

**DIREZIONE
TRASFERIMENTO
TECNOLOGICO**

STRUMENTI ED ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE IN ENEA

DAVIDE FRATINI, FRANCESCA CAPPELLARO

Direzione Trasferimento Tecnologico
Centro Ricerche ENEA di Bologna

RT/2026/5/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE
NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO
SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

STRUMENTI ED ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE IN ENEA

DAVIDE FRATINI, FRANCESCA CAPPELLARO

Direzione Trasferimento Tecnologico
Centro Ricerche ENEA di Bologna

RT/2026/5/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE
NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO
SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

A cura di:

Davide Fratini (Direzione Trasferimento Tecnologico-Divisione Knowledge Transfer Management-Servizio Promozione e Tutela della Proprietà Intellettuale)

Francesca Cappellaro (Direzione Trasferimento Tecnologico-Divisione Knowledge Transfer Management-Servizio Strumenti per il Trasferimento Tecnologico)

Contributi:

Capitolo 1 *L'approccio ENEA al trasferimento tecnologico*

Oscar Amerighi (1.1), Francesca Cappellaro (1.1, 1.2), Davide Fratini (1.3), Stefania Bassini (1.4)

Capitolo 2 *La valorizzazione della proprietà industriale*

Oscar Amerighi (2.3), Francesca Cappellaro (2.1, 2.3), Patrizia Corrias (2.1), Ilaria Falcone (2.3), Lidia Melissari (2.2), Alessandro Zini (2.1)

Capitolo 3 *Esperienze di valorizzazione del brevetto "Processo di trattamento e conversione di rifiuti carboniosi misti in combustibili puliti"*

Alberto Giaconia (3.1,3.2)

Capitolo 4 *Esperienze di valorizzazione del brevetto "Immunoglobuline G Fuse Biotecnologicamente all'Enzima Perossidasi"*

Cristina Capodicasa (4.1, 4.2), Marcello Catellani (4.1, 4.2), Luisa Tesser (4.2.1)

Capitolo 5 *Esperienze di valorizzazione del Progetto "Sorgentina"*

Antonino Pietropaolo (5.1, 5.2)

Capitolo 6 *Esperienze di valorizzazione del brevetto Cool Materials: materiali innovativi per le costruzioni efficienti*

Maria-Anna Segreto (6.1, 6.2)

Capitolo 7 *Conclusioni*

Francesca Cappellaro, Davide Fratini, Oscar Amerighi

I rapporti tecnici sono scaricabili in formato pdf dal sito web ENEA alla pagina www.enea.it

I contenuti tecnico-scientifici dei rapporti tecnici dell'ENEA rispecchiano l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'Agenzia

The technical and scientific contents of these reports express the opinion of the authors but not necessarily the opinion of ENEA

Progetto grafico in collaborazione con Flavia Maccaferri (REL-PROM)

STRUMENTI ED ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE IN ENEA

D. Fratini, F. Cappellaro

Riassunto

Questo Rapporto Tecnico prende spunto dal ciclo di webinar omonimo dal titolo "Strumenti ed esperienze di valorizzazione della Proprietà Industriale", organizzato dalla Direzione Trasferimento Tecnologico nel 2025. Vengono presentati alcuni strumenti messi a punto dalla Direzione TTEC per la valorizzazione di brevetti e risultati della ricerca di ENEA, con particolare riferimento alle schede dell'offerta tecnologica prodotte attraverso la Banca Dati MATRICS (Management del Patrimonio Intellettuale e delle Competenze Specialistiche ENEA). Il Rapporto prevede la presentazione delle esperienze di alcuni ricercatori ENEA autori di brevetto e di scheda MATRICS, ponendo in evidenza come le azioni di valorizzazione di un titolo di Proprietà Industriale abbiano portato a collaborazioni esterne e/o opportunità di finanziamento.

Parole Chiave: Valorizzazione della proprietà intellettuale (IP), Trasferimento tecnologico, Open Innovation, Condivisione della conoscenza.

Sommario

Premessa	7
CAPITOLO 1 L'APPROCCIO ENEA AL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO	9
1.1 Dal Trasferimento Tecnologico al Knowledge Exchange	9
1.2 Mappatura dell'offerta tecnologica ENEA	11
1.3 Il portafoglio dei titoli di Proprietà Industriale e Intellettuale	14
1.4 Tutela giuridico-contrattuale della proprietà intellettuale nei rapporti con soggetti terzi	17
Bibliografia/Sitografia del Capitolo 1	20
CAPITOLO 2 VALORIZZAZIONE DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE	21
2.1 Valorizzazione dei brevetti tramite la Banca Dati MATRICS	21
2.1.1 Analisi dell'offerta tecnologica ENEA	21
2.1.2 Analisi complessiva del potenziale di trasferimento tecnologico	23
2.1.3 Sviluppi futuri ed uso strategico dei dati di trasferimento tecnologico	26
2.2 Valorizzazione della PI tramite contratti di licenza	27
2.3 La valorizzazione dei brevetti ENEA nelle iniziative di Netval	28
2.3.1 La piattaforma <i>Knowledge Share</i>	29
2.3.2 Il Premio " <i>Intellectual Property Award</i> "	30
Bibliografia/Sitografia del Capitolo 2	31
CAPITOLO 3 ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DEL BREVETTO "PROCESSO DI TRATTAMENTO E CONVERSIONE DI RIFIUTI CARBONIOSI MISTI IN COMBUSTIBILI PULITI"	33
3.1 Descrizione dell'invenzione	33
3.2 Iter del brevetto	35
Scheda MATRICS	38
Bibliografia/Sitografia del Capitolo 3	40
CAPITOLO 4 ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DEL BREVETTO "IMMUNOGLOBULINE G FUSE BIOTECNOLOGICAMENTE ALL'ENZIMA PEROSSIDASI"	41
4.1 Descrizione dell'invenzione	41
4.2 Iter del brevetto	43
4.2.1 Esperienza di Knowledge Transfer Management del brevetto illustrato	44
Scheda MATRICS	47
Bibliografia/Sitografia del Capitolo 4	49
CAPITOLO 5 ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DEL PROGETTO "SORGENTINA"	51
5.1 Descrizione dell'invenzione	51
5.2 Iter del brevetto	52
Scheda MATRICS	54

Bibliografia/Sitografia del Capitolo 5	56
CAPITOLO 6 ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DEL BREVETTO <i>COOL MATERIALS</i>: MATERIALI INNOVATIVI PER LE COSTRUZIONI EFFICIENTI	57
6.1 Descrizione dell'invenzione	57
6.2 Iter del brevetto.....	60
Scheda MATRICS.....	62
Bibliografia/Sitografia del Capitolo 6	63
CONCLUSIONI.....	65

Premessa

Il Trasferimento Tecnologico è il processo attraverso il quale le conoscenze, le competenze, le tecnologie e le innovazioni sviluppate in un contesto vengono condivise e applicate in un altro contesto per migliorarne la produttività, l'efficienza, la qualità o l'innovazione, spesso con l'obiettivo di creare valore economico o sociale. Questo processo può avvenire tra diverse organizzazioni, settori industriali o paesi e generalmente coinvolge almeno due parti: la parte che trasferisce la tecnologia (ad esempio, un'azienda o un'istituzione di ricerca) e la parte che la riceve (un'altra azienda, organizzazione o governo). Il Trasferimento Tecnologico può avvenire attraverso vari metodi, come ad esempio la cessione di licenze, la collaborazione in ricerca e sviluppo, la formazione, l'acquisizione di tecnologie, la consulenza ecc.

La Direzione Trasferimento Tecnologico, TTEC, nasce il 1° aprile 2024, per raccogliere l'eredità della Direzione Innovazione e Sviluppo e ancora in precedenza della Direzione Committenza, sorta nel 2015 proprio per rappresentare l'interfaccia di ENEA verso l'esterno con tutte le controparti pubbliche e private. Nella Direzione TTEC il focus è fortemente orientato al trasferimento tecnologico, al rapporto con le imprese, anche attraverso l'implementazione di specifici modelli, strumenti, progetti e programmi, volti a trasferire al tessuto economico produttivo e alla nostra società i risultati della ricerca dell'ENEA tra cui i prodotti brevettuali.

La struttura della Direzione prevede tre servizi direttamente dipendenti dalla stessa (il Servizio per la Pianificazione Tecnico Operativa, TTEC-PTO, il Servizio Contrattualistica e verifica Proprietà Intellettuale, TTEC-CPI, e il Servizio Innovazione per la Pubblica Amministrazione, TTEC-IPA) e una Divisione Knowledge Transfer Management (TTEC-KTM). Questa si occupa di curare e assicurare tutte le iniziative, le azioni di preparazione, attuazione e gestione operativa di programmi di trasferimento tecnologico per la valorizzazione degli asset nei confronti di soggetti terzi. Alcune iniziative sono legate a progettualità, che vengono gestite direttamente dalla Divisione.

La Divisione TTEC-KTM si articola in quattro servizi, uno di questi è quello di Promozione e Tutela della Proprietà Intellettuale (TTEC-KTM-TPI), che di fatto gestisce il portafoglio di titoli di proprietà industriali dell'Enea. Altri servizi che operano sempre nella Divisione TTEC-KTM sono il servizio Gestione Operativa del Trasferimento tecnologico (TTEC-KTM-GOT), il servizio Strumenti per il Trasferimento Tecnologico (TTEC-KTM-STT) e il servizio Innovation Network Italia - Industrial Liaison Office Network (TTEC-KTM-INI).

Nell'alveo del Piano per il Trasferimento Tecnologico di ENEA, la Direzione TTEC, con il Piano Triennale di Attività (PTA) 2018-2020, ha proposto un nuovo approccio alla strategia per la gestione del trasferimento della conoscenza, con l'obiettivo di creare un modello di partnership con il sistema industriale, in particolare le PMI, per facilitare lo scambio di conoscenze e informazioni su tematiche tecnologiche specifiche, con visione e obiettivi condivisi al fine di favorire la creazione di alleanze strategiche di medio-lungo termine.

I brevetti rappresentano uno degli strumenti del collegamento tra ricerca e industria e l'esperienza maturata negli anni da ENEA ha evidenziato i limiti di un approccio lineare di *technology transfer*, basato sul semplice trasferimento di risultati già sviluppati. A questo modello si è progressivamente sostituito un approccio più evoluto di *"knowledge exchange"*, ispirato ai principi dell'*open innovation*, in cui ricerca, imprese, finanza e istituzioni collaborano fin dalle prime fasi per co-sviluppare soluzioni con maggiori possibilità di arrivare al mercato.

In questo nuovo approccio, la protezione della proprietà intellettuale non deve essere considerata solo una fase finale, ma un elemento trasversale a tutto il processo di innovazione. Diventa quindi centrale la gestione consapevole degli strumenti giuridici (contratti di ricerca, accordi di riservatezza, accordi di partenariato e licenze), insieme a un cambiamento culturale sia nella comunità della ricerca sia nel mondo industriale volto a consolidare una cultura dell'innovazione collaborativa in Italia. Se da un lato le imprese e gli investitori sono chiamati a superare atteggiamenti utilitaristici di breve periodo e impegnarsi in relazioni strutturate di lungo periodo con i centri di ricerca, dall'altro i ricercatori dovrebbero adottare una visione più orientata all'impatto socioeconomico e collaborativo delle proprie attività, senza necessariamente diventare imprenditori, ma comprendendo il potenziale applicativo e di mercato dei risultati scientifici.

Al fine di rafforzare la cultura dei ricercatori sulle potenzialità legate alle invenzioni che nascono nei laboratori di ricerca ENEA, nel 2025 è stato realizzato un ciclo di webinar con taglio informativo/formativo dal titolo "Strumenti ed esperienze di valorizzazione della Proprietà Industriale", volto a promuovere e diffondere la cultura brevettuale in ENEA.

Questo report riporta una sintesi dei contenuti affrontati nei vari webinar con l'obiettivo di condividere l'approccio ENEA per la valorizzazione della Proprietà Industriale, fornendo approfondimenti sugli strumenti introdotti dalla Direzione TTEC per tutelare, valorizzare e comunicare i risultati della ricerca e in particolare i brevetti di invenzione. Nel report vengono anche presentati casi concreti di valorizzazione di alcuni brevetti ENEA al fine di offrire una dimostrazione pratica di come un titolo di Proprietà Industriale possa essere un'opportunità di collaborazioni e attrarre finanziamenti.

CAPITOLO 1 L'APPROCCIO ENEA AL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

1.1 Dal Trasferimento Tecnologico al Knowledge Exchange

Il Piano per il Trasferimento Tecnologico di ENEA punta a spostare il focus delle attività dalla promozione del proprio portafoglio di proprietà industriale ed intellettuale (*technology-push*) alla creazione e gestione di relazioni di lungo periodo con gli stakeholder del sistema innovativo (*market-pull*), in particolare con le imprese interessate a collaborare e co-investire fin dalle prime fasi di sviluppo di una nuova tecnologia. Nell'approccio *market-pull*, le attività sono concentrate nelle fasi di inizio del processo di trasferimento tecnologico piuttosto che nella promozione e nella vendita della proprietà industriale. Le invenzioni della ricerca pubblica tendono ad essere tecnologicamente poco mature per attrarre investimenti per valorizzarle e i risultati di laboratorio di un ente di ricerca o un'università, caratterizzati da un TRL (Technology Readiness Level) mediamente basso, difficilmente vengono presi nella dovuta considerazione da un'impresa visionandone le caratteristiche su un catalogo. Puntare a progetti che vedono la collaborazione fin da uno stadio precoce di sviluppo della tecnologia fra ricerca pubblica e imprese offre maggiori probabilità di raggiungere il mercato.

In questa direzione, ENEA ha definito la propria "Knowledge Exchange Strategy" (KES) con l'obiettivo di creare collaborazioni stabili e di lungo periodo tra i diversi attori dell'innovazione. La KES adotta un approccio evoluto per favorire l'incontro sistemico tra ricerca pubblica, imprese e altri attori dell'innovazione. L'obiettivo va oltre il concetto tradizionale di trasferimento tecnologico (inteso come trasferimento lineare di brevetti o risultati di laboratorio) e mira ad instaurare relazioni di medio-lungo periodo, basate su open innovation e co-creazione, in cui ricerca, industria, finanza e istituzioni collaborano fin dalle prime fasi di sviluppo tecnologico per aumentare le probabilità di impatto sul mercato.

L'approccio al *knowledge exchange* di ENEA punta anche alla centralità del ruolo dei ricercatori nell'interazione tecnologica con i partner industriali e l'obiettivo di valorizzazione della ricerca pubblica risulta raggiunto quando il partner industriale decide di investire nello sviluppo di una tecnologia, nell'intento di rispondere ai bisogni del mercato e della società.

Le principali leve operative della KES includono:

- Fondo interno di Proof of Concept (PoC): un investimento dedicato ad aumentare il Technology Readiness Level (TRL) delle innovazioni ENEA tramite progetti con partner industriali, favorendo così la maturazione tecnologica e l'attrazione di interesse da parte di imprese e investitori.
- Knowledge Exchange Program (KEP): un portale digitale attraverso cui le imprese possono accedere alle competenze, progetti, tecnologie, laboratori e ricercatori di ENEA, facilitando la definizione di partnership strategiche e rapporti di collaborazione diretti. Questo strumento mira a fidelizzare i rapporti con il sistema produttivo e integrare le priorità industriali con il patrimonio di conoscenza dell'ENEA.
- Collaborazioni con fondi di venture capital e iniziative come ITAtech: la sinergia con fondi di investimento – ad esempio fondi di VC come EUREKA! Venture – è cruciale per integrare risorse private e pubbliche e creare vera massa critica per il successo commerciale delle tecnologie.

Il PoC, nato nell'ambito del Piano Triennale di Attività 2018-2020, è pensato per contribuire a colmare il divario tecnico e finanziario tra i risultati maturati in laboratorio e la loro potenziale commercializzazione, allo scopo di aumentare l'impatto della ricerca ENEA sulla società.

Il KEP, nato nel maggio del 2019 e realizzato in collaborazione con CNA, Confapi, Confartigianato, Confindustria e Unioncamere, è finalizzato alla definizione e sistematizzazione di partnership di lungo termine con le imprese attraverso percorsi di affiancamento, partnership e supporto, anche personalizzati e incentrati sulla condivisione delle esigenze e delle problematiche dell'azienda.

Il KEP è stato costruito sull'esempio di un programma del MIT (Massachusetts Institute of Technology) che prevede una piattaforma *Knowledge Base* con la possibilità di consultare online schede sulle competenze interne legate a tecnologie e altri prodotti della ricerca e le figure degli *Industrial Liaison Officers*, professionisti con background imprenditoriale e conoscenza approfondita degli ambiti di ricerca di eccellenza del MIT. Sull'esempio di queste best practice internazionali di trasferimento tecnologico, il programma KEP si è articolato in sei Tematiche Tecnologiche prioritarie, così suddivise:

- Ottimizzazione della produzione e dell'uso dell'energia (EPU);
- Biotecnologie per la salute e l'agroindustria (BHN);
- Sicurezza delle infrastrutture critiche (SCI);
- Competenze e tecnologie diagnostiche avanzate (ADET);
- Strumenti medicali ad alta tecnologia (HTMT);
- Tecnologie per i Beni Culturali (TCH).

Per ciascuna tematica, attraverso un'attività di scouting e raccolta delle attività di ricerca ENEA rivolte alla promozione verso l'esterno, sono state strutturate delle schede descrittive delle specifiche tecniche, aspetti innovativi e possibili applicazioni delle tecnologie e metodologie innovative. In collaborazione con i Dipartimenti, per ogni Area Tematica sono stati individuati due o tre Knowledge Exchange Officer (KEO), che similmente agli *Industrial Liaison Officers* del MIT, rappresentano il punto di contatto tra le imprese e l'ENEA.

Dalla sua nascita ad oggi, il KEP si è rivelato uno degli strumenti principali della strategia *di knowledge exchange* di ENEA per la valorizzazione della proprietà industriale. Nei suoi vari sviluppi, il KEP mira ad una sempre più stretta correlazione dell'offerta di servizi ad elevato valore tecnico/scientifico e asset di Proprietà Industriale con l'organizzazione delle filiere produttive e a partire da alcune criticità che sono emerse, sono stati implementati una serie di nuove azioni e cambiamenti che vengono descritti nei paragrafi successivi e che puntano non solo a dare visibilità all'offerta tecnologica di ENEA, ma alla creazione di un ecosistema integrato di scambio di conoscenza, in cui strumenti digitali, azioni strategiche e cultura della collaborazione si uniscono per rendere la ricerca pubblica più efficace nell'attrarre imprese e investimenti e nell'avere un impatto reale sul sistema produttivo nazionale.

1.2 Mappatura dell'offerta tecnologica ENEA

Sin dal 2015, ENEA aveva avviato un primo tentativo di mappare i servizi, le tecnologie e le soluzioni sviluppate dall'Ente da proporre alle imprese, ai cittadini e alla Pubblica Amministrazione. L'iniziativa, denominata Atlante dell'Innovazione Tecnologica, rappresentava di fatto la prima banca dati di soluzioni tecnologiche prodotte da ENEA da trasferire all'esterno. L'Atlante era organizzato con schede descrittive consultabili online, ma con il limite di rimanere di fatto una semplice vetrina, senza avere azioni dedicate di promozione o contatto diretto.

A partire dall'Atlante dell'Innovazione Tecnologica, nell'ambito del programma KEP, nel 2019 fu fatto un primo tentativo di costruire un catalogo *knowledge base* classificando i prodotti della ricerca ENEA secondo le 6 Tematiche Tecnologiche, già menzionate in precedenza: ottimizzazione della produzione e dell'uso dell'energia (EPU); biotecnologie per la salute e l'agroindustria (BHN); sicurezza delle infrastrutture critiche (SCI); competenze e tecnologie diagnostiche avanzate (ADET); strumenti medicali ad alta tecnologia (HTMT); tecnologie per i beni culturali (TCH). Queste Tematiche, inizialmente individuate con il supporto di un gruppo di lavoro interdipartimentale e multidisciplinare dedicato al KEP, avevano però un'accezione molto tecnologica risultando spesso di difficile comprensione da parte di soggetti esterni. A partire da queste criticità, è emersa la necessità di realizzare un database strutturato delle competenze tecnologiche trasferibili all'esterno, con una maggiore chiarezza della proposta tecnologica. Si è passati quindi da un'organizzazione delle tecnologie e competenze per Tematiche Tecnologiche ad una suddivisione per Verticali Applicativi (Figura 1. 1), maggiormente comprensibili al mondo industriale e collegabili al sistema dei Cluster Tecnologici Nazionali, su cui negli ultimi tempi sono stati organizzati gli interventi di policy sul tema dell'innovazione e del trasferimento tecnologico.

 Patrimonio culturale	 Smart communities	 Fabbrica intelligente	 Made in Italy
 Aerospazio	 Agrofood	 Trasporti	 Energia
 Chimica	 Scienze della vita e applicazioni per la salute	 Ambiente ed economia circolare	 Materiali
 Computer Science & Information Technology	 Economia del mare e della costa	 Costruzione, monitoraggio e gestione in sicurezza delle infrastrutture	

Figura 1. 1 Verticali Applicativi

Nel corso del 2024, con l'istituzione della Direzione Trasferimento Tecnologico, che ha raccolto in parte l'eredità della Direzione Innovazione e Sviluppo di ENEA, è stata finalizzata l'implementazione della nuova banca dati che costituisce l'*entry point* per la costruzione di un catalogo *knowledge base* dell'offerta tecnologica ENEA e permette il passaggio a un approccio attivo alla promozione di tecnologie, servizi e infrastrutture ENEA verso l'esterno. La banca dati è stata denominata MATRICS (Management del Patrimonio Intellettuale e delle Competenze Specialistiche ENEA) e raccoglie l'eredità

dell'Atlante dell'Innovazione Tecnologica ENEA e delle schede pubblicate nel portale web del programma KEP (*Knowledge Exchange Program*, www.kep.enea.it).

