio Comunicazione

Lungotevere Thaon di Revel, 76 – 00196 Roma

www.enea.it

Progetto grafico: Mauro Ciamarra, Cristina Lanari

Consulenza editoriale: Giuliano Ghisu

Impaginazione: Ediguida Srl

Stampa: Laboratorio tecnografico – Centro Ricerche ENEA Frascati

Gennaio 2015



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

ISBN: 978-88-8286-313-5