Questa, permette una rappresentazione sempre aggiornata dell'offerta tecnologica dell'ENEA prevedendo l'inserimento di schede informative con dati legati al trasferimento tecnologico direttamente da parte dei ricercatori. Una valida strategia di trasferimento tecnologico e della conoscenza non richiede, infatti, solo un'efficace gestione delle relazioni con gli stakeholder esterni, ma anche un'attenzione alle relazioni interne e in particolare a quelle con i ricercatori, con i Dipartimenti e con le unità amministrative. Grazie a MATRICS, è possibile anche per il personale ENEA consultare l'offerta interna dei diversi laboratori e facilitare così l'eventuale collaborazione tra Dipartimenti.

La fase di compilazione e validazione delle schede MATRICS da parte dei ricercatori ENEA permette di realizzare delle schede prodotte (denominate schede di output) sempre aggiornate che sono pubblicate e rese accessibili al pubblico attraverso la pagina dedicata "Tecnologie e competenze" sul sito web della Direzione Trasferimento Tecnologico di ENEA. La scheda ha la funzione di *access point* sintetico, destinato a un vasto pubblico, che contribuisce, insieme ad altri strumenti, al raggiungimento dell'obiettivo più generale di facilitare le occasioni di collaborazione e sviluppo industriale in un'ottica di *knowledge exchange*.

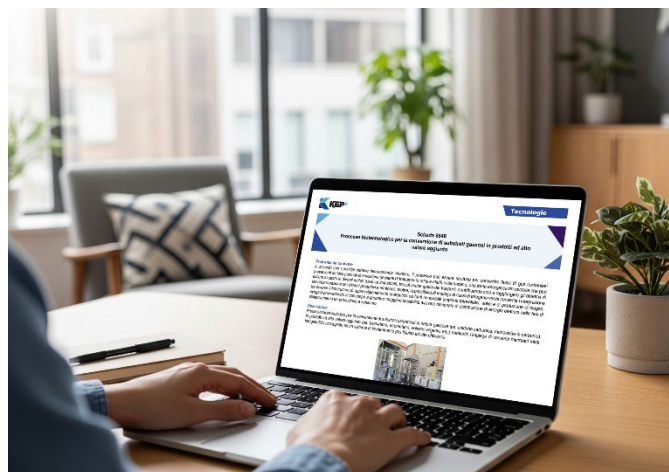


Figura 1.2 Visualizzazione della scheda di output di MATRICS

Le schede di output contengono una selezione di informazioni, tra quelle inserite durante la compilazione della Banca Dati MATRICS, su tecnologie, impianti, infrastrutture o servizi ENEA (a seconda della tipologia di scheda), ritenute di maggior interesse per un potenziale *partner* o committente esterno. Tra queste, vi sono anche informazioni relative alla possibilità che la tecnologia sia protetta da privative di Proprietà industriale o intellettuale e se il brevetto è disponibile per la licenza.

Al fine di facilitare la fruibilità delle schede da parte di stakeholder esterni, il ricercatore, in fase di compilazione, deve verificare che le diverse sezioni della scheda visibili all'esterno siano compilate utilizzando un linguaggio accessibile, efficace e chiaro per la comprensione del prodotto e della sua utilità da parte di un pubblico generalista. In particolare, occorre assicurare l'efficacia della comunicazione delle seguenti sezioni:

- titolo della scheda sufficientemente sintetico, significativo e chiaro per un pubblico generalista;

- descrizione della Tecnologia / Impianto e Infrastruttura / Servizio comprensibile ad un vasto pubblico;
- immagini di qualità, efficaci e rappresentative della ricerca/attività con idoneità alla pubblicazione controllando che non siano coperte da *copyright*;
- link a siti web relativi al prodotto di ricerca attivi e funzionanti;
- scelta dei Verticali Applicativi pertinenti col prodotto inserito verificando, con il supporto dei KTM, se l'attività possa essere coinvolta anche in altri verticali oltre a quelli individuati;
- il livello di "*Technology Readiness Level*" (TRL), che riflette il reale posizionamento del prodotto di ricerca.

Le schede hanno anche la funzione di promuovere il portafoglio dei titoli di Proprietà Industriale ed Intellettuale ENEA, contenendo infatti informazioni in merito alla protezione da parte di private di Proprietà industriale o intellettuale, e riportando, nel caso, i principali brevetti collegati alla tecnologia e il numero di brevetto ENEA.

Prima di procedere con la pubblicazione di una scheda in MATRICS, il ricercatore deve essere consapevole che, per risultati non ancora coperti da brevetto e potenzialmente brevettabili, le informazioni riportate nelle schede potrebbero inficiare l'eventuale richiesta di protezione degli stessi con gli istituti previsti dal Codice della Proprietà Industriale (Brevetti, Modelli d'Utilità, Disegni e Modelli). Si ricorda inoltre che ai sensi dell'art. 7 comma 1 dalla Disciplina ENEA relativa alla Proprietà Industriale: "L'Inventore, non appena conseguito il Risultato, deve immediatamente informare il responsabile dell'Unità Tecnica di cui fa parte, il quale, tramite il Direttore del Dipartimento cui afferisce, provvede a darne comunicazione alla Divisione *Knowledge Transfer Management* (KTM) della Direzione Trasferimento Tecnologico (TTEC) e alla Commissione Brevetti, trasmettendo lo schema tramite l'Allegato (Richiesta di brevettazione/registrazione)."

La disponibilità di un'unica banca dati che rappresenti tutta l'offerta tecnologica ENEA, ha l'obiettivo di superare la frammentarietà delle informazioni degli strumenti precedenti e di integrare in un unico strumento i vari elementi del portafoglio di competenze dell'ENEA. Ciò facilita e rende più efficiente l'attività di valorizzazione e gestione del patrimonio intellettuale e delle competenze specialistiche ENEA e, in particolare, implementa il passaggio a un approccio attivo alla promozione di tecnologie, servizi e infrastrutture ENEA verso l'esterno, attraverso il contributo fondamentale dei *Knowledge Transfer Manager* (KTM) - figure dedicate ad attività di scouting nei laboratori ENEA e al successivo avvio di interazioni con imprese o con altri soggetti terzi per definire percorsi di collaborazione e valorizzare i risultati di ricerca identificati nei laboratori stessi.

1.3 Il portafoglio dei titoli di Proprietà Industriale e Intellettuale

L'ENEA protegge la conoscenza e l'innovazione, prodotte nelle sue attività istituzionali, mediante gli istituti tecnico-legali della Proprietà Intellettuale quali il Brevetto, il Modello di Utilità, la Privativa di Varietà Vegetale, il Marchio e il Diritto di Autore. La gestione dei risultati delle attività di ricerca svolte in ENEA, che diano luogo a Diritti di Proprietà Industriale, è regolata dalla Disciplina ENEA relativa alla Proprietà Industriale, in armonia con il D. Lgs. del 10 febbraio 2005, n. 30 e successive modificazioni e integrazioni (Codice della Proprietà Industriale - C.P.I.).

Il primo brevetto dell'ENEA (quando si chiamava ancora CNEN – Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare) risale al 1957 ed era relativo a un procedimento di produzione di combustibile nucleare. Come si può vedere dal grafico seguente, da allora l'ENEA ha continuato a depositare titoli di Proprietà Industriale e Intellettuale (P.I.), prevalentemente brevetti, ma anche modelli di utilità, privative per nuove varietà vegetali, disegni e modelli, oltre a diritti d'autore per software e banche dati, **oltrepassando la soglia dei 900 titoli.**

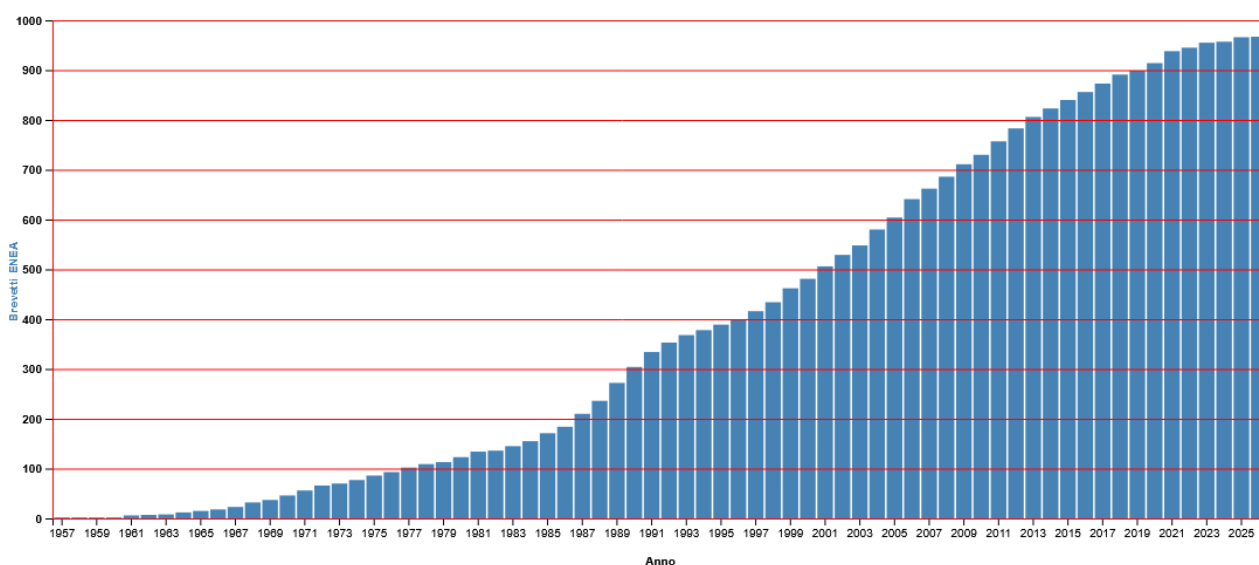


Figura 1. 3 Numero integrato dei titoli di P.I. dell'ENEA dal 1957

Il portafoglio dei titoli di Proprietà Industriale e Intellettuale vigenti varia di anno in anno, in funzione dei nuovi titoli depositati e di quelli che cessano la loro vigenza per termini di legge o perché si decide di abbandonarli ai fini di una oculata e razionale gestione del portafoglio. Ad esempio, la durata legale di un brevetto è di 20 anni, ma molto raramente si detiene un titolo per un tempo così lungo, pagando le relative tasse di mantenimento, se non si è avviato un qualche tipo di sfruttamento del brevetto.

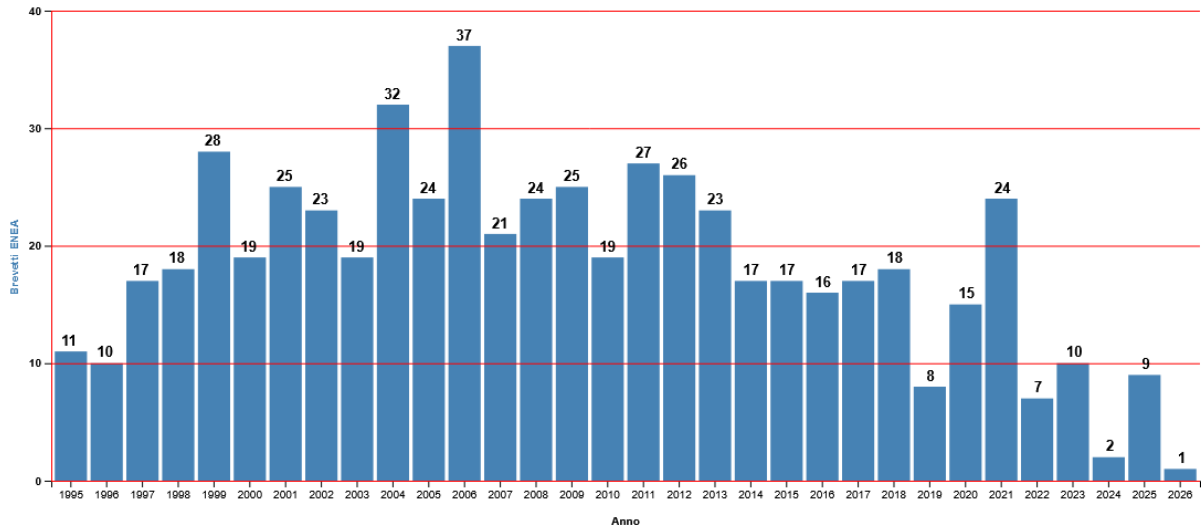


Figura 1. 4 Numero dei titoli di P.I. dell'ENEA depositati per anno dal 1995

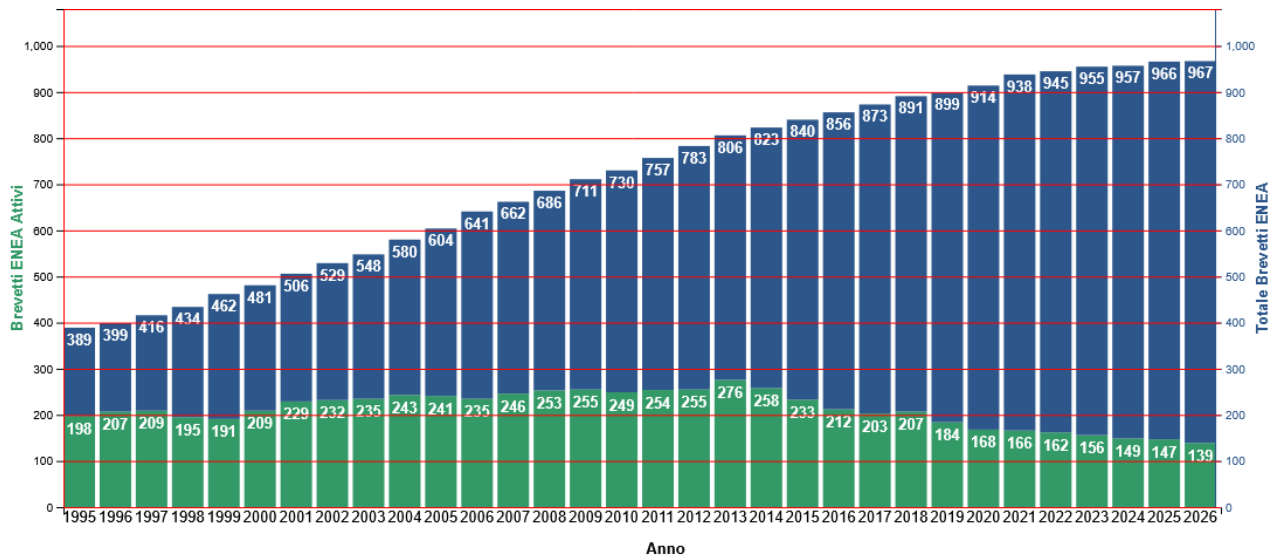


Figura 1. 5 Numero dei titoli di P.I. dell'ENEA vigenti per anno dal 1995

La distribuzione dei titoli di P.I. per settore tecnologico (secondo la classificazione realizzata dalla Questel sulla base dell'*International Patent Classification - IPC*) mostra poi che i risultati della ricerca dell'ENEA che generano invenzioni brevettabili coprono i settori più disparati, dalle Biotecnologie ai Processi Chimici, dagli Strumenti e Metodi di Misura e Controllo ai Processi Termici.

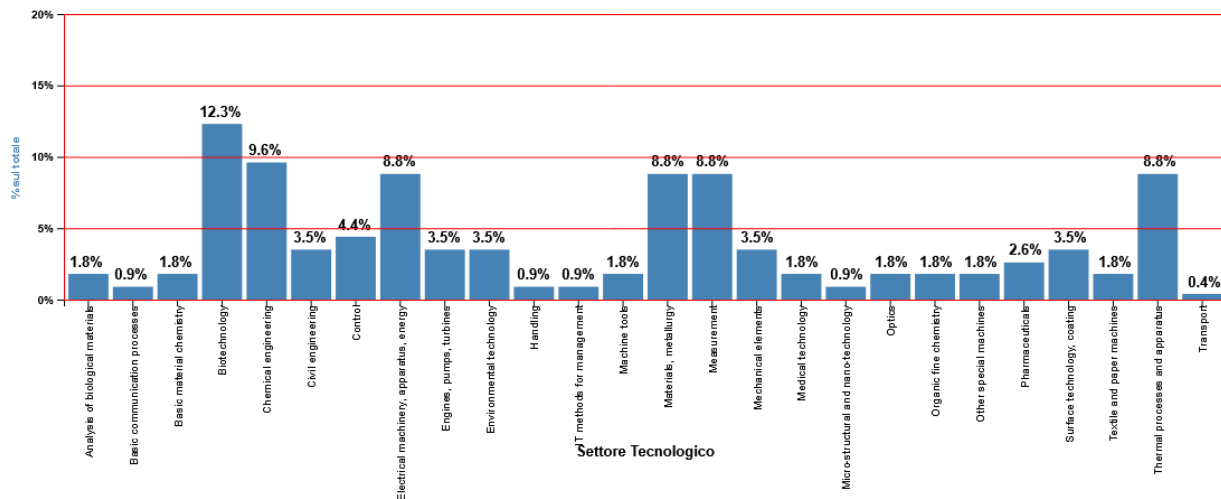


Figura 1. 6 Distribuzione dei titoli di P.I. dell'ENEA vigenti secondo il Settore Tecnologico di appartenenza

Ma qual è l'opportunità per l'ENEA di proteggere un risultato, suscettibile di formare oggetto di brevetto e/o di registrazione, ai sensi delle leggi sulla Proprietà Industriale (e per estensione anche le leggi sulla Proprietà Intellettuale per quanto riguarda il diritto d'autore relativo a software e database), tenendo conto che la protezione dei diritti di proprietà industriale ha un costo e, quindi, deve essere considerata un investimento? I brevetti dell'ENEA, così come quelli di altri Enti Pubblici di Ricerca (EPR) e delle Università, sono generalmente diversi da quelli depositati dalle imprese industriali in quanto non hanno lo scopo di proteggere prodotti o servizi da portare sul mercato in brevissimo tempo. Molte invenzioni sono ancora allo stato embrionale e avranno scarse possibilità di essere sfruttate direttamente per la produzione di nuovi beni e servizi. Il processo che trasforma i risultati della ricerca pubblica in applicazioni commerciali è contraddistinto da una profonda e ineliminabile incertezza, legata sia allo sviluppo tecnologico che a quello di mercato. Il livello di maturità tecnologica di partenza è in genere relativamente basso e il business model per la valorizzazione del risultato non è tipicamente ben definito. Ne consegue che il rischio associato allo sviluppo di queste tecnologie è troppo elevato per attivare gli investimenti da parte delle imprese per arrivare al mercato.

Tuttavia, tali invenzioni possono contenere informazioni scientifico-tecnologiche di assoluto livello, magari difficilmente pubblicabili su riviste scientifiche (in quanto appunto invenzioni e non teorie o scoperte scientifiche "di base"). In questo caso il brevetto rappresenta per l'ENEA un documento che "attesta" in qualche modo le conoscenze e le competenze sviluppate nei propri laboratori in un determinato ambito tecnologico. Il brevetto diventa quindi uno strumento di qualificazione dell'ENEA e dei propri ricercatori verso l'esterno e può essere "sfruttato", anche se non direttamente, per essere oggetto di ulteriore attività di ricerca, anche in progetti realizzati con altri *partner* pubblici e privati, sia a livello nazionale che internazionale. A esempio nei Consortium Agreement, obbligatori nei progetti di ricerca europei, è necessario stabilire, tra l'altro, regole condivise sulla disseminazione dei risultati e sulla proprietà intellettuale: per fare ciò è necessaria la descrizione del background, cioè di tutte quelle informazioni e conoscenze e in generale di ogni tipo di diritto di P.I. (quali ad esempio invenzioni, database, codice sorgente, brevetti, *know how* secretato, archivi, ecc.) che risulti essere strettamente necessario per svolgere l'attività prevista nel progetto o per poter utilizzare il futuro risultato della ricerca. Un esempio tipico di questa tipologia di brevetti scaturisce dalle attività di ricerca sulla fusione

nucleare, tecnologia alla frontiera che non vedrà certamente una concretizzazione industriale nel breve periodo, ma che rappresenta un filone di ricerca all'avanguardia, finanziato a livello internazionale e in cui l'ENEA eccelle sia a livello scientifico-tecnologico che, conseguentemente, per la capacità di acquisire finanziamenti.

D'altro canto, all'ENEA, così come a tutto il sistema della ricerca pubblica, è sempre più richiesto di trasferire la conoscenza prodotta nei propri laboratori nei diversi contesti applicativi attraverso le relazioni con le imprese, con l'obiettivo di rendere più competitivo il sistema industriale e contribuire così allo sviluppo economico. I brevetti però rappresentano solo uno degli strumenti attraverso i quali, con un percorso decisamente non lineare, si determinano connessioni tra ricerca pubblica e applicazioni industriali, spesso promosse da uffici dedicati negli EPR al trasferimento tecnologico.

L'esperienza maturata negli anni e i numerosi studi presenti in letteratura, hanno determinato il passaggio da un approccio lineare incentrato sul *technology transfer*, ovvero sul tentativo di trasferire all'industria i risultati generati autonomamente dagli EPR, a un approccio più orientato al *knowledge exchange* in un'ottica di *open innovation*. In questo nuovo approccio i vari attori protagonisti del processo di innovazione (la ricerca, l'industria, ma anche la finanza e le istituzioni pubbliche) sono messi a sistema per avviare percorsi di ricerca collaborativa con il fine di fare arrivare più facilmente i risultati della ricerca al mercato.

In questo nuovo approccio, l'attenzione alla protezione della P.I. non va posta solo al termine dell'attività di ricerca, cioè quando si ottengono dei risultati potenzialmente brevettabili, ma in tutte le fasi della collaborazione con i soggetti che partecipano al processo di innovazione. Diventa, cioè, fondamentale utilizzare, valorizzandoli, tutti quegli strumenti giuridici che regolano la gestione della P.I. tra gli attori coinvolti, quali i contratti di ricerca (in collaborazione o commissionata), gli accordi di partenariato (es. *Consortium Agreement*), gli accordi di segretezza/riservatezza, gli accordi di gestione della Proprietà Intellettuale congiunta, i *Material Transfer Agreement* (MTA), fino ad arrivare ai contratti di licenza o cessione. Una maggiore consapevolezza della gestione della P.I. in tutte le fasi del processo di innovazione non è un mero fatto tecnico, ma rientra in un più ampio cambio culturale nel quale il ricercatore consideri fin da subito il potenziale applicativo, industriale e di mercato della propria attività di ricerca.

1.4 Tutela giuridico-contrattuale della proprietà intellettuale nei rapporti con soggetti terzi

È fondamentale comprendere che la tutela e la valorizzazione dei risultati della ricerca sono possibili solo se, in sede di negoziazione delle clausole contrattuali, all'interno dei contratti che l'ente stipula, viene garantita la partecipazione dell'ENEA, almeno pro quota, alla titolarità dei risultati raggiunti. L'accettazione di contratti che attribuiscono integralmente la titolarità dei risultati alla controparte, impedisce, di fatto, qualsiasi successiva attività di tutela e valorizzazione da parte dell'ENEA.

Particolare attenzione deve essere prestata sin dalla fase delle trattative preliminari, quando ancora la stipula del contratto è incerta e le parti si scambiano le informazioni necessarie a valutare l'opportunità di avviare una collaborazione, che potrà poi concretizzarsi in un progetto congiunto (finanziato o non finanziato da terzi) ovvero nella richiesta di una specifica attività di ricerca funzionale allo sviluppo di una tecnologia dell'impresa.

In tale fase è essenziale proteggere il *know-how* e la riservatezza delle informazioni confidenziali detenute dalle parti, assicurando che ogni utilizzo o divulgazione avvenga esclusivamente nei limiti e per le finalità previste dall'accordo.

Verificato l'interesse reciproco, le parti procedono alla sottoscrizione del contratto diretto a regolamentare le attività, che potrà assumere la forma di un contratto di ricerca in collaborazione, di ricerca commissionata, di partenariato (se sono coinvolti più soggetti), di servizio, o altra tipologia contrattuale.

I contratti di ricerca o di ricerca e sviluppo, così come i contratti qualificabili come studi o consulenze, devono sempre prevedere una clausola che regolamenti e disciplini la proprietà intellettuale, coerente con il contributo delle parti nel raggiungimento dei risultati, sia esso di natura esclusivamente intellettuale o anche finanziaria. La mera remunerazione delle attività sulla base del conteggio delle ore/uomo non riflette il valore delle competenze sviluppate nel tempo dai ricercatori né la rilevanza del contributo intellettuale fornito dall'Ente, determinando una sottostima del contributo effettivamente fornito dall'ENEA. Per questo motivo, risulta ancora più importante negoziare una partecipazione alla titolarità dei risultati, disciplinandone anche le modalità di sfruttamento.

È bene tener presente che lasciare la piena titolarità dei risultati alla controparte comporta l'impossibilità per l'Ente di utilizzare le proprie conoscenze in contesti esterni alla mera ricerca interna, quali la partecipazione a nuovi progetti o lo svolgimento di attività di ricerca con soggetti terzi.

L'attribuzione esclusiva di un brevetto a un soggetto terzo limita altresì l'utilizzo dei successivi miglioramenti che, seppur realizzati autonomamente e pertanto proteggibili dal nuovo titolare, sarebbero comunque soggetti, per l'utilizzo, al vincolo di ottenere una licenza d'uso (generalmente onerosa) dal titolare del brevetto originario.

I contratti di ricerca in collaborazione devono essere basati su un rapporto sinallagmatico, ossia su una sostanziale parità tra le prestazioni fornite dalle parti, le quali potranno contribuire *in kind* (con attività), con rimborsi di costi sostenuti, con la messa a disposizione di attrezzature e/o laboratori e/o con il contributo intellettuale. La regolamentazione della proprietà intellettuale dovrà riflettere coerentemente tale assetto.

In ogni tipologia contrattuale occorre tutelare il *background* dell'ENEA, che deve sempre rimanere nella titolarità dell'Ente e regolarne le modalità di utilizzo, fornendo all'impresa idonee garanzie per il futuro sfruttamento commerciale o industriale del risultato raggiunto, qualora questo si configuri come "dipendente" dal *background* dell'ENEA. Tali garanzie potranno consistere in uno specifico impegno alla concessione di una licenza d'uso del *background* o nella previsione di un diritto di opzione per l'ottenimento di tale licenza.

Per quanto riguarda il riconoscimento all'Ente di ricerca di quota dei risultati, si deve tener presente che, in seguito all'emanazione delle Linee Guida Ministeriali che hanno fatto seguito alle modifiche all'art. 65 del Codice della Proprietà Industriale, introdotte dalla legge n. 102 del 24 luglio 2023, la garanzia di una partecipazione pro-quota dell'Ente di ricerca ai risultati deve essere assicurata anche nel caso di contratti di ricerca commissionata finanziata da terzi, con successivo impegno a trasferire la quota all'impresa per lo sfruttamento commerciale o industriale del risultato.

Le Linee guida distinguono tra contratti aventi ad oggetto attività di servizio, contratti aventi ad oggetto attività di sviluppo e contratti aventi ad oggetto attività di ricerca innovativa.

Solo per la prima tipologia di contratti, nei quali la generazione di risultati dotati dei requisiti di protezione brevettuale rappresenta un accadimento inusuale, la proprietà intellettuale può essere attribuita esclusivamente al soggetto finanziatore, ferma restando la necessità di evitare l'utilizzo improprio di tale tipologia contrattuale per regolamentare attività di ricerca.

Nei casi di contratti di sviluppo e di ricerca innovativa, nei quali la generazione di nuova proprietà industriale rappresenta un esito possibile, se non probabile e atteso, e in cui l'Ente di ricerca fornisce un contributo di innovazione particolarmente rilevante, è essenziale che venga negoziata con il committente la titolarità esclusiva dei risultati della ricerca in capo all'ente o, quantomeno, la titolarità congiunta con il committente.

I contratti di ricerca commissionata devono prevedere disposizioni dirette a regolamentare la proprietà intellettuale in coerenza con i principi esposti dalle sopra menzionate Linee Guida ministeriali, ove questo sia concretamente possibile. È tuttavia prevedibile che, in sede di negoziazione, possano emergere criticità nei casi in cui la controparte, dotata di un significativo potere contrattuale e avendo integralmente finanziato l'attività di ricerca, pretenda la piena titolarità dei risultati ovvero, in caso di contitolarità, l'immediata cessione gratuita dei diritti di brevetto.

I principi cui tali Linee Guida si ispirano chiariscono che "anche e in ragione dell'utilità che il soggetto finanziatore si attende e delle prospettive di sfruttamento industriale, i risultati della ricerca commissionata possono formare oggetto di diritti di proprietà industriale, ed è quindi essenziale garantire un'equilibrata composizione degli interessi delle parti. Infatti, fermo restando il principio della libertà negoziale tra le parti, generalmente l'interesse primario (ancorché non esclusivo) delle strutture di ricerca è quello di dare visibilità alla propria attività inventiva e di disseminarne i risultati in modo tale da non pregiudicarne la protezione. L'interesse prioritario dei soggetti finanziatori, invece, è quello di disporre liberamente e fin da subito dei risultati della ricerca commissionata, per valorizzarla sotto il profilo industriale e commerciale, escludendo il rischio che la gestione dei risultati della ricerca possa rallentare la propria attività o che tali risultati possano avvantaggiare un concorrente, con conseguente pregiudizio economico."

Allo stesso tempo, le Linee Guida considerano necessario prevedere il trasferimento, in capo al committente, dei diritti di sfruttamento dell'invenzione attraverso una cessione o tramite la licenza d'uso esclusiva.

Quando i risultati sono in contitolarità occorre regolamentare la gestione congiunta del brevetto o altro titolo di Proprietà Intellettuale attraverso specifici accordi (accordi di gestione della proprietà intellettuale congiunta) volti a regolare le modalità di protezione, la suddivisione dei costi, le regole per l'estensione internazionale (in caso ad es. di brevetto), la gestione del titolo nel tempo, la difesa in giudizio e lo sfruttamento commerciale.

Da ultimo, si pone l'attenzione sul fatto che la verifica della regolamentazione della proprietà intellettuale deve essere effettuata per tutti gli atti, anche per quelli che, per loro natura, normalmente non la prevedono. Può accadere, infatti, che vengano utilizzati format inadeguati o che un contratto di mero servizio celi, in realtà, un'attività di ricerca.

È infine importante evidenziare che la regolamentazione della proprietà intellettuale non si fonda su clausole standard, ma richiede un'attenta valutazione delle specificità del singolo caso, quali la natura della controparte, le modalità di sfruttamento previste, gli interessi dell'Ente e le particolari cautele giuridiche necessarie nel caso concreto. Valutazioni che vengono sistematicamente svolte dal Servizio CPI.

Nelle diverse attività il Servizio CPI opera in collaborazione con il Servizio KTM-TPI, con il Servizio KTM-GOT e con le Unità del Dipartimento interessato. Nel corso del 2024 sono stati esaminati, a seguito di richieste formalmente pervenute tramite protocollo Wide, 250 contratti e atti negoziali, mentre nel

2025 le verifiche effettuate sono state 254. Tali dati confermano il ruolo del Servizio CPI quale presidio strutturale della corretta regolamentazione della proprietà intellettuale e della riservatezza nei processi di collaborazione, ricerca e trasferimento tecnologico dell'ENEA.

Bibliografia/Sitografia del Capitolo 1

ENEA, *Piano Triennale di Attività 2018-2020*, Roma: ENEA, 2018.

Amerighi, O. & Coletta, G., *La strategia di knowledge exchange dell'ENEA, EAI - Innovatori e Innovazione*, DOI: 10.12910/EAI2023-053, 2023.

Coletta G. e Leonelli P., *Il Fondo di Proof of Concept, un investimento di 2,5 milioni di euro per innovare con le imprese*, EAI n. 1 Gennaio - Aprile 2019

Coletta, G., *Nuovi modelli per il trasferimento della conoscenza dalla ricerca all'impresa, EAI - Innovatori e Innovazione*, DOI: 10.12910/EAI2023-048, 2023.

Casagni, M., *Il Knowledge Exchange Program ENEA, un ponte tra conoscenza e innovazione, tra ricerca e mercato* EAI n. 1 Gennaio - Aprile 2019

Casagni, M., *La strategia ENEA per innovare insieme alle imprese, EAI - Innovatori e Innovazione*, DOI: 10.12910/EAI2023-047, 2023.

Coppola, A., *Innovazione ed innovatori, il punto*, EAI - Energia, Ambiente e Innovazione, 2023, DOI: 10.12910/EAI2023-046.

ENEA, *Knowledge Exchange Program (KEP)*, ENEA KEP website www.kep.enea.it

ENEA, *Disciplina relativa alla Proprietà Industriale*, Delibera n. 24/2024/CA

D.lgs. 10 febbraio 2005, n. 30, Codice della proprietà industriale.

Fratini, D., *La protezione dei risultati della ricerca in ENEA, EAI - Energia, Ambiente e Innovazione*, 2023, DOI: 10.12910/EAI2023-049.

Legge 24 luglio 2023, n. 102 - Modifiche al Codice della Proprietà Industriale, pubblicata in G.U. n. 184 dell'8 agosto 2023.

Ministero delle Imprese e del Made in Italy & Ministero dell'Università e della Ricerca, *Decreto 26 settembre 2023 - Linee guida per l'attuazione dell'art. 65, comma 5, del Codice della Proprietà Industriale*, Roma, 2023.

CAPITOLO 2 VALORIZZAZIONE DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE

2.1 Valorizzazione dei brevetti tramite la Banca Dati MATRICS

2.1.1 Analisi dell'offerta tecnologica ENEA

Come detto al capitolo precedente, tra gli strumenti di *Knowledge Exchange* dell'ENEA, vi è anche quello della mappatura dell'offerta tecnologica dell'ENEA, che si propone di realizzare un catalogo *knowledge base* per la valorizzazione dei prodotti della ricerca. La rappresentazione dell'offerta tecnologica dell'ENEA si ispira a modelli internazionali come il programma del *MIT Industrial Liaison Program*, ma anche all'esperienza della piattaforma *Knowledge Share*, e prevede la raccolta di schede informative mirate al trasferimento tecnologico tramite un aggiornamento continuo delle informazioni contenute in un database dedicato.

A partire dal 2019 è stata avviata da parte del Servizio Offerta e Valorizzazione dei Servizi di Innovazione nell'ambito della Direzione Innovazione e Sviluppo (ISV-MARK), la progettazione concettuale di un apposito strumento, la Banca Dati MATRICS (Management del Patrimonio Intellettuale e delle Competenze Specialistiche), che è stata anche oggetto di test applicativi. A seguito della riorganizzazione della Direzione TTEC, nel 2024 è stato istituito il Servizio Strumenti per il Trasferimento Tecnologico (TTEC-KTM-STT) nell'ambito della Divisione Knowledge Transfer Management (TTEC-KTM) che ha, tra l'altro, i compiti di curare la mappatura dell'offerta tecnologica dell'ENEA, di accompagnarne la compilazione da parte del personale ENEA e di mantenerla e gestirla nel tempo.

Con l'intento di facilitare l'incontro con i settori produttivi e di aumentare le occasioni di collaborazione e *knowledge exchange*, MATRICS è stata organizzata per Verticali Applicativi e contiene anche informazioni sui principali titoli di proprietà industriale o intellettuale relativi alla tecnologia evidenziando se il brevetto è presente nella piattaforma *Knowledge Share*. Questa nuova struttura per verticali permette di supportare l'azione dei *Knowledge Transfer Manager* (KTM) i quali, come detto in precedenza, affiancano i ricercatori nell'avvio dei percorsi di trasferimento tecnologico, accompagnando e agevolando l'individuazione e l'incontro con gli interlocutori esterni, sino alla formalizzazione e attuazione degli accordi necessari. Il risultato di tale attività di scouting dell'offerta ENEA, il più possibile aggiornata, completa e puntuale, è rivolta alle imprese, alle pubbliche amministrazioni, alle fondazioni e agli enti, ma favorisce anche all'interno di ENEA collaborazioni trasversali tra i dipartimenti, le divisioni e i laboratori e di seguito sono illustrate alcune elaborazioni che evidenziano queste potenzialità.

La Banca Dati MATRICS, alla data delle elaborazioni (aprile 2025), conteneva 255 prodotti della ricerca ENEA ripartiti tra Impianti e Infrastrutture, Tecnologie e Servizi, mostrando l'ampiezza dell'offerta informativa disponibile e la varietà di tecnologie e soluzioni censite. Il grafico di Figura 2.1 consente di cogliere a colpo d'occhio il numero complessivo di schede e la loro articolazione per tipologia di prodotto, evidenziando come MATRICS costituisca un repertorio strutturato per la valorizzazione della proprietà industriale.

Ripartizione schede MATRICS per prodotti

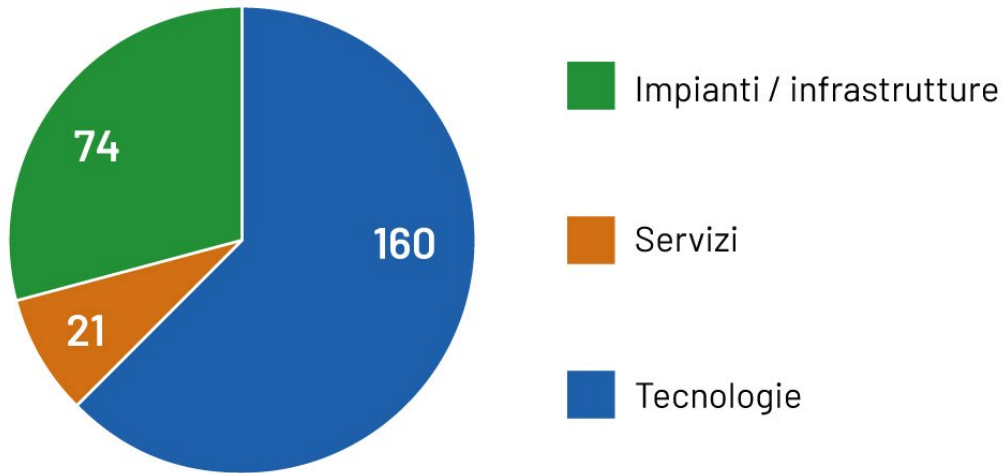


Figura 2. 1 Totale prodotti della ricerca presenti in MATRICS 255

Peculiarità della Banca Dati MATRICS è la catalogazione per settori industriali “Verticali Applicativi”.

La Figura 2.2 illustra la distribuzione delle schede secondo i diversi verticali tecnologici o settoriali, cioè insiemi omogenei di applicazioni e mercati di riferimento. Tale suddivisione mette in evidenza i comparti in cui la Banca Dati è maggiormente popolata, permettendo di identificare i settori più dinamici e quelli in cui esistono margini di potenziamento dell’offerta informativa e di trasferimento tecnologico.



Figura 2. 2 Potenziale offerta Brevetti per Verticale Applicativo: 91 co-occorrenze

La ripartizione dei soli brevetti tra i diversi verticali, di **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** Figura 2.2 consente di individuare i settori in cui la protezione brevettuale è maggiormente ricorrente. Questa analisi per verticale è particolarmente utile per orientare strategie di valorizzazione mirate, sia dal lato dell'offerta (ricerca e trasferimento tecnologico) sia dal lato della domanda industriale e di mercato.

I grafici successivi sono dedicati al rapporto tra il totale dei prodotti presenti in MATRICS e la componente specificamente brevettuale, evidenziando il numero di brevetti rispetto al complesso delle schede: su 160 schede "TECNOLOGIA" presenti in MATRICS, 77 sono tutelate da brevetto. In questo modo si chiarisce quale quota dell'offerta sia costituita da risultati protetti da titolo di proprietà industriale, rispetto ad altre forme di output tecnologico o innovativo.

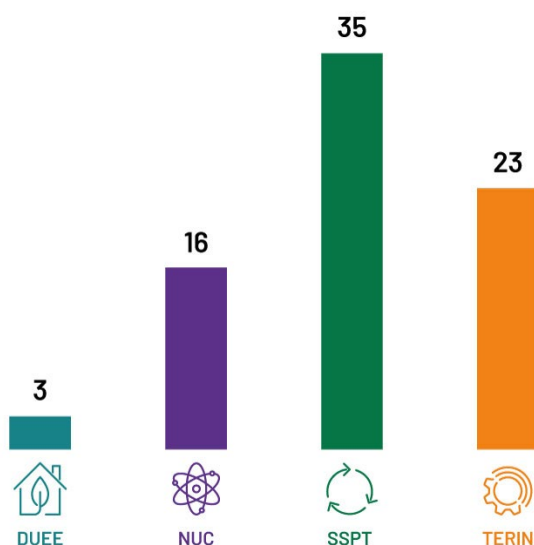


Figura 2. 3 Schede "TECNOLOGIA" con brevetto presenti in MATRICS: 77 - ripartizione per Dipartimenti ENEA

2.1.2 Analisi complessiva del potenziale di trasferimento tecnologico

I grafici raccolti in questa sezione sono il cuore analitico del sistema MATRICS, sintetizzando elaborazioni statistiche sofisticate sui dati custoditi e incrociando, dove possibile, variabili complesse quali collaborazioni, numero di schede, presenza di brevetti, aree tecnologiche, tasso di brevettabilità per verticale e potenziale di mercato. Queste visualizzazioni vanno oltre la semplice rappresentazione descrittiva, hanno l'obiettivo di trasformare i dati raccolti in informazioni strategiche per indirizzare le scelte di valorizzazione del potenziale di trasferimento tecnologico.

In Figura 2.4, attraverso un diagramma a nodi, sono rappresentate le interazioni a scopo collaborativo tra i dipartimenti ENEA, secondo i Verticali Applicativi, filiere tematiche che raggruppano tipicamente competenze complementari, trascendendo quindi l'organizzazione formale.

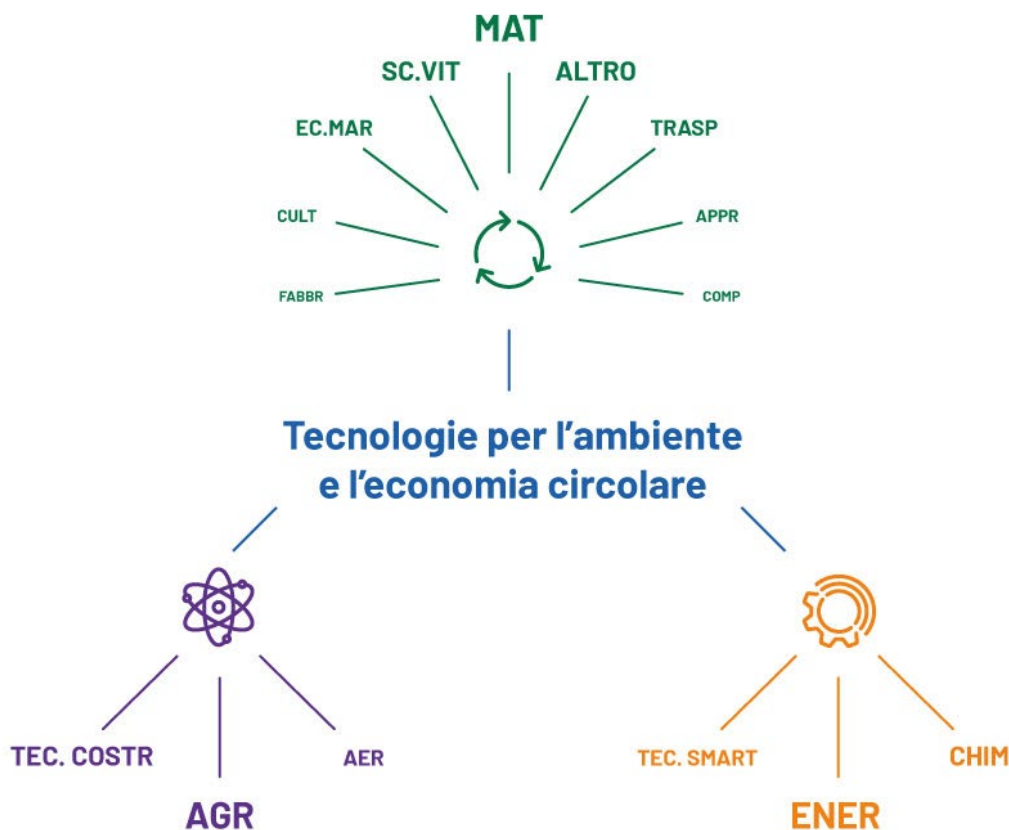


Figura 2. 4 Profilo di specializzazione dei dipartimenti per Verticali Applicativi

Sono visibili tre cluster principali collegati dal verticale TECAMB (Tecnologie per l'ambiente e l'economia circolare), che funge da nodo centrale di interconnessione:

- Cluster 1 in colore verde, a sinistra, centrato sui Dipartimenti SSPT (Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali) e include settori come materiali (MAT), scienze della vita (SC.VIT), trasporti (TRASP), economia del mare (EC.MAR), patrimonio culturale (CULT) e altri;
- Cluster 2 in alto a destra, di colore nero, centrato sul Dipartimento TERIN (Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili), include le competenze energetiche core di ENEA e Energia (ENER), assieme a Chimica (CHIM);
- Cluster 3, in basso a destra in rosso, centrato su NUC (dipartimento Nucleare), include aerospazio (AER), agro-food (AGR) e tecnologie costruttive (TEC.COSTR).

Il grafico successivo, Figura 2.5 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, corrisponde a una rappresentazione parziale delle collaborazioni tra Unità organizzative ENEA in materia di brevetti. La bassa densità è tipica dei network brevettuali, dove le collaborazioni richiedono competenze complementari molto specifiche.

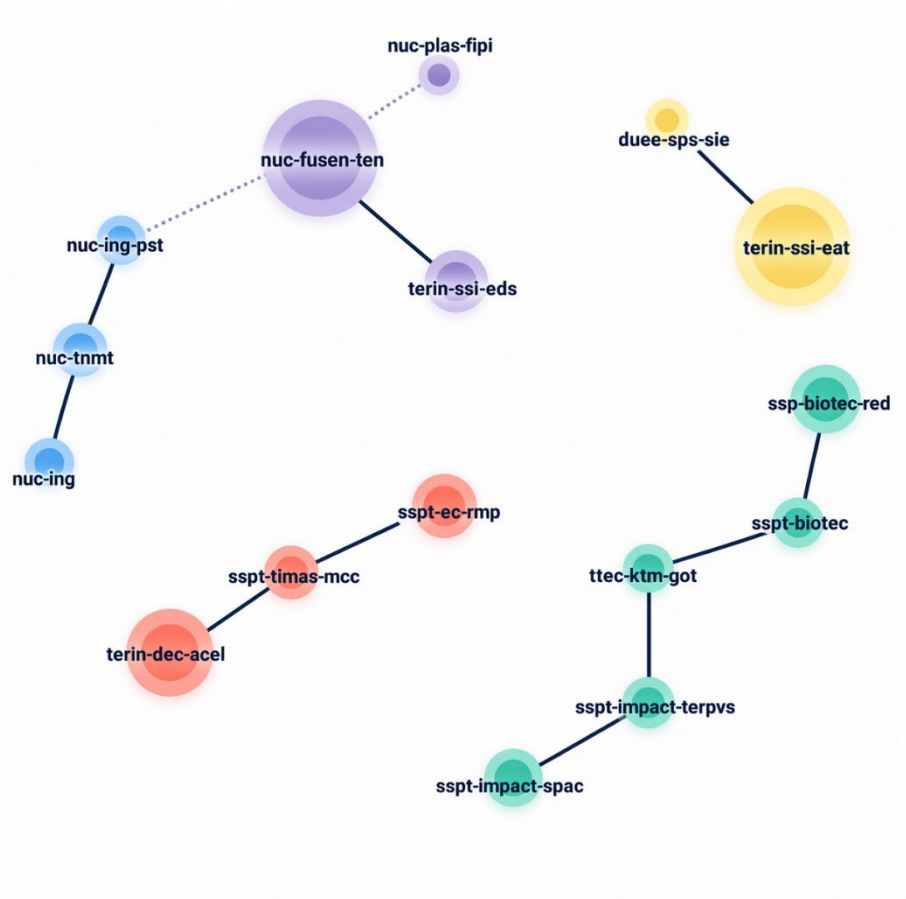


Figura 2. 5 Network delle collaborazioni tra le Unità ENEA secondo la composizione dei gruppi di lavoro

A questo riguardo, vengono visualizzate solo le unità che hanno almeno un brevetto in collaborazione con le altre. Emergono raggruppamenti significativi di seguito descritti:

- Cluster nucleare da fusione (blu), con una catena NUC-ING¹ → NUC-TMNT² → NUC-ING-PST³ e il collegamento con NUC-FUSEN-TEN⁴, con un ponte verso TERIN per applicazioni energetiche (TERIN-SSI-EDS)⁵;
- Cluster energia-edifici (giallo), caratterizzato da TERIN-SSI-EAT⁶ e DUEE-SPS-SIE⁷, che evidenzia la collaborazione su sistemi energetici per edifici e soluzioni impiantistiche;
- Cluster biotecnologie e impatto ambientale (verde), dominato dalle Unità che afferiscono al Dipartimento SSPT;

¹ NUC-ING: Divisione ingegneria sperimentale

² NUC-TMNT: Sezioni metodi e tecniche nucleari per la sicurezza, il monitoraggio w la tracciabilità

³ NUC-ING-PST: Divisione ingegneria sperimentale, laboratorio progettazione e sperimentazione termoidraulica

⁴ NUC-FUSEN-TEN: Divisione sviluppo energia da fusione, laboratorio tecnologie nucleari

⁵ TERIN-SSI-EDS: Divisione smart sector integration e generazione distributiva da FER, laboratorio energia e data service

⁶ TERIN-SSI-EAT: Divisione smart sector integration e generazione distributiva da FER, laboratorio energia e accumulo termico

⁷ DUEE-SPS-SIE: Divisione sistemi progetti e servizi per l'efficienza energetica, laboratorio soluzioni integrate per l'efficienza energetica

- Cluster economia circolare (rosso), centrato su SSPT-EC-MP⁸, SSPT-TIMAS-MCC⁹ e TERIN-DEC-ACEL¹⁰ co-inventano su materiali, economia circolare e decarbonizzazione

Le visualizzazioni analitiche consentono di mettere in evidenza pattern ricorrenti e singolarità significative nei dati brevettuali. Ad esempio, emergono chiaramente quali verticali concentrano il maggior numero di brevetti, quali settori sono sottorappresentati nonostante il potenziale di mercato, e in quali aree tecnologiche esiste un'elevata frammentazione di brevetti su molte organizzazioni anziché su pochi titolari dominanti. Questi pattern, opportunamente alimentati e aggiornati secondo le modalità di compilazione di MATRICS e sostenuti da un'attenta analisi del mercato, possono rappresentare una base di partenza per analizzare le dinamiche competitive in atto e il livello di consolidamento tecnologico dei diversi settori.

L'identificazione di eventuali singolarità invece è particolarmente rilevante: se un verticale presenta un numero elevato di schede ma un numero proporzionalmente basso di brevetti, ciò potrebbe suggerire che in quel settore prevalgono soluzioni non brevettabili ma anche non ancora brevettate, *know-how* empirico oppure che le tecnologie sono ancora in fase di sviluppo. Viceversa, un verticale con elevatissima densità brevettuale può indicare settori maturi con forte pressione competitiva.

Un aspetto critico dell'analisi è la messa in evidenza di differenze tra i diversi verticali: non tutti i settori presentano il medesimo grado di presidio innovativo, ciò potrebbe dipendere semplicemente da una maggiore corrispondenza al profilo di specializzazione ENEA. La presenza in alcuni verticali di una ricca dotazione brevettuale, può essere frutto di investimenti lungimiranti in ricerca e protezione della proprietà industriale, al contrario una scarsa presenza di brevetti potrebbe suggerire margini significativi di sviluppo ancora poco presidiati.

Questi squilibri non rappresentano necessariamente un fallimento della strategia di innovazione, ma piuttosto opportunità di differenziazione strategica. Un verticale con minore densità brevettuale ma elevato potenziale di mercato può costituire una frontiera per l'innovazione, dove gli investimenti mirati in ricerca e brevettabilità possono conferire vantaggi competitivi, significativi e duraturi. Analogamente, i verticali già molto presidiati dai brevetti possono beneficiare di strategie di aggregazione e integrazione dei portafogli brevettuali per aumentare il potere di mercato.

2.1.3 Sviluppi futuri ed uso strategico dei dati di trasferimento tecnologico

I grafici di analisi potrebbero fornire un valido supporto quantitativo alle decisioni in merito, per esempio nell'allocazione delle risorse di ricerca e successiva valorizzazione. I dati, raccolti e analizzati in base alle esigenze, potrebbero essere utilizzati per rispondere a domande critiche quali:

- Dove concentrare i prossimi sforzi di ricerca?
Se un verticale mostra una forte crescita di domanda industriale ma bassa densità, potrebbe essere strategico investire nella ricerca mirata a colmare questo divario.
- Quali *partnership* o acquisizioni potrebbero essere strategiche?

⁸ SSPT-EC-MP: Divisione economia circolare, laboratorio tecnologie per rifiuti e materie prime seconde

⁹ SSPT-TIMAS-MCC: Divisione tecnologie e materiali per l'industria manifatturiera sostenibile, laboratorio materiali ceramici e compositi per l'industria manifatturiera.

¹⁰ TERIN-DEC-ACEL: Divisione tecnologie vettori per la decarbonizzazione accumuli, idrogeno, mobilità, CCUS e usi finali, laboratorio tecnologie e dispositivi per l'accumulo elettrochimico

Identificando verticali con forti brevetti concorrenti, le organizzazioni possono valutare opportunità di alleanze, acquisizioni o accordi di cross-licensing.

In futuro l'uso cruciale dei grafici di analisi potrebbe contemplare la valutazione del trasferimento tecnologico. Incrociando infatti il numero e la qualità dei brevetti con i dati sulla domanda industriale (ricavabili oggi solo parzialmente dalla Banca Dati MATRICS tramite informazioni su vantaggi, applicazioni e concorrenti), risulterebbe possibile stimare il potenziale di licenza e commercializzazione di singoli brevetti o portafogli interni.

Nel loro complesso, le analisi descritte assumono la funzione di ponte tra il patrimonio informativo di MATRICS e le strategie operative di valorizzazione. Attraverso la combinazione di viste generali (panoramica e ripartizione per verticale), analisi quantitativa (peso dei brevetti) e approfondimenti puntuali (casi studio), è possibile contribuire all'impostazione di azioni mirate di promozione, trasferimento e sfruttamento economico della proprietà industriale.

2.2 Valorizzazione della PI tramite contratti di licenza

Ogni diritto di proprietà industriale racchiude, oltre alla dimensione tecnica dell'invenzione, un potere di esclusiva sul suo sfruttamento economico. È su questo potere che interviene il contratto di licenza: non per trasferirlo, ma per disciplinarne l'esercizio da parte di un terzo entro limiti convenzionalmente stabiliti.

La licenza consente così al titolare di aprire l'invenzione al mercato senza rinunciare alla titolarità del diritto esclusivo, configurandosi come rapporto obbligatorio fondato sull'autonomia negoziale di cui all'art. 1322 c.c. e funzionale alla valorizzazione del titolo nel rispetto del quadro delineato dagli artt. 2584 ss. c.c. e dal Codice della Proprietà Industriale.

Nel contesto dell'ENEA, tale strumento assume un rilievo particolare, poiché permette di rendere industrialmente fruibili i risultati della ricerca pubblica, mantenendo il governo giuridico del patrimonio brevettuale sviluppato nell'ambito delle attività istituzionali.

A differenza della cessione, la licenza non trasferisce il diritto reale di esclusiva, ma disciplina il modo in cui il licenziatario può esercitare facoltà di sfruttamento economico entro limiti contrattualmente stabiliti.

La praticabilità del contratto di licenza richiede innanzitutto l'analisi preliminare dello status del diritto di proprietà industriale in capo all'ente concedente, del suo valore strategico e di mercato e degli obiettivi che le parti intendono perseguire con l'accordo, nonché – per un ente pubblico di ricerca – la verifica della coerenza dell'operazione con le esigenze di tutela, visibilità e corretta gestione del patrimonio immateriale.

Per un'efficiente costruzione dell'assetto negoziale, è necessario definire con precisione l'oggetto del contratto, indicando il diritto oggetto della concessione e le condizioni di esercizio consentite.

La licenza può essere esclusiva o non esclusiva e coprire l'intero perimetro dei prodotti o servizi tutelati dal titolo, oppure solo una parte di essi o riferirsi solo a un certo ambito territoriale, a seconda degli scopi commerciali e strategici perseguiti, avendo cura di preservare l'interesse dell'ENEA a continuare a utilizzare e sviluppare le proprie competenze e risultati in ulteriori contesti di ricerca e collaborazione, ove compatibile con l'assetto negoziale pattuito.

La forma del contratto può essere libera, ma è frequentemente stipulata per iscritto per ragioni di certezza probatoria e chiarezza negoziale; in caso di accordi verbali, l'onere della prova grava sulla parte che intende far valere l'esistenza dell'accordo.

Un elemento essenziale nella negoziazione è la determinazione del corrispettivo, che, nella prassi, assume la forma di royalty commisurate al fatturato del licenziatario o di somme predeterminate, oltre alla disciplina della rendicontazione periodica e del monitoraggio.

La disciplina dei compensi e delle relative modalità di pagamento deve essere formulata in modo da evitare ambiguità e conflitti interpretativi nel corso dell'esercizio del diritto, garantendo al contempo la verificabilità dei dati dichiarati e l'effettività del meccanismo remuneratorio.

La durata del contratto di licenza deve essere espressamente prevista, indicando sia il termine sia eventuali condizioni di recesso anticipato, ove consentite.

Anche profili quali la riservatezza, gli obblighi di utilizzo continuativo ed effettivo del diritto concesso, la diligenza nella produzione e commercializzazione del prodotto, nonché la definizione di clausole risolutive in caso di inadempimenti specifici o di mancato raggiungimento degli obiettivi di commercializzazione pattuiti, costituiscono elementi negoziali che incidono direttamente sulla sostenibilità giuridica ed economica dell'accordo.

Dal punto di vista civilistico, la disciplina del rapporto deve prevedere strumenti idonei a governare le situazioni di rischio, inclusa la regolamentazione delle azioni in materia di validità o contraffazione del titolo, nonché la valutazione del rischio legale connesso all'opponibilità ai terzi, anche tramite appositi meccanismi di pubblicità legale ove necessario.

In tale contesto, il contratto di licenza non si configura come un mero strumento di sfruttamento economico, ma come una cornice negoziale complessa che combina interessi patrimoniali, disciplina del rischio e tutela del patrimonio immateriale dell'ente titolare.

Il Servizio TTEC-CPI interviene in questa fase per definire e negoziare l'assetto giuridico dell'accordo, assicurando che lo sfruttamento dell'invenzione avvenga nel rispetto del diritto esclusivo e in condizioni di equilibrio, coerenza sistematica e sostenibilità giuridica.

2.3 La valorizzazione dei brevetti ENEA nelle iniziative di Netval

La crescente esigenza di trasferire i risultati della ricerca pubblica verso il sistema produttivo ha portato ENEA e altri attori istituzionali a sviluppare e partecipare a iniziative e progetti che hanno come obiettivo quello della valorizzazione della conoscenza.

Tra queste si evidenzia la collaborazione con l'associazione Netval (*Network* per la Valorizzazione della Ricerca). ENEA è membro del *network* italiano degli uffici di Trasferimento Tecnologico e Terza Missione della ricerca pubblica che ad oggi raccoglie 65 Università, 16 Enti Pubblici di Ricerca (EPR), 16 Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico (IRCCS) e 7 altri membri, coprendo oltre il 60% delle università italiane e circa il 97% degli spin-off della ricerca pubblica.

Grazie a Netval, ENEA collabora alla piattaforma *Knowledge Share* (KS) che ha l'obiettivo di rendere accessibili, in modo chiaro e comprensibile, informazioni su brevetti e tecnologie sviluppate da università e centri di ricerca italiani, favorendo l'incontro tra gruppi di ricerca e imprese e sostenendo la cosiddetta *Terza missione* della ricerca pubblica.

2.3.1 La piattaforma *Knowledge Share*

Nata da un progetto congiunto del Ministero delle Imprese e del Made In Italy – Ufficio Brevetti e Marchi (MIMIT – UIBM), Associazione Netval e Politecnico di Torino¹¹, **Knowledge Share** (KS) è la più grande piattaforma a livello nazionale dedicata alla valorizzazione della ricerca pubblica.

La piattaforma KS facilita l'interazione tra uffici di trasferimento tecnologico (TTO), ricercatori e *partner* industriali e, attraverso un portale digitale, KS consente un accesso semplice e strutturato a informazioni su brevetti e tecnologie che rappresentano l'eccellenza del *know-how* scientifico italiano.

In particolare, la piattaforma *Knowledge Share*:

- supporta i TTO e i gruppi di ricerca nel presentare efficacemente le proprie tecnologie, mettendone in evidenza le caratteristiche chiave;
- funge da punto di contatto tra grandi imprese, PMI e organismi di ricerca pubblici;
- opera come un "marketplace dei brevetti", facilitando lo scouting tecnologico internazionale;
- contribuisce alla creazione di spin-off e allo sviluppo di progetti tecnologici innovativi;
- promuove eventi e iniziative legate all'innovazione e allo sfruttamento dei risultati della ricerca.

Il progetto ha anche una vocazione internazionale, con l'obiettivo di essere replicato in altri Paesi e di supportare reti locali di TTO ed è stata riconosciuta come best practice dall'Unione Europea.

Knowledge Share è una piattaforma gratuita e multi-lato, rivolta a imprese e innovatori a livello globale, technology manager, team di scouting e innovazione, responsabili R&S e *business development*, investitori, *business angel* e *venture capital* e ricopre un ruolo di hub centrale (*touchpoint*) tra domanda e offerta di innovazione. KS è pensata per stimolare e accelerare collaborazioni tra ricerca e industria, superando la logica passiva del trasferimento tecnologico tradizionale e abilitando un ecosistema dinamico di scambio di conoscenza, favorendo collaborazioni, licenze e sviluppo industriale delle tecnologie della ricerca pubblica italiana.

Grazie a *Knowledge Share*, ENEA può gestire e promuovere gratuitamente il proprio portafoglio brevetti. La compilazione, caricamento e pubblicazione sulla piattaforma delle schede dei brevetti ENEA sono a cura dei KTM, mediante schede tecnologiche descrittive con un linguaggio semplice e accessibile anche a utenti non tecnici.

¹¹ La piattaforma è un progetto finanziato all'interno del PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA, MISSIONE 1 "DIGITALIZZAZIONE, INNOVAZIONE COMPETITIVITÀ, CULTURA E TURISMO" - COMPONENTE 2 "DIGITALIZZAZIONE, INNOVAZIONE E COMPETITIVITÀ NEL SISTEMA PRODUTTIVO" - INVESTIMENTO 6 "SISTEMA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE" FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXTGENERATIONEU, grazie al supporto ed alla collaborazione del MIMIT.

Brevetti

Filtro 1

Rimuovi filtri X

Cerca

Centri di ricerca

Centri di ricerca

 CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche ENEA

SEMICONDUTTORI & ELETTRONICA

Metodo di produzione di un materiale composito comprendente un film superconduttivo di FeSe

SUPERCODUTTORI

Metodo di produzione di un materiale composito multistrato con proprietà superconduttive. In particolare, per la produzione di un materiale composito multistrato formato da uno substrato conduttivo e da un film superconduttore a base di ferro (IBS) della sottoclasse dei calcogenuri di ferro.

TRL

2

Looking for

LICENZA

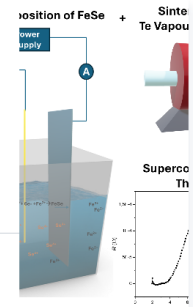


Figura 2.6 Catalogo dei brevetti sulla Piattaforma Knowledge Share

Negli anni, la piattaforma KS è cresciuta fino a raccogliere migliaia di tecnologie su un unico catalogo fruibile per l'industria e altri stakeholder dell'innovazione, che possono effettuare ricerche tramite parole chiave, titolari del brevetto e settore tecnologico e scaricare anche un *marketing annex*, che sintetizza vantaggi competitivi e possibili applicazioni della tecnologia. KS offre quindi una vetrina online delle tecnologie con contenuti strutturati per facilitare incontri B2B tra ricercatori e imprese.

In Knowledge Share (KS) sono presenti ad oggi 70 brevetti ENEA catalogati per parole chiave, categorie (verticali), settori di tendenza e TRL.

2.3.2 Il Premio "Intellectual Property Award"

Tra le altre iniziative supportate da Netval vi è anche il Premio "Intellectual Property Award" (IPA). Lanciato per la prima volta nel 2019, IPA è finalizzato a incentivare l'innovazione e valorizzare la creatività degli inventori di Università italiane ed Enti pubblici di ricerca nazionali e Istituti di ricovero e cura a carattere scientifico, che, grazie alle proprie capacità tecniche, scientifiche e intellettuali, forniscono un reale contributo al progresso tecnologico e alla crescita economica, migliorando così la vita quotidiana.

L'iniziativa, che premia i migliori brevetti di ricerca legati ad ambiti tecnologici differenti presenti sulla piattaforma Knowledge Share (<https://www.knowledge-share.eu/it>), si inserisce nelle attività di promozione del Ministero/UIBM finalizzate alla valorizzazione economica dei titoli di proprietà industriale.

Il concorso "Intellectual Property Award" è riservato alle Università italiane, agli Enti pubblici di ricerca nazionali e agli Istituti di ricovero e cura a carattere scientifico (IRCCS) titolari di brevetti, con l'obiettivo di incentivare l'innovazione e valorizzare la creatività degli inventori.

Nel 2023, ENEA ha partecipato all'IPA e presentato per il concorso 10 brevetti nei diversi ambiti tecnologici previsti dal bando:

- Med Tech (Tecnologie Mediche): ambito che comprende tecnologie, dispositivi e soluzioni innovative per la prevenzione, diagnosi, monitoraggio e cura delle malattie. Include dispositivi biomedicali, soluzioni digitali per la salute (*digital health*), telemedicina, diagnostica avanzata, terapie innovative e applicazioni dell'intelligenza artificiale in ambito clinico. L'obiettivo è migliorare qualità, accessibilità ed efficienza dei servizi sanitari.
- Climatech (Tecnologie per il Clima): riguarda tecnologie e soluzioni finalizzate alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici. Include sistemi per la riduzione delle emissioni di gas serra, cattura e stoccaggio della CO₂, economia circolare, gestione sostenibile delle risorse, monitoraggio ambientale e innovazioni per la resilienza climatica.
- Agritech (Tecnologie per l'Agricoltura): comprende innovazioni tecnologiche applicate al settore agricolo e agroalimentare per aumentarne produttività, sostenibilità ed efficienza. Include agricoltura di precisione, sensoristica, droni, biotecnologie vegetali, sistemi di irrigazione intelligenti, automazione, robotica agricola e soluzioni digitali per la gestione delle filiere.
- *The Energy of the Future* (L'Energia del Futuro): ambito focalizzato su tecnologie energetiche innovative e sostenibili. Include energie rinnovabili (solare, eolico, geotermico, idrogeno), sistemi di accumulo, reti intelligenti (*smart grid*), efficienza energetica, nuove soluzioni per la produzione, distribuzione e gestione dell'energia in ottica di decarbonizzazione.
- *The Future of the City* (La Città del Futuro): riguarda soluzioni tecnologiche per lo sviluppo di città intelligenti, sostenibili e resilienti. Include mobilità *smart*, infrastrutture digitali, gestione intelligente dei servizi urbani, edilizia sostenibile, sicurezza urbana, IoT, pianificazione urbana basata sui dati e miglioramento della qualità della vita dei cittadini.

Dei 10 brevetti presentati da ENEA, 4 brevetti hanno passato una prima fase di selezione e i seguenti 3 hanno raggiunto la fase finale:

1. "Rivestimento Assorbitore Solare Spetttralmente Selettivo", dei colleghi Salvatore Esposito, Antonio D'Angelo, Claudia Diletto, Giorgio Graditi, Antonio Guglielmo, nell'ambito tecnologico *The Energy of the Future*;
2. "Processo a Membrana per la Produzione di Idrogeno ed Ossigeno Mediante Idrolisi dell'Acqua e Relativo Apparato" dei colleghi Silvano Tosti, Alfonso Pozio, Luca Farina, Alessia Santucci, nell'ambito tecnologico *The Energy of the Future*;
3. "Processo e Impianto di Trattamento dei Rifiuti a Matrice Carboniosa" dei colleghi Alberto Giaconia, Silvano Tosti, Giampaolo Caputo, Alfonso Pozio, nell'ambito tecnologico Climatech

Per i 3 brevetti ammessi alla fase finale, sono state predisposte schede sintetiche (in italiano e in inglese) delle tecnologie e un video di presentazione di ciascuna di esse. La fase finale prevedeva la selezione di un vincitore per ogni ambito tecnologico e l'assegnazione per il primo classificato di un contributo di euro 10.000,00 (diecimila/00) erogato all'Università, all'Ente pubblico di ricerca o all'IRCCS titolare del brevetto, da utilizzare per la valorizzazione del brevetto stesso. Ulteriori dettagli sul brevetto "Processo e Impianto di Trattamento dei Rifiuti a Matrice Carboniosa" sono illustrati nel Capitolo 3.

Bibliografia/Sitografia del Capitolo 2

- MIT *Industrial Liaison Program* <https://ilp.mit.edu/>
- Netval *Piattaforma Knowledge Share* <https://www.knowledge-share.eu/it>
- European Commission, *Promoting IP valorisation through the IP platform – Knowledge Share run by the national network NETVAL, Knowledge Valorisation Platform*, European Commission, 22 giugno 2021. Disponibile all'indirizzo: <https://projects.research-and->

innovation.ec.europa.eu/en/research-area/industrial-research-and-innovation/eu-valorisation-policy/knowledge-valorisation-platform/repository/promoting-ip-valorisation-through-ip-platform-knowledge-share-run-national-network-netval

- Ufficio Italiano Brevetti e Marchi (UIBM), Italy, *Land of Patents - Intellectual Property Award 2023*. Roma: Ministero delle Imprese e del Made in Italy (MIMIT), 2023. Disponibile all'indirizzo: <https://uibm.mise.gov.it/images/Catalogo.pdf>

CAPITOLO 3 ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DEL BREVETTO “PROCESSO DI TRATTAMENTO E CONVERSIONE DI RIFIUTI CARBONIOSI MISTI IN COMBUSTIBILI PULITI”

3.1 Descrizione dell’invenzione

Il brevetto di valorizzazione dei rifiuti a matrice carboniosa nasce da due grandi sfide dei nostri giorni. La prima è la necessità di ridurre il volume dei rifiuti in modo sostenibile per l'ambiente e accettabile per la società, ovvero senza determinare emissioni nocive nei pressi dell'impianto di trattamento. La seconda sfida riguarda invece la necessità di affrontare la transizione energetica attraverso lo stoccaggio e la conversione dell'energia rinnovabile sotto forma di combustibili “puliti”. L'idea alla base dell'invenzione è proprio quella di utilizzare gli stessi rifiuti carboniosi – ovvero quelli al cui interno è presente una elevata concentrazione di carbonio, come rifiuti organici o mix di plastiche anche indifferenziate – come “mezzo” per trasportare l'energia rinnovabile.

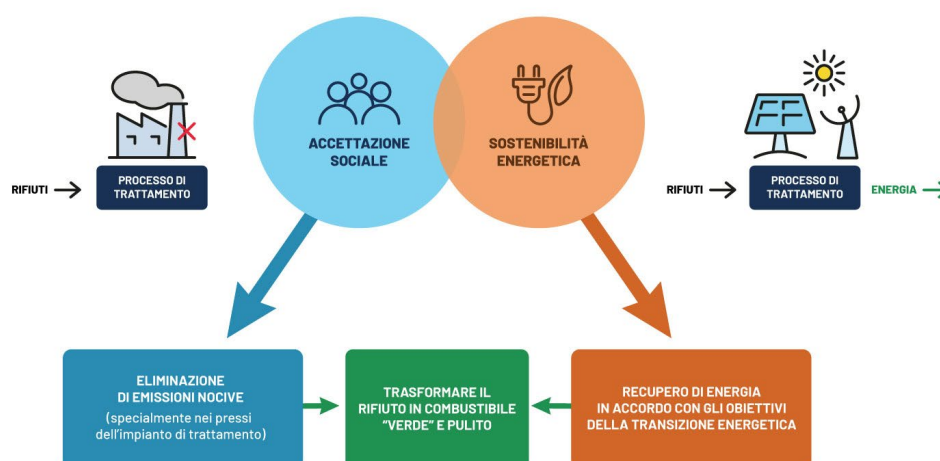


Figura 3.1 Le sfide affrontate attraverso l'invenzione.

I rifiuti solidi carboniosi, se non riciclabili meccanicamente, per limitare la quantità da smaltire in discarica vengono generalmente sottoposti a trattamenti per il recupero energetico. Tipicamente i “Combustibili da Rifiuto” (CDR) vengono trattati in termovalorizzatori nei quali avviene un trattamento di ossidazione, con ossigeno o aria, finalizzato alla produzione di calore per la co-generazione; ne deriva l'emissione di gas combustibili in atmosfera.

Alcuni rifiuti di natura carboniosa possono essere sottoposti a trattamenti di natura chimico-fisica differente, in ambiente privo o povero di ossigeno: a seconda della natura dei rifiuti potrà trattarsi di processi termochimici di pirolisi o gassificazione con aria e vapor d'acqua, oppure i processi biochimici di digestione anaerobica; in questi casi si produrrà un gas combustibile, rispettivamente un syngas o un biogas, per molteplici usi. Tali processi di conversione, già ampiamente diffusi, non comportano emissione di gas combustibili in atmosfera e permettono di ottenere combustibili gassosi “puliti”.

Il brevetto sviluppato prevede un trattamento di tipo termochimico differente rispetto ai processi di combustione o gassificazione che prevedono la presenza di ossigeno. In questo caso è previsto l'utilizzo dell'idrogeno e si parla di “idrogassificazione”. Il carbonio presente nel solido, anziché venire ossidato –

con produzione di ossidi di carbonio, CO e CO₂ – verrà invece “ridotto” con produzione di metano e altri idrocarburi leggeri il cui valore energetico sarà superiore rispetto a quello del rifiuto di partenza. In altre parole, con l'idrogassificazione trasformiamo il rifiuto non riciclabile in un gas combustibile “pulito” il cui valore energetico è superiore rispetto a quello del rifiuto stesso (quindi più pulito e più ricco di energia). Questo incremento dell'energia è reso possibile grazie all'immissione dell'idrogeno. Affinché il processo sia sostenibile, l'idrogeno dovrà essere prodotto da fonti rinnovabili. La possibilità di operare in un ambiente riducente e a temperature tipicamente più basse rispetto ai processi di combustione avrà potenziali vantaggi anche in termini di riduzione della produzione di composti nocivi come le diossine.

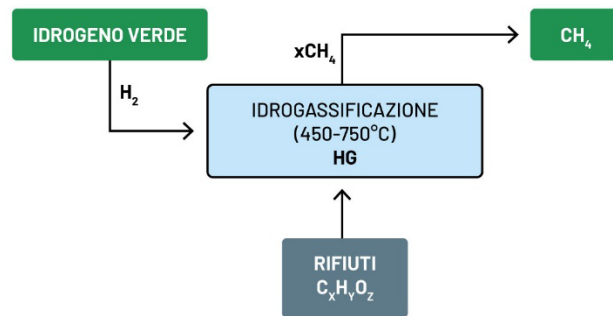


Figura 3. 2 Il processo di idrogassificazione alla base dell'invenzione.

Quanto riportato sopra deriva da deduzioni sulla base di conoscenze note. Tuttavia, l'idrogassificazione dei rifiuti carboniosi richiede ulteriori studi per raggiungere la maturità per il trasferimento al settore produttivo. Dal punto di vista economico, inoltre, la tecnologia potrebbe risentire dell'ancora elevato costo di produzione dell'idrogeno verde. La novità introdotta dal brevetto riguarda l'integrazione funzionale dell'idrogassificazione con una unità di *steam reforming* (SMR) alimentato con fonti rinnovabili, secondo una tecnologia da anni sviluppata dall'ENEA. Questa integrazione consente di autoprodurre l'idrogeno necessario all'idrogassificazione. L'energia rinnovabile verrà introdotta nel processo attraverso un reattore di *steam reforming* innovativo. Di fatto lo SMR innovativo presenta zero emissioni in atmosfera grazie all'alimentazione del calore non più attraverso una combustione (come avviene nei processi SMR tradizionali) bensì per via elettrica (SMR elettrificato) o solare.

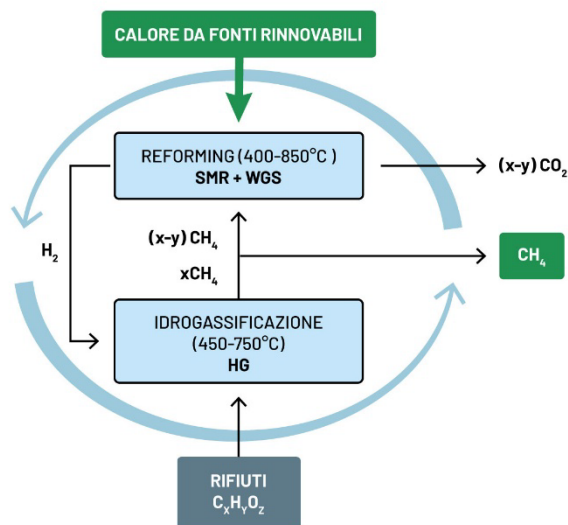


Figura 3. 3 Schema a blocchi del processo brevettato.

Lo stesso sistema può operare in modo flessibile per generare metano (in generale idrocarburi gassosi leggeri), oppure miscele idrogeno/metano, oppure anche idrogeno puro.

3.2 Iter del brevetto

Il brevetto rappresenta un esempio di collaborazione multidisciplinare tra ricercatori afferenti anche a diversi Dipartimenti dell'ENEA (TERIN e NUC) che hanno messo a fattor comune *know-how* e competenze specifiche. Ha di fatto richiesto una sinergia di competenze specifiche: dai processi di gassificazione e idrogassificazione di solidi carboniosi, alle tecnologie di *steam reforming* innovative fino all'integrazione delle fonti rinnovabili nei processi chimici.

Proprio dalla comunicazione tra ricercatori aventi *background* differenti è nata l'idea di combinare il processo di idrogassificazione con un *reformer* innovativo a sua volta alimentato con fonti rinnovabili.

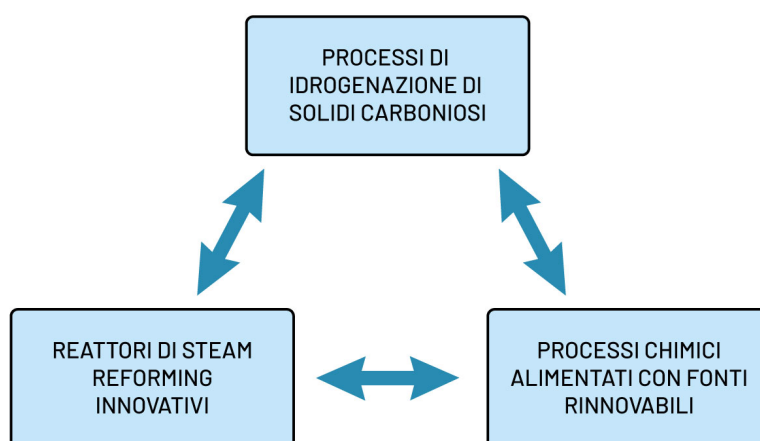


Figura 3. 4 Aree tematiche trattate del brevetto.

Fin dall'inizio del 2020 sono stati inizialmente elaborati alcuni schemi concettuali del processo per verificare la fattibilità teorica e la potenziale sostenibilità del processo, effettuando bilanci di materia ed energia con l'ausilio di opportuni simulatori di processi chimici. I risultati promettenti ottenuti in questa analisi preliminare hanno spinto i ricercatori a realizzare in laboratorio i primi esperimenti per verificare che quanto teorizzato potesse in effetti realizzarsi nella pratica. Questo è il caso, ad esempio, della reazione di idrogassificazione, ancora poco conosciuta, effettuata in piccoli reattori su vari campioni di rifiuti carboniosi.

I risultati delle analisi preliminari e le conferme sperimentali hanno indotto i ricercatori coinvolti a valutare la possibilità di depositare un brevetto. È stata svolta una ricerca bibliografica e di anteriorità per confermare l'effettiva originalità dell'invenzione. I ricercatori si sono quindi rivolti ai servizi dell'ENEA per la Promozione e Tutela della Proprietà Intellettuale (TTEC-KTM-TPI) per ricevere supporto e indicazioni per la preparazione e deposito del brevetto. Dopo valutazione positiva della Commissione

Brevetti dell'ENEA e preparazione della documentazione con lo Studio incaricato, il brevetto è stato depositato il 9 luglio 2021 (domanda di deposito n. 102021000018125).

Il deposito del brevetto ha consentito di avviare una campagna di pubblicità e disseminazione su diversi livelli: dalla pubblicazione di articoli scientifici su riviste specialistiche (Nazionali e Internazionali) alla divulgazione attraverso i canali dell'ENEA, soprattutto grazie al supporto dei servizi di Promozione e Comunicazione (REL-PROM).

Sono state inoltre presentate proposte progettuali per l'acquisizione di fondi per sostenere le attività di ricerca e sviluppo. In particolare, una specifica linea di attività è stata inserita nel Piano Operativo di "Ricerca e sviluppo sull'idrogeno" (POR H2) iniziato nel 2022 e finanziato con fondi PNRR (Accordo di Programma tra il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) e l'ENEA, PNRR, Missione 2, Componente 2, Investimento 3.5, Finanziato dall'Unione Europea - *Next Generation EU*). Questo finanziamento ha consentito l'acquisizione di risorse per la realizzazione di prototipi su scala di laboratorio (*TRL 4*), il finanziamento di due dottorati di ricerca e la stipula di contratti di collaborazione con diverse Università Italiane per ricevere supporto tecnico-scientifico specialistico.

La promozione del brevetto e la realizzazione del prototipo ha suscitato interesse da parte di diversi operatori del settore dello smaltimento dei rifiuti. I rapporti con le aziende interessate sono stati gestiti con il prezioso supporto di diversi servizi offerti dalla direzione Trasferimento Tecnologico (TTEC) dell'ENEA, tra cui la Contrattualistica e verifica Proprietà Intellettuale (TTEC-CPI) e i servizi del *Knowledge Transfer Management* (TTEC-KTM). Ad oggi è stata registrata la manifestazione d'interesse di diverse aziende, tra cui: produttori di materiali plastici eterogenei non riciclabili (destinati a incenerimento o discarica, ad es. plasmix, pneumatici usati, palline da tennis, etc.), produttori di materiali plastici con criticità di smaltimento (ad es. PVC e materiale sportivo), produttori di caffè per lo smaltimento dei fondi, produttori di arredamenti con scarti di materiali plastici (ad es. pannelli per cucine), Centro di Coordinamento RAEE (Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche), COREPLA (Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclo e il Recupero degli Imballaggi in Plastica), piccole-medie aziende che operano nel settore del trattamento di rifiuti in diverse regioni (Piemonte, Friuli, Campania).

L'auspicio è quello di completare l'iter con la realizzazione di un impianto dimostrativo su scala pre-commerciale (incremento da *TRL 4* a *TRL 6*) per poi passare alla realizzazione dei primi prototipi in ambiente industriale (*TRL 7-8*).

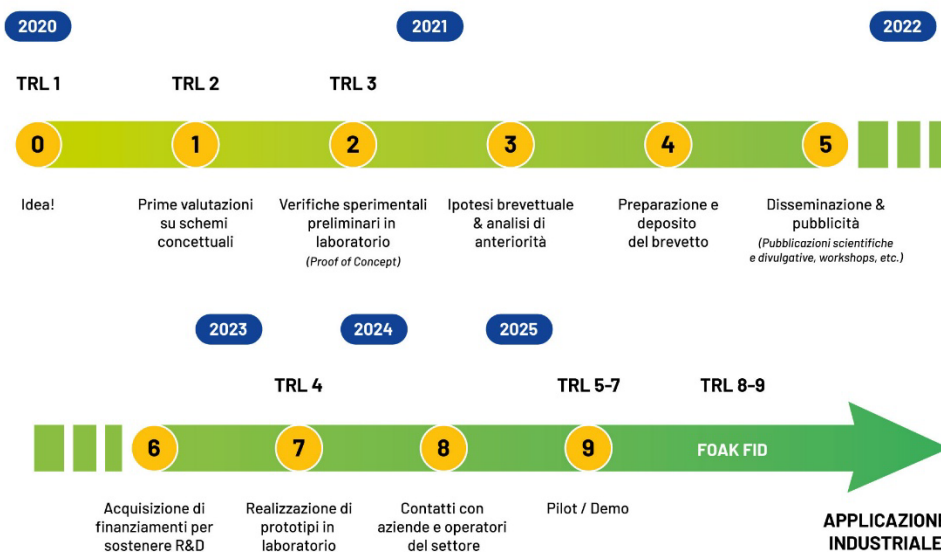


Figura 3. 5 Iter del brevetto: dall'idea allo sviluppo prototipale e trasferimento tecnologico.

Tra le esperienze di valorizzazione, si menziona l'*Intellectual Property Award* (IPA) 2023. Come già accennato al capitolo 2, il brevetto è stato candidato ed è arrivato tra i finalisti dell'IPA 2023, concorso promosso dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy, in collaborazione con Ufficio Italiano Brevetti e Marchi (UIBM) e Netval. In particolare, il brevetto è stato candidato per l'ambito tecnologico Climatech (Tecnologie per il Clima).

Come finalista, il brevetto è stato presentato all'evento finale chiuso al pubblico alla presenza degli enti che hanno promosso il premio: MIMIT-UIBM, Invitalia e Netval. Durante la presentazione, è stato proiettato il video pitch e una descrizione del brevetto è stata pubblicata nel catalogo "L'Italia dei Brevetti. Invenzioni e Innovazioni di Successo" a cura di UIBM.

Un'iniziativa parallela al Premio IPA è stata la Mostra Brevetti UIBM, progetto espositivo con l'obiettivo di divulgare e valorizzare l'importanza della proprietà industriale e, in particolare, dei brevetti per invenzione industriale, sottolineando l'importanza della ricerca italiana sia di tipo accademico che industriale, e la sua capacità di generare innovazione tecnologica all'avanguardia in diversi settori produttivi. In questo contesto allestito presso il Ministero delle Imprese e del *Made in Italy*, è stato dato spazio alle tecnologie finaliste del premio IPA, attraverso l'esposizione delle schede brevetto già trasmesse e le proiezioni dei video pitch, per tutta la durata della mostra.

Il brevetto è stato pubblicato anche sulla Piattaforma Knowledge Share.¹²

¹² <https://www.knowledge-share.eu/it/brevetti/processo-di-trattamento-di-rifiuti-carboniosi>

Processo di trattamento e conversione di rifiuti carboniosi misti in combustibili puliti

Settori applicativi

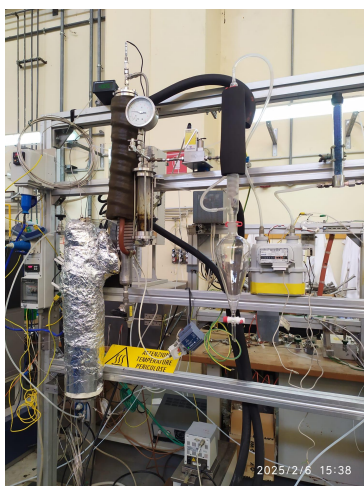
- Chimica
- Energia
- Tecnologie per l'ambiente e l'economia circolare

Problema da risolvere

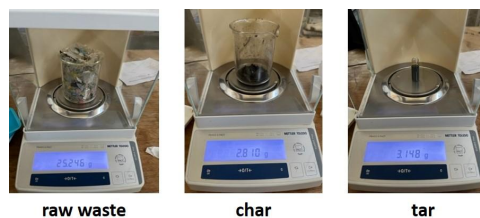
La soluzione proposta si pone l'obiettivo di implementare un nuovo processo di trattamento di rifiuti, mediante conversione in combustibili gassosi "puliti" come idrogeno e metano, che non generi emissioni inquinanti. I processi tradizionali di recupero di energia da rifiuti hanno, infatti, i seguenti limiti: avvengono a elevate temperature (>700°C) con elevati costi di materiali; hanno bassi rendimenti; prevedono combustione, o in generale ossidazioni totali o parziali, con conseguente rilascio di inquinanti gassosi nell'ambiente (tra cui anche diossine). L'idrogassificazione a "basse" temperature (< 500°C) già riduce alcuni di questi problemi, ma presenta il limite della richiesta d'idrogeno. La tecnologia sviluppata supera questo limite in quanto permette di generare l'idrogeno per l'idrogassificazione all'interno dello stesso processo.

Descrizione

Il processo consiste essenzialmente nell'integrazione tra un reattore di idrogassificazione con una unità di reforming alimentata con energia rinnovabile. Permette di trattare e valorizzare rifiuti solidi di vario genere a matrice carboniosa (es. biomasse, plastiche non riciclabili) senza emissioni inquinanti (gas di combustione, diossine, ecc.). Il solido è convertito in combustibili gassosi "puliti", idrogeno e metano, il cui valore energetico è superiore a qualsiasi combustibile direttamente ricavabile dal rifiuto stesso (ad es. combustibile da rifiuto).



Prototipo da laboratorio del reattore di idrogassificazione



Risultati sperimentali: materiale trattato (plasmix) e prodotti (char e tar)

Punti di Forza

- Rilevanza sociale/economica
- Efficienza/rendimento/prestazioni
- Innovazione
- Scalabilità
- Semplicità di utilizzo
- Trasportabilità/mobilità
- Non invasività
- Impatto ambientale
- Disponibilità materie prime/componenti

Aspetti Innovativi e Vantaggi

- Flessibilità per produrre miscele metano e idrogeno a composizione controllata
- Produzione di combustibili gassosi puliti (idrogeno e metano)
- Recupero di energia dai rifiuti senza combustione e senza emissione gassose inquinanti nell'ambiente
- Valorizzazione energetica del rifiuto e immagazzinamento di energia rinnovabile

Possibili Applicazioni

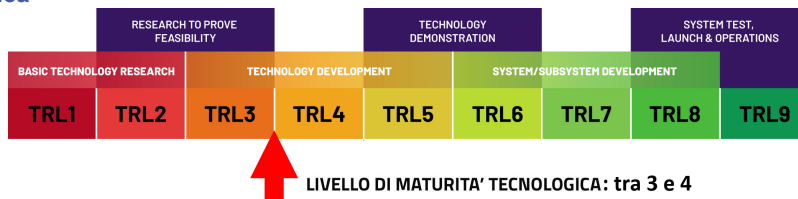
- Produzione di combustibili puliti dal trattamento di rifiuti (Waste-to-Fuel)
- Produzione e utilizzo dell'idrogeno

- Stoccaggio chimico dell'energia rinnovabile
- Valorizzazione e riduzione dei volumi di rifiuti misti e non riciclabili

Componenti del Gruppo di Ricerca

- | | |
|---------------------------|---------------|
| • <u>Giaconia Alberto</u> | TERIN-DEC-H2V |
| • Caputo Giampaolo * | TERIN-SSI-EDS |
| • Codignole Luz Fabio | TERIN-DEC-H2V |
| • Colucci Pietro | TERIN-DEC-H2V |
| • Giaconia Alberto | TERIN-DEC-H2V |
| • Pozio Alfonso | TERIN-DEC-H2V |
| • Tosti Silvano | NUC-FUSEN-TEN |

Livello Maturita' Tecnologica



Brevetto Disponibile per il licensing

Disponibile per una licenza non esclusiva

Prototipo

Prototipo di laboratorio

Per approfondimenti

- [Video 2](#)
- [Video 1](#)

Contatti

- trasferimento.tecnologico@enea.it

Data revisione

06-05-2026

Bibliografia/Sitografia del Capitolo 3

A. Giaconia, S. Tosti, G. Caputo, A. Pozio: "Combustibili "green" da rifiuti ed energie rinnovabili"; La Chimica e l'Industria, Anno VI, N°3, Maggio/Giugno 2022. DOI: <http://dx.medra.org/10.17374/CI.2022.104.3.52>.

A. Giaconia, G. Iaquaniello, G. Caputo, B. Morico, A. Salladini, L. Turchetti, G. Monteleone, A. Giannini, E. Palo. "Experimental validation of a pilot membrane reactor for hydrogen production by solar steam reforming of methane at maximum 550°C using molten salts as heat transfer fluid", International Journal of Hydrogen Energy, 2020, vol.45, p. 33088–33101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.09.070>.

J. Neves, A. Giaconia, L.M. Madeira, S. Tosti. "Refuse derived fuel hydrogasification coupled with methane steam reforming" International Journal of Hydrogen Energy. 2023, vol.48, 27918. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.03.436>.

D. De Cata, L. Mazzeo, V. Piemonte, A. Giaconia. "Electrified steam methane reforming as efficient pathway for sustainable hydrogen production and industrial decarbonization: A critical review". International Journal of Hydrogen Energy. 2025, vol.105, 31–44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.01.202>.

E. Saraceno, E. Meloni, A. Giaconia, V. Palma. "Catalytic OBSiC Open Cell Foams for Methane-Rich Gas Production Through Hydrogasification of Plastic Waste". Catalysts. 2025, vol.15, 152. DOI: <https://doi.org/10.3390/catal15020152>.

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi (UIBM), Italy, *Land of Patents – Intellectual Property Award 2023*. Roma: Ministero delle Imprese e del Made in Italy (MIMIT), 2023. Disponibile all'indirizzo: <https://uibm.mise.gov.it/images/Catalogo.pdf>

CAPITOLO 4 ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DEL BREVETTO “IMMUNOGLOBULINE G FUSE BIOTECNOLOGICAMENTE ALL'ENZIMA PEROSSIDASI”

4.1 Descrizione dell'invenzione

La tecnologia descrive il metodo per ottenere anticorpi già “modificati” da utilizzare come reagenti di sistemi immunoenzimatici in ambito diagnostico. Utilizzando la pianta come biofabbrica, in alternativa alle cellule animali, si possono produrre anticorpi legati, in modo biotecnologico, con l'enzima perossidasi. Gli anticorpi ricombinanti mantengono inalterata sia la capacità di legare il loro bersaglio che la funzione enzimatica della perossidasi e possono essere utilizzati in qualsiasi saggio immunoenzimatico.

Gli anticorpi sono reagenti di base in moltissimi sistemi diagnostici. Nei sistemi immunoenzimatici, come l'ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), gli anticorpi sono associati all'enzima perossidasi, che è in grado di sviluppare una reazione chimica il cui prodotto è correlabile alla presenza e alla quantità di molecole di interesse da rilevare. Questo enzima è ampiamente utilizzato come marcatore poiché produce, quando incubato con un substrato appropriato, un derivato colorato, fluorimetrico o luminescente, consentendone la rilevazione e la quantificazione. Queste caratteristiche rendono questo enzima uno strumento diagnostico con un ambito applicativo vastissimo, dal settore agro-alimentare fino alla diagnostica medica.

Attualmente anticorpi ed enzimi perossidasi vengono coniugati chimicamente (Figura 4.1), con un maggiore costo di preparazione dei reagenti diagnostici e difficoltà nella standardizzazione dei prodotti derivati. Tipicamente questo enzima viene commercializzato come reagente purificato dalla radice del rafano (*Horseradish peroxidase*, HRP) ed utilizzato in diagnostica previa coniugazione con anticorpi utili al rilevamento di una molecola di interesse. Naturalmente la purificazione della proteina e la sua successiva coniugazione chimica con altre molecole, necessarie per la realizzazione del reagente diagnostico, sono operazioni dispendiose sia in termini di tempo uomo che di reagenti necessari per la realizzazione del coniugato chimico. Inoltre, lotti diversi di produzione potrebbero non garantire le medesime performance qualitative, perché per quanto si possa operare in condizioni standard la reazione chimica di coniugazione non è per definizione perfettamente controllabile ma avrà come risultato un valore medio come rapporto di sostituzione tra enzima e molecola coniugata, rendendo quindi necessaria una qualificazione dei singoli lotti.

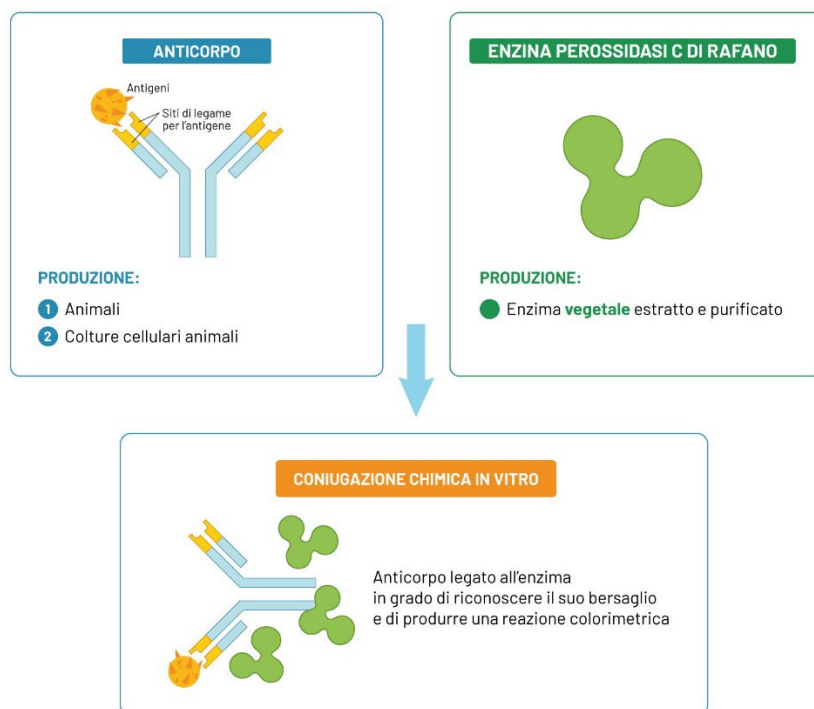


Figura 4. 1 Rappresentazione schematica della metodologia classica di coniugazione chimica di una immunoglobulina con l'enzima perossidasi

L'idea inventiva è nata proprio dall'intuizione di poter ovviare a tutte le limitazioni descritte semplicemente provando a coniugare biotecnologicamente anticorpi con la perossidasi e verificare la capacità della cellula vegetale di produrre una molecola ricombinante complessa, correttamente assemblata e funzionale, e in grado di mantenere inalterate entrambe le funzioni biologiche richieste: specificità di legame per il bersaglio di interesse (porzione anticorpale) e funzionalità enzimatica (perossidasi)(Figura 4.2). Dal punto di vista sperimentale per ottenere la proteina di fusione (IgG-HRP) è stato creato un costrutto genico mediante clonaggio della sequenza codificante la perossidasi C di rafano e la fusione di questa al C-termino della sequenza codificante la catena pesante e/o leggera di una immunoglobulina G (IgG1) di topo. Le sequenze codificanti sono state quindi clonate in vettori d'espressione per la produzione in pianta e l'espressione transiente delle proteine ricombinanti è stata ottenuta mediante infiltrazione di piante di *Nicotiana benthamiana* con *Agrobacterium tumefaciens* (agroinfiltrazione). Gli anticorpi ricombinanti fusi alla perossidasi sono stati quindi purificati da pianta, caratterizzati e le loro performance analitiche sono state verificate in saggi ELISA, mostrando indubbi vantaggi analitici di robustezza e riducendo anche le operazioni a carico dell'utilizzatore.

L'uso dell'IgG-HRP ha infatti un doppio vantaggio: il tempo per lo svolgimento del saggio è estremamente ridotto consentendo al contempo di ottenere una maggiore sensibilità analitica. Infatti, lo stesso valore di assorbanza viene raggiunto con una minore quantità di anticorpo ed eliminando un reagente biochimico dal sistema (con conseguente riduzione dei costi). Entrambi questi elementi sono cruciali nello sviluppo di un saggio immunodiagnostico perché consentono l'implementazione di saggi più performanti in termini analitici legando la sensibilità del sistema alla specificità dell'anticorpo primario, che è quello deputato al riconoscimento dell'antigene di interesse, e consentono di ridurre i

passaggi procedurali dell'operatore incrementando la robustezza del saggio e minimizzando gli errori e i tempi diagnostici.

Attraverso la fusione genetica delle sequenze codificanti le catene pesanti e/o leggere di immunoglobuline G e la sequenza codificante la perossidasi C di rafano e sfruttando il *Plant Molecular Farming*, quindi l'espressione in pianta come piattaforma di produzione sostenibile della proteina, è stato possibile ottenere innovativi reagenti diagnostici in grado di garantire i seguenti vantaggi riassunti nella metodologia brevettata:

- ridotti costi per la preparazione dei reagenti diagnostici (purificazione di una singola proteina già funzionalizzata che non necessita di modificazioni chimiche, reagente 'ready to use')
- standardizzazione e riproducibilità analitica dei lotti (rapporto stechiometrico noto e fisso tra anticorpo e molecole di enzima)
- ridotti tempi di analisi (anticorpo primario marcato e direttamente rilevabile)
- economicità e sostenibilità del processo di produzione in pianta dei reagenti diagnostici
- facilmente esportabile su sistemi diagnostici già in essere (la metodologia è stata validata su anticorpi diversi)

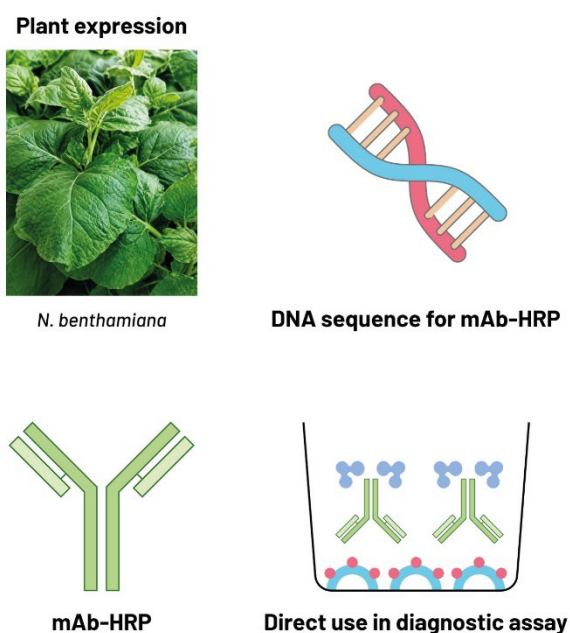


Figura 4. 2 Rappresentazione schematica della produzione in pianta di anticorpi fusi all'enzima perossidasi e del loro utilizzo in saggi immunodiagnostici (ELISA) come reagenti pronti all'uso.

4.2 Iter del brevetto

Il *Plant Molecular Farming* (PMF), ovvero l'utilizzo di piante come "biofabbrica" per la produzione di molecole di interesse biofarmaceutico, è un *know-how* tecnologico dell'ENEA riconosciuto a livello internazionale, acquisito e maturato in più di 25 anni di esperienza. Una delle applicazioni sviluppate sfruttando questa piattaforma tecnologica, nell'ambito diagnostico dedicato all'agro-food, è la produzione in pianta di anticorpi monoclonali proprietari (quindi isolati *ex novo*, caratterizzati e sfruttati

per applicazioni diagnostiche) specifici per l'identificazione e la quantificazione delle aflatossine, ovvero contaminanti rilasciati da funghi tossigeni su alcuni alimenti. Nello specifico sono stati sviluppati due differenti kit diagnostici: uno per la rilevazione e quantificazione di una aflatossina contaminante della filiera latte e derivati, e l'altro per la diagnostica delle aflatossine contaminanti di mais, frutta secca e mangimi. Il primo kit è stato messo a punto in collaborazione con un'azienda che aveva interesse a sviluppare e commercializzare un saggio rapido per la rilevazione di questa tossina nel latte. Il secondo kit è stato, invece, oggetto di un progetto di *Proof of Concept* (SSPT202024), finanziato dall'ENEA nell'ambito del Programma del 2020 utilizzando un anticorpo contro le aflatossine totali isolato precedentemente nell'ambito di un progetto che prevedeva l'identificazione di diverse micotossine in matrici alimentari. In entrambi i casi l'anticorpo alla base del kit veniva prodotto in pianta tramite PMF e da qui è nata l'idea di ottenere un anticorpo già funzionalizzato che potesse essere impiegato in qualsiasi kit diagnostico.

Entrambi gli anticorpi menzionati avevano mostrato la capacità di legare i bersagli di interesse diagnostico garantendo delle performance in grado di rispettare i requisiti di sensibilità richiesta dalla normativa vigente. Per realizzare però un sistema diagnostico era necessario porsi l'obiettivo di elevare il TRL (Livello di Maturità Tecnologica) dei saggi analitici già sviluppati, indirizzando il lavoro di ricerca verso una validazione e standardizzazione dei sistemi.

L'occasione si è presentata con il progetto PoC (*Proof of Concept*) a finanziamento interno ENEA. Obiettivo del programma era la realizzazione di progetti di sviluppo in grado di dimostrare la fattibilità di una tecnologia, creando anche il collegamento con un'azienda interessata, in modo da favorire un successivo trasferimento tecnologico verso l'industria.

Questo strumento di finanziamento a breve termine, volto a valorizzare tecnologie a TRL più o meno avanzato ma con un chiaro scopo applicativo, si è rivelato uno strumento assolutamente efficace per finalizzare lo sviluppo dei saggi diagnostici e anche per l'implementazione di idee innovative. Infatti, attraverso questo strumento è stato possibile sviluppare e verificare sperimentalmente l'idea che si è poi concretizzata nel brevetto ENEA già descritto. Il progetto PoC denominato "Immunotest "verdi" per la diagnostica dell'aflatoxina in prodotti agroalimentari" è stato valutato positivamente e meritevole di finanziamento nella tornata del 2020. Successivamente alla raccolta dei dati sperimentali e alla validazione dell'idea è stato attivato l'iter per la richiesta di brevettazione.

A valle del parere positivo della Commissione Brevetti ENEA, il 4/8/2023 è stata depositata la domanda di brevetto italiano n. 102023000016701 (ENEA n. 939) dal titolo: "Immunoglobuline G Fuse Biotecnologicamente all'Enzima Perossidasi". Il relativo Brevetto è stato rilasciato dall'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi il 19/9/2025.

Sempre a valle del parere positivo della Commissione Brevetti ENEA, il 30/7/2024 la domanda di brevetto italiano è stata estesa a livello internazionale tramite procedura PCT ed è attualmente in fase di regionalizzazione presso l'Ufficio Brevetti Europeo. Il brevetto è pubblicato anche sulla Piattaforma Knowledge Share.¹³

4.2.1 Esperienza di Knowledge Transfer Management del brevetto illustrato

Nell'ambito del Plant Molecular Farming (PMF), l'ENEA ha sviluppato diverse applicazioni per l'agro-food, tra cui un kit diagnostico per la rilevazione e quantificazione della aflatoxina M1 (AFM1), contaminante della filiera latte e derivati (TRL 8), ed un secondo kit per la diagnostica delle aflatossine totali,

¹³ <https://www.knowledge-share.eu/it/brevetti/anticorpi-fusi-biotecnologicamente-con-lenzima-perossidasi-per-la-diagnostica>

contaminante di mais, frutta secca e mangimi, che è in fase di sviluppo (TRL3/4). Entrambi i kit sono stati sviluppati alcuni anni fa in collaborazione con una società di riferimento nel settore. Nel primo caso fu sottoscritto un contratto di licenza di know-how, che prevedeva la diretta fornitura da parte dell'ENEA alla società di un quantitativo di anticorpi da utilizzare per la produzione dei kit diagnostici. Il secondo kit è stato, invece, oggetto di un progetto di Proof of Concept (SSPT202024), finanziato dall'ENEA nell'ambito del Programma del 2020. Tuttavia, a seguito di un cambio negli assetti proprietari della società, questa è uscita dal mercato dei kit diagnostici per l'agro-food, e di conseguenza si sono interrotti sia lo sviluppo del kit, sia le prospettive di valorizzazione commerciale del kit diagnostico AFM1.

Successivamente, è stata depositata una domanda di brevetto dal titolo "Immunoglobuline G Fuse Biotecnologicamente all'Enzima Perossidasi" - domanda n. 102023000016701.

A valle della pubblicazione dei risultati ottenuti per la messa a punto del Kit Anti-AFM1 sulla rivista scientifica internazionale Toxins con l'articolo dal titolo "Design of a Diagnostic Immunoassay for Aflatoxin M1 Based on a Plant-Produced Antibody" - Capodicasa et al., 2022, vi è stato un primo contatto dei ricercatori ENEA con la filiale italiana (competence center) di una multinazionale leader nel settore diagnostico, per lo sviluppo e la validazione di kit ELISA per la rilevazione di micotossine e di residui di farmaci veterinari.

Interessata dalle performance diagnostiche di un anticorpo anti-aflatossina M1 ottenuto mediante PMF dall'ENEA, il competence center ha richiesto all'ENEA una prima aliquota anticorpale, per testarla nei propri laboratori, previa sottoscrizione di un accordo per il trasferimento di materiale (MTA) nel 2023, ottenendo quindi i primi positivi risultati.

Permanevano però sia l'esigenza di risolvere il contratto in essere con la prima società - poiché bloccava di fatto la valorizzazione di un anticorpo molto interessante nonostante fosse remunerativo per l'ENEA, sia la criticità della mancanza di una filiera per la fornitura del semilavorato dal PMF, necessario per la produzione di kit diagnostici: una produzione industriale di proteine da PMF non poteva essere sostenuta da un ente di ricerca quale l'ENEA; le riflessioni sulla possibile soluzione hanno portato alla creazione di una strategia di valorizzazione, mirata alla promozione di una innovativa filiera in grado di superare gli ostacoli incontrati, che tenesse conto dell'anello mancante della filiera, la produzione del semilavorato tramite PMF.

Le imprese attive nel PMF erano, e sono, tuttavia, molto poche e spesso poco più che start-up universitarie. Se il PMF Fact Sheet del Good Food Institute nell'aprile del 2023 rilevava appena 12 società al mondo attive nella produzione di proteine con questa tecnologia, mentre altre fonti (Venture Radar) ne rilevano circa una ventina, la realtà è che tali imprese sono molto poche ed attive prevalentemente nella ricerca. In Italia, vi era un'unica società attiva nel PMF dal 2000, piccola società prevalentemente di ricerca, fondata con la finalità di sviluppare farmaci sostenibili.

Il tentativo di contatto con questa società, appartenente fra l'altro allo stesso sistema territoriale della filiale della multinazionale, ha visto un rapido e positivo riscontro da parte del founder e CEO della società, con la sottoscrizione di un NDA con l'ENEA.

I positivi risultati ottenuti dalle prove del competence center con la proteina ENEA espressa in pianta, e l'interesse per un potenziale fornitore industriale di semilavorato ottenuto con modalità sostenibile ed etica, hanno spinto la multinazionale ad approfondire la collaborazione con l'ENEA e la piccola società, previa sottoscrizione di un accordo di riservatezza (NDA).

La proposta di possibili collaborazioni pubblico/privato avrebbe potuto essere un interessante pilota per dimostrare la validità commerciale di tale tecnologia con un altro settore meno oligopolistico di

quello farmaceutico; purtroppo, una variazione nelle strategie interne alla multinazionale ha costretto il team del competence center a ritirarsi dalla collaborazione che stava prendendo forma.

Alla filiera mancava, dunque, nuovamente un anello, stavolta quello finale: una società che fosse in grado di immobilizzare l'anticorpo nel kit diagnostico, di industrializzarlo, e commercializzarlo, godendo già di una posizione consolidata nel mercato di riferimento.

Nel mentre, l'ENEA e la start up firmavano una manifestazione di interesse a cooperare sugli argomenti succitati, nell'ambito di un progetto per il quale richiedere un finanziamento nella partecipazione ad un bando della Regione Friuli-Venezia Giulia; a questo scopo, la ricerca di altre aziende quali possibili partner della filiera, era stata ristretta a società con almeno una sede nella Regione Friuli-Venezia Giulia, allo scopo di poter partecipare al bando.

Dopo alcune ricerche, i team dell'ENEA e della start up hanno coinvolto un'altra società, tuttavia dopo alcuni incontri è emerso che non sarebbe stato un partner adeguato, sia per le specifiche competenze interne, diverse rispetto a quelle necessarie per sviluppare il kit, sia per la coincidenza temporale: la società era in fase di acquisizione da parte della multinazionale sopra citata.

La scelta è quindi caduta su un'altra società, realtà di dimensioni più contenute rispetto alla multinazionale, e di conseguenza più snella nelle dinamiche decisionali relative ai progetti cui prendere parte, e specializzata in ricerca, sviluppo, produzione e commercializzazione di diagnostica molecolare; dopo le interlocuzioni iniziali, e la manifestata volontà, da parte della società, a prendere parte al progetto e successivamente a commercializzare il kit, i partner hanno sottoscritto dapprima un accordo di riservatezza a tre, e poi un accordo di ricerca commissionata. Poiché quest'ultima società non possedeva internamente tutte le competenze necessarie, ha deciso di coinvolgere una consulente esterna, nota nel settore per la riconosciuta esperienza nell'immobilizzare le molecole di interesse nei kit, che ha collaborato nel passato con i ricercatori ENEA coinvolti nel progetto, realizzando così una filiera completa per la realizzazione del kit.

Metodo per la produzione di anticorpi fusi biotecnologicamente con l'enzima perossidasi per la diagnostica

Settori applicativi

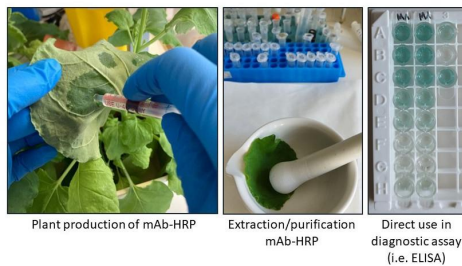
- Agro-food
- Chimica
- Scienze della vita e applicazioni per la salute

Problema da risolvere

Nei sistemi immunoenzimatici, gli anticorpi sono associati all'enzima perossidasi permettendo, mediante una reazione colorimetrica, di correlare il segnale ottenuto con la quantità di molecole legate all'enzima e quindi di rilevare e quantificare la molecola d'interesse. Attualmente anticorpi ed enzimi perossidasi vengono coniugati chimicamente, con un maggiore costo di preparazione dei reagenti diagnostici e difficoltà nella standardizzazione dei prodotti derivati. Entrambe le molecole (anticorpo ed enzima) devono essere singolarmente prodotte e purificate per poi essere chimicamente coniugate. Naturalmente ogni passaggio aggiuntivo nella filiera di produzione si traduce in un aumento del costo del semi-lavorato, e siccome la coniugazione chimica non è perfettamente controllabile e/o determinabile, anche la variabilità tra lotti di produzione diventa una problematica da affrontare a fine produzione.

Descrizione

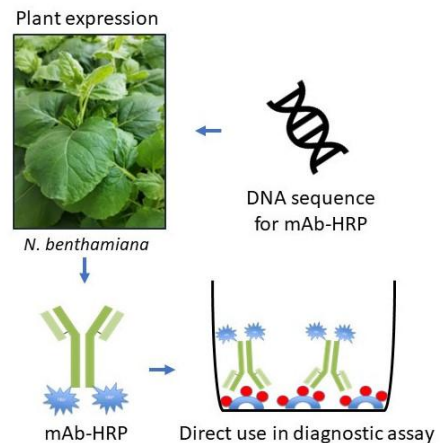
La tecnologia descrive il metodo per ottenere anticorpi già "modificati" da utilizzare come reagenti di sistemi immunoenzimatici in ambito diagnostico. Utilizzando la pianta come biofabbrica in alternativa alle cellule animali si possono produrre anticorpi legati, in modo biotecnologico, con l'enzima perossidasi (HRP). Gli anticorpi ricombinanti mantengono inalterata sia la capacità di legare il loro bersaglio che la funzione enzimatica della perossidasi e possono essere utilizzati in qualsiasi saggio immunoenzimatico.



Plant production of mAb-HRP

Extraction/purification mAb-HRP

Direct use in diagnostic assay (i.e. ELISA)



Rappresentazione schematica della tecnologia

Produzione in pianta e attività enzimatica degli anticorpi fusi alla perossidasi

Punti di Forza

- Costo
- Innovazione
- Scalabilità
- Semplicità di utilizzo
- Non necessità di utilizzo di strutture supplementari

Aspetti Innovativi e Vantaggi

- Metodologia applicabile a kit già sviluppati
- Produzione in pianta, usata come biofabbrica
- Ridotti costi di produzione e purificazione dei reagenti diagnostici
- Ridotti tempi di analisi
- Standardizzazione e riproducibilità analitica dei lotti

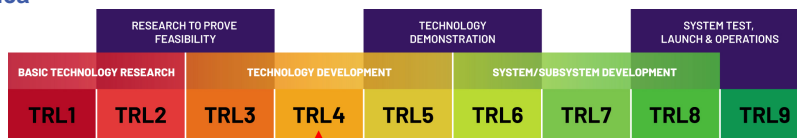
Possibili Applicazioni

- Kit diagnostici basati sull'interazione antigene/anticorpo e rilevazione con enzima perossidasi;
- Produzione di semi-lavorati per saggi diagnostici (es. ELISA)
- Tecnologia applicabile alla diagnostica biomedica, veterinaria, ambientale ed agroalimentare;

Componenti del Gruppo di Ricerca

- Capodicasa Cristina
- Catellani Marcello

SSPT-BIOTEC-GREEN
SSPT-BIOTEC-GREEN

Livello Maturita' Tecnologica

LIVELLO DI MATURITA' TECNOLOGICA: 4
Brevetto Disponibile per il licensing

Disponibile per una licenza non esclusiva

Prototipo

Prototipo di laboratorio

Contatti

- trasferimento.tecnologico@enea.it

Data revisione

26-05-2025

Bibliografia/Sitografia del Capitolo 4

Capodicasa, C. e Catellani M. (2015). Antibodies 'green' against aflatoxins for consumer protection. *Energia Ambiente e Innovazione*, 61(Speciale III), 167-168. ISSN: 1124-0016.

Capodicasa, C.; Bastiani, E.; Serra, T.; Anfossi, L.; Catellani, M. Design of a Diagnostic Immunoassay for Aflatoxin M1 Based on a Plant-Produced Antibody. *Toxins* 2022, 14, 851. <https://doi.org/10.3390/toxins14120851>

CAPITOLO 5 ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DEL PROGETTO “SORGENTINA”

5.1 Descrizione dell'invenzione

Il progetto **SORGENTINA-RF** è dedicato alla progettazione e realizzazione di una sorgente compatta di neutroni da fusione ad alta intensità, con un flusso dell'ordine di 10^{14} s^{-1} e una potenza di fascio fino a circa 250 kW. L'impianto si basa su un concetto tecnologico innovativo che integra due elementi chiave: un *target* rotante ad alta potenza e un acceleratore ionico multicomponente.

Il *target* rappresenta un componente critico del sistema, svolgendo una duplice funzione fondamentale:

1. la dissipazione efficiente della potenza termica depositata dal fascio ionico, pari a circa 250 kW;
2. l'implantazione controllata di deuterio e trizio in uno strato di titanio opportunamente depositato sulla superficie attiva del *target*.

L'acceleratore ionico costituisce il cuore operativo dell'impianto. L'elemento di maggiore innovazione, come discusso nelle pubblicazioni del progetto SORGENTINA-RF, risiede nella capacità di accelerare simultaneamente due specie ioniche – deuteroni e tritoni – all'interno dello stesso dispositivo. Gli ioni accelerati vengono impiantati nello strato di titanio del *target* e, una volta raggiunta la saturazione chimica del reticolo metallico, si innescano in modo efficiente le reazioni di fusione D-T che generano un campo isotropico di neutroni ad alta energia.

I neutroni da 14 MeV prodotti dalla sorgente sono particolarmente idonei per reazioni nucleari selettive finalizzate alla produzione di radionuclidi di interesse medico. In particolare, l'obiettivo industriale primario del progetto SORGENTINA-RF è la produzione di Molibdeno-99 (^{99}Mo), precursore del Tecnezio-99m ($^{99\text{m}}\text{Tc}$), il radiofarmaco più utilizzato al mondo per applicazioni di diagnostica nucleare mediante tecniche SPECT (*Single Photon Emission Computed Tomography*), fondamentali in ambito oncologico e cardiologico.

L'innovazione strategica di SORGENTINA-RF nella filiera di produzione del $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ consiste nell'eliminazione dell'uso dell'uranio come materiale bersaglio, attualmente impiegato nei reattori nucleari di ricerca a fissione. Il metodo proposto consente una produzione con ridotti rifiuti radioattivi secondari e senza le complesse problematiche di sicurezza, manutenzione e autorizzazione tipiche degli impianti a fissione.

Nel panorama internazionale, il progetto si inserisce pienamente nelle raccomandazioni formulate da OCSE-NEA e IAEA a partire dal 2009, in seguito alla crisi globale dell'approvvigionamento di ^{99}Mo , che ha evidenziato la vulnerabilità del sistema basato su pochi reattori obsoleti. Tali organismi hanno promosso lo sviluppo di tecnologie alternative e diversificate per garantire la sicurezza della catena di fornitura di questo radionuclide strategico.

Il concetto impiantistico di SORGENTINA-RF risulta unico tra le sorgenti di neutroni da fusione basate su acceleratore, sia per il livello di potenza raggiungibile – nettamente superiore alle sorgenti attualmente operative, tipicamente limitate a potenze inferiori al kilowatt – sia per la flessibilità del *layout* sperimentale. Oltre alla produzione di radionuclidi, l'elevata intensità neutronica rende l'impianto idoneo a numerose applicazioni avanzate nei campi della scienza dei materiali, della fisica delle radiazioni, della chimica, della biologia, nonché per test tecnologici strategici nei settori aerospaziale e automotive.

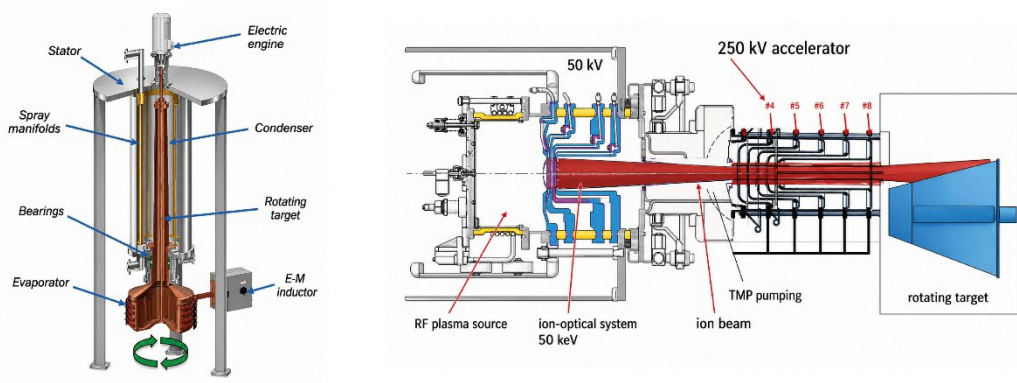


Figura 5.1: Rappresentazione schematica dei due componenti principali dell'impianto SORGENTINA: (sinistra): target rotante; (destra): acceleratore ionico.

5.2 Iter del brevetto

Il progetto SORGENTINA prende spunto da un report ENEA del 2016 (RT/2016/32/ENEA) dove si mette in evidenza la potenzialità di un impianto di generazione di neutroni da fusione di tipo *accelerator-driven* per la produzione di radioisotopi medicali, con particolare riferimento al ⁹⁹Mo come caso studio strategico.



Figura 5.2: Progetto (sinistra) e manufatto (destra) che sta installato all'area LECOR al C.R. ENEA Brasimone

L'idea di un impianto pilota per la produzione di ⁹⁹Mo tramite neutroni da fusione D-T viene discussa a livello tecnico all'interno del Dipartimento FSN (ora Dipartimento Nucleare) e viene studiata una configurazione di *target* rotante (uno dei componenti chiave dell'impianto) che a livello tecnico appare come una soluzione viabile per un impianto da 25° kW, come quello previsto nel progetto.

Da questo studio viene prodotto un brevetto e, all'uscita di un bando della Regione Emilia-Romagna e Toscana, ENEA partecipa con tre progetti, tra cui SORGENTINA-RF *Thermomechanical Demonstration*. La domanda di brevetto dal titolo "Apparato per la Generazione di Neutroni" è stata depositata in Italia il 20/09/2018 con il numero 102018000008779 e concessa il 31/08/2020. Il brevetto è stato esteso all'estero presso l'Ufficio Brevetti Europeo e gli USA ed è attualmente vigente nei seguenti Paesi: Italia, Belgio, Repubblica Ceca, Francia, Germania, Polonia, Spagna, Olanda, Regno Unito, USA

Il progetto viene finanziato con 5 M€ di cui il 75% dalla RER e 25% cofinanziato da ENEA.

Il progetto vede la collaborazione iniziale di quasi 30 persone sia del dipartimento FSN che di altri dipartimenti, evidenziando una caratteristica importante del progetto: multidisciplinarietà e trasversalità di competenze e conoscenze.

Dall'attività di ricerca e progettazione durante le varie fasi del progetto, nasce l'idea di due nuovi brevetti, sempre legati alla produzione di radioisotopi medicali. Il 18/03/2020 è stata depositata in Italia la domanda di brevetto n. 102020000005815 dal titolo "Dispositivo di Irraggiamento a Flusso di Neutroni Veloci Provvisto di un Supporto Perfezionato per un Bersaglio da Irraggiare e Relativo Metodo", concessa il 08/04/2022, estesa all'estero presso l'Ufficio Brevetti Europeo e gli USA dove è tuttora in fase di esame.

Il 27/03/2024 è stata depositata in Italia la domanda di brevetto n. 102024000006916 dal titolo "Dispositivo di irraggiamento a flusso di particelle generate da fusione e relativo metodo di irraggiamento", estesa all'estero tramite procedura PCT. Si instaurano rapporti con possibili investitori a livello mondiale operanti nell'ambito della medicina nucleare (CURIUM Pharma) e con operatori nazionali (ACOM) interessati sia al ^{99}Mo che a radioisotopi teranostici (come il ^{64}Cu) emergente nel campo della medicina nucleare.

Nella fase di stesura del brevetto e in fase di presentazione, l'interazione con la divisione TTEC è stata importante sia per individuare bene gli aspetti tecnici innovativi (per la futura valorizzazione) sia per contestualizzare l'aspetto industriale dell'impianto oggetto del brevetto.

La possibilità di poter produrre diversi radioisotopi medicali (^{225}Ac , ^{175}Lu) permette la partecipazione al progetto SECURE dove SORGENTINA gioca il ruolo di progetto futuribile di riferimento per la produzione (*reactor ed Uranium-free*) di diversi radioisotopi medicali.

Per colmare alcuni gap tecnici del progetto viene proposto un progetto *Pathfinder* a maggio del 2025 che, ancorché valutato in modo molto positivo, non riesce a superare la soglia minima di sbarramento.

Il progetto viene discusso anche con la fondazione ENEA Biotech per un possibile canale di finanziamento che permetta la realizzazione di un prototipo *industry-relevant*.

Il brevetto è stato pubblicato anche sulla Piattaforma Knowledge Share.¹⁴

¹⁴ <https://www.knowledge-share.eu/it/brevetti/dispositivo-di-irraggiamento-a-flusso-di-neutroni-veloci-per-produrre-radioisotopi>

Metodo innovativo per la produzione di Mo-99 con neutroni da fusione a 14 MeV

Settori applicativi

- Aerospazio
- Materiali
- Scienze della vita e applicazioni per la salute

Problema da risolvere

L'obsolescenza dei reattori a fissione dedicati alla produzione del Mo-99 e la necessità di superare l'utilizzo di uranio-235 per la sua produzione, hanno spinto gli organismi internazionali come OMS e OCSE a chiedere agli scienziati valide alternative per la produzione di questo importante radioisotopo. I neutroni da fusione sono riconosciuti come una possibile alternativa nei documenti ufficiali di OCSE e NEA, ma la mancanza di una sorgente intensa di neutroni ne impedisce di fatto l'utilizzo a fini industriali. Lo sviluppo di sorgenti intense di neutroni da fusione aiuterebbe a complementare la produzione di Mo-99 da reattore nel medio periodo, presentandosi come valida alternativa nel lungo termine, con costi minori e minore impatto ambientale.

Descrizione

Utilizzo di neutroni prodotti da fusione nucleare deuterio-trizio per produrre radioisotopi medicali ad uso sia terapeutico che diagnostico.

Punti di Forza

- Costo
- Rilevanza sociale/economica
- Innovazione
- Scalabilità
- Semplicità di utilizzo
- Tempi di elaborazione/risposta
- Non invasività
- Non necessità di utilizzo di strutture supplementari
- Impatto ambientale
- Disponibilità materie prime/componenti

Aspetti Innovativi e Vantaggi

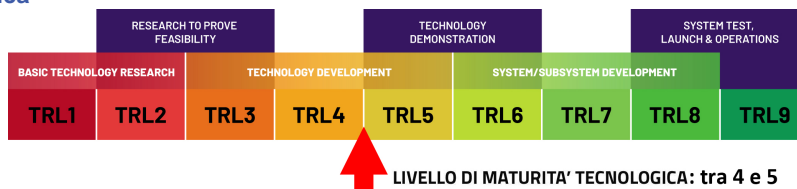
- compattezza
- modularità
- sostenibilità

Possibili Applicazioni

- Produzione di radioisotopi medicali
- fasci di neutroni per la tecnologia della fusione
- fasci di neutroni per studi per aerospazio e automotive
- fasci di neutroni veloci e lenti per la scienza dei materiali

Componenti del Gruppo di Ricerca

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| • <u>Pietropaolo Antonino</u> | NUC-FUSEN-TEN |
| • Fonnesu Nicola | NUC-FUSEN-TEN |
| • Lamberti Marco | ISER-BRA |
| • Marinari Ranieri | NUC-ING-PST |
| • Mastroianni Bruno | ISER-UTNORD |
| • Moro Fabio | NUC-FUSEN-TEN |
| • Orefice Agostina | NUC-ING |
| • Rizzo Antonietta | NUC-TNMT |
| • Santucci Alessia | NUC-FUSEN-TEN |
| • Sermenghi Valerio | NUC-ING-PST |
| • Terranova Nicholas | NUC-FUSEN-TEN |
| • Ubaldini Alberto | NUC-TNMT |
| • Voukelatou Konstantina | NUC-ING |
| • Zito Pietro | NUC-FUSEN-DIA |

Livello Maturita' Tecnologica

Brevetto Disponibile per il licensing

Disponibile per una licenza esclusiva

Prototipo

Prototipo di laboratorio

Contatti

- trasferimento.tecnologico@enea.it

Data revisione

05-02-2025

Bibliografia/Sitografia del Capitolo 5

P. Agostini et al. SORGENTINA-RF project: fusion neutrons for ^{99}Mo medical radioisotope SORGENTINA-RF, *The European Physical Journal Plus* 136, 1140 (2021).

N. Fonnesu, et al. On the expected performance of the SORGENTINA-RF fusion neutron source *The European Physical Journal Plus* 137 (11), 1-7 (2022)

N. Fonnesu, et al. On the definition of the deuterium-tritium ion beam parameters for the SORGENTINA-RF fusion neutron source, *The European Physical Journal Plus* 137 (10), 1-10 (2022)

P. Ferrari et al., Experimental campaign on ordinary and baritic concrete samples for the SORGENTINA-RF plant: the SRF-bioshield tests, *The European Physical Journal Plus* 138 (5), 435 (2023)

A. Pietropaolo et al. Analytical study of low energy proton interactions in the SORGENTINA's fusion ion source-Part II: beam-gas: SORGENTINA ion beam interactions, *The European Physical Journal Plus* 138 (10), 898 (2023).

M. Lamberti, et al., Mechanical Behaviour of the Rotating Target SORGENTINA-RF *Applied Sciences* 13 (15), 8967 (2023).

A. Pietropaolo, et al. Analytical study of low energy proton interactions in the SORGENTINA's fusion ion source-part I: beam-dump, *The European Physical Journal Plus* 138 (8), 1-9 (2023)

S. Palomba, et al., Assessment of impurity production upon 14 MeV fusion neutron irradiation of both natural and isotopically enriched Mo samples, *The European Physical Journal Plus* 139 (9), 791 (2024).

CAPITOLO 6 ESPERIENZE DI VALORIZZAZIONE DEL BREVETTO *COOL MATERIALS*: MATERIALI INNOVATIVI PER LE COSTRUZIONI EFFICIENTI

6.1 Descrizione dell'invenzione

Le attività di ricerca e valorizzazione del brevetto sui *Cool Materials* si collocano all'interno della missione istituzionale di ENEA quale organismo di ricerca impegnato nello sviluppo di tecnologie per l'efficienza energetica e la sostenibilità del sistema costruito. In particolare, il progetto "Cool_IT – Riduzione dei consumi elettrici per la climatizzazione estiva di edifici mediante sviluppo di *Cool Materials* cementizi ad elevata riflettanza solare", sviluppato in collaborazione con Italcementi (oggi parte del gruppo *Heidelberg Materials*), si inserisce nel quadro dell'Accordo di Programma ENEA-MISE per la Ricerca di Sistema Elettrico parte B.

Il settore civile e terziario rappresenta uno dei principali ambiti di consumo energetico in Italia, con una crescita significativa della domanda elettrica per la climatizzazione estiva. Il fenomeno è amplificato dall'incremento delle temperature medie, dall'intensificazione dell'urbanizzazione e dalla conseguente formazione delle isole di calore urbane. In tale contesto, i materiali da costruzione assumono un ruolo determinante: superfici ad elevato assorbimento solare possono raggiungere temperature superiori di decine di gradi rispetto all'aria ambiente, incrementando i flussi termici verso l'interno degli edifici e aggravando i carichi di raffrescamento.

I *Cool Materials* (CM), definiti come materiali ad elevata riflettanza solare (*Solar Reflectance*, SR), rappresentano una soluzione tecnologica in grado di agire sia direttamente, riducendo il calore entrante negli edifici, sia indirettamente, contribuendo alla mitigazione della temperatura dell'aria urbana. Le attività di ENEA in questo ambito si sviluppano da oltre un decennio, anche attraverso la partecipazione a progetti europei e iniziative di ricerca sui *cool roofs* e sui rivestimenti ad alta riflettanza.

L'esperienza maturata nei progetti precedenti ha evidenziato un limite strutturale delle soluzioni tradizionali: nella maggior parte dei casi, le proprietà "cool" sono conferite da rivestimenti superficiali (vernici o comunque prodotti liquidi), soggetti a degrado per abrasione, invecchiamento e deposito di particolato: la perdita progressiva di riflettanza compromette l'efficacia energetica nel tempo e riduce l'affidabilità delle prestazioni dichiarate lungo il ciclo di vita.

Il progetto "Cool_IT" ha introdotto un cambio di paradigma: i pigmenti e gli additivi funzionali non sono più applicati superficialmente, ma integrati direttamente nella matrice cementizia. In questo modo, l'elevata albedo diventa proprietà intrinseca del materiale, mantenuta anche in presenza di usura superficiale.

Tale approccio supera una delle principali criticità evidenziate anche nella letteratura tecnica, ossia la difficoltà di garantire stabilità delle prestazioni radiative in ambienti reali caratterizzati da traffico veicolare, deposizione di inquinanti e cicli termo-igrometrici severi.

Un ulteriore elemento di innovazione riguarda lo sviluppo di materiali cementizi spettralmente selettivi, capaci di massimizzare la riflettanza nella regione del vicino infrarosso (NIR), responsabile della quota prevalente dell'energia solare incidente, mantenendo al contempo una risposta controllata nel visibile per garantire specifiche esigenze cromatiche. Questo aspetto è particolarmente rilevante nel contesto urbano, dove i vincoli architettonici e paesaggistici limitano l'adozione di superfici eccessivamente chiare. L'ottimizzazione spettrale consente, quindi, di ottenere materiali "cool" anche in tonalità medio-scure, ampliando significativamente il potenziale applicativo.



Figura 6. 1 sample dei prodotti testati in laboratorio ed in campo (Fonte: ITALCEMENTI SPA)

Parallelamente, il progetto ha integrato nei conglomerati una struttura porosa ad elevata capacità drenante, in grado di attivare un meccanismo di raffreddamento evaporativo.



Figura 6. 2 sample di materiali porosi sviluppati (Fonte: ITALCEMENTI SPA)

L'acqua trattenuta nello strato permeabile sottostante evapora per effetto dell'energia termica accumulata dalla pavimentazione; il processo di evaporazione sottrae calore alla superficie, determinando una riduzione addizionale della temperatura superficiale rispetto al solo effetto radiativo. La combinazione di alta riflettanza e raffreddamento evaporativo configura un sistema ibrido di mitigazione passiva particolarmente efficace per pavimentazioni urbane e spazi aperti ad alta esposizione solare con conseguente abbattimento dell'isola di calore.

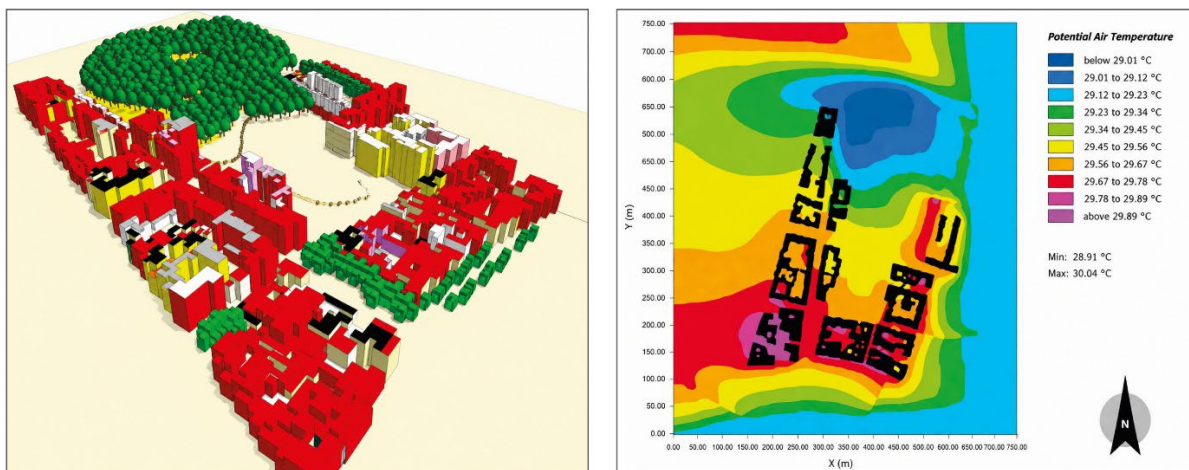


Figura 6. 3 esempio di modellazione dell'isola di calore effettuata sulla città di Bologna (zona Montagnola) (Fonte: ENEA)

Le soluzioni sviluppate sono state testate anche in campo sia da Italcementi che da ENEA e le stesse hanno restituito risultati confortanti che hanno confermato le aspettative:

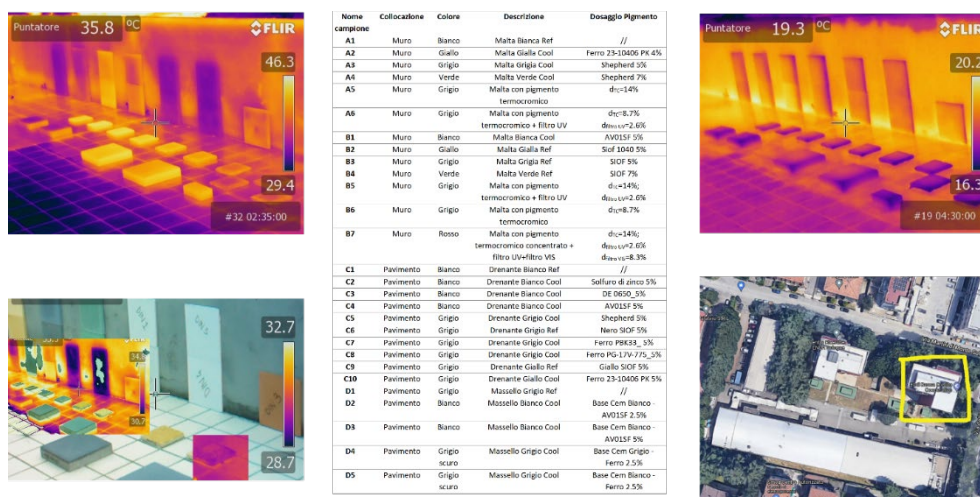


Figura 6. 4 test realizzati in campo sulla copertura del C.R. ENEA di Bologna (Fonte: ENEA)

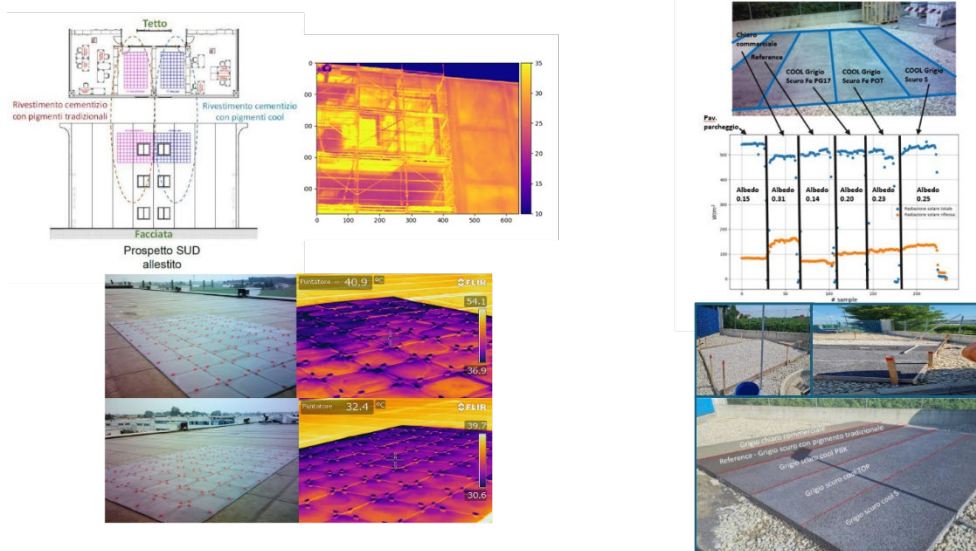


Figura 6. 5 test realizzati in campo sulla facciata e la copertura di uno degli edifici di CPL Concordia a Concordia sulla Secchia (MO) (Fonte: ENEA/CPL Concordia)

Il passaggio dal concetto di rivestimento superficiale a quello di materiale strutturale funzionalizzato rappresenta il cuore dell'innovazione brevettuale e costituisce l'elemento distintivo dell'esperienza di valorizzazione sviluppata da ENEA in collaborazione con il partner industriale Italcementi (e con il supporto in campo di CPL Concordia).

6.2 Iter del brevetto

La valorizzazione industriale del progetto ha previsto il deposito di una domanda di brevetto relativa a materiali cementizi termocromici e/o fotocromici contenenti pigmenti stabili in ambiente alcalino, capaci di modificare la propria riflettanza in funzione della temperatura superficiale o dell'irraggiamento solare.

Il percorso di valorizzazione del brevetto è stato accompagnato da un articolato programma di validazione tecnico-scientifica e presso le strutture del partner industriale.

Le attività hanno incluso:

- caratterizzazione spettrofotometrica delle proprietà ottiche e solari
- analisi microstrutturali (SEM, diffrazione a raggi X)
- misure termografiche e di albedo
- prove di invecchiamento accelerato in camera climatica
- test di invecchiamento naturale su campo prova outdoor
- test in campo sia su superfici verticali che orizzontali

Un criterio qualificante adottato nel progetto ha previsto il mantenimento di almeno il 50% delle prestazioni spettrofotometriche iniziali dopo cicli di invecchiamento, quale soglia minima per garantire l'efficacia nel ciclo di vita. Parallelamente, simulazioni dinamiche a scala di edificio e urbana hanno stimato risparmi sui consumi elettrici per la climatizzazione estiva non inferiori al 5%, valore significativo se rapportato all'ampia diffusione potenziale della tecnologia.

Un elemento distintivo dell'esperienza è rappresentato dal modello di collaborazione tra organismo di ricerca e grande impresa. ENEA ha svolto un ruolo centrale nelle attività di ricerca di base, caratterizzazione avanzata, validazione e modellazione energetica, mentre il partner industriale ha contribuito con competenze di formulazione, scaling-up e valutazione della producibilità su scala industriale.

La strategia di proprietà intellettuale è stata orientata alla protezione dei risultati mediante deposito brevettuale in Italia. Il 12/04/2022 è stata depositata la domanda di brevetto n. 102022000007190 dal titolo "Materiali Cementizi Freddi Statici a Basso Indice di Riduzione di Prestazione", concessa il 26/03/2024, in pari quota tra Italcementi ed ENEA. La gestione della Proprietà Intellettuale, programmata e concordata fin dall'inizio della collaborazione, è stata a carico del partner industriale, il quale si è avvalso allo scopo di un proprio consulente, anche se l'intero processo è stato, ovviamente, condiviso e supportato dall'esperienza e dalle competenze interne ENEA.

Questa esperienza rappresenta un caso emblematico di valorizzazione della ricerca pubblica attraverso:

- co-sviluppo di soluzioni ad alto TRL (Technology Readiness Level)
- integrazione tra sperimentazione di laboratorio e dimostrazione in condizioni reali
- definizione di requisiti prestazionali misurabili e verificabili
- pianificazione anticipata e condivisa della tutela brevettuale e dello sfruttamento commerciale.

La valorizzazione del brevetto sui *Cool Materials* si colloca all'intersezione tra efficienza energetica, adattamento climatico e innovazione nei materiali da costruzione. Le applicazioni potenziali includono:

- pavimentazioni urbane drenanti
- coperture e involucri edilizi
- elementi prefabbricati ad alte prestazioni radiative

In un contesto normativo sempre più orientato alla decarbonizzazione del settore edilizio e alla mitigazione delle isole di calore urbane, i materiali cementizi a elevate prestazioni possono rappresentare una leva tecnologica scalabile, con benefici energetici, ambientali e di comfort.

L'esperienza maturata da ENEA dimostra come la ricerca sui materiali innovativi, se accompagnata da una solida strategia di validazione, protezione della proprietà intellettuale e collaborazione industriale, possa tradursi in un percorso concreto di valorizzazione tecnologica, contribuendo alla transizione verso un ambiente costruito più resiliente ed efficiente.

COOL_IT materiali ad alta riflettanza in matrice cementizia finalizzati alla riduzione dei consumi energetici estivi

Settori applicativi

- Energia
- Materiali

Problema da risolvere

La tecnologia dei materiali cementizi ad alta riflettanza mira a risolvere due problemi principali, l'elevato consumo energetico per la climatizzazione estiva e l'effetto isola di calore urbana, e a soddisfare un bisogno crescente legato alla sostenibilità urbana ed energetica così meglio esplicitato: - Realizzare città più resilienti, sostenibili e vivibili, in particolare di fronte al cambiamento climatico. - Ridurre l'impatto ambientale del settore edilizio, che rappresenta una delle principali fonti di consumo energetico. - Migliorare la qualità della vita urbana attraverso materiali intelligenti che interagiscono con l'ambiente (es. riflettendo il calore, drenando l'acqua, adattandosi alle condizioni climatiche). - Supportare politiche di transizione ecologica e decarbonizzazione, anche tramite incentivi e criteri ambientali minimi (CAM).

Descrizione

Il progetto COOL-IT ha sviluppato un'innovativa malta cementizia ad alta riflessione per prodotti prefabbricati, da utilizzare come strato esterno negli edifici, sia per superfici verticali che orizzontali, o per pavimentazioni stradali. Il mix design mira ad aumentare la durabilità di questo componente cementizio, mantenendo al contempo un'elevata riflettanza alla radiazione solare.

Punti di Forza

- Rilevanza sociale/economica
- Efficienza/rendimento/prestazioni
- Innovazione
- Scalabilità
- Semplicità di utilizzo
- Trasportabilità/mobilità
- Tempi di elaborazione/risposta
- Non invasività

Aspetti Innovativi e Vantaggi

- Durabilità
- Efficacia
- Maggiore abbattimento delle temperature superficiali

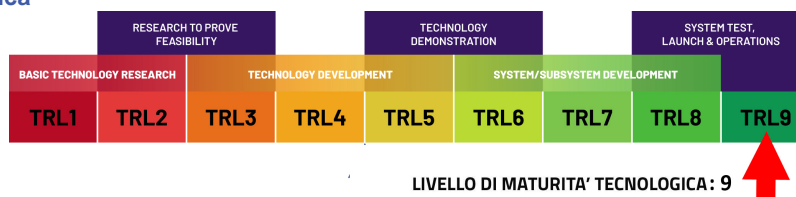
Possibili Applicazioni

- Combinazione con tetti verdi o giardini pensili (soluzioni ibride per raffrescamento passivo e assorbimento delle acque piovane)
- Coperture e tetti cool (cool roofs)
- Facciate ventilate e rivestimenti esterni di edifici di qualunque destinazione d'uso (residenziale, uffici, industriale...)
- Pavimentazioni esterne (strade, marciapiedi, parcheggi, piste ciclabili, spazi comuni quali piazze o isole pedonali...)
- Pavimenti industriali o civili riflettenti

Componenti del Gruppo di Ricerca

- Segreto Maria Anna DUEE-SPS-SIE
- Baldi Francesco DUEE-SPS-SIE
- Genova Enrico DUEE-SPS-SAP
- Gugliandolo Alessandra DUEE-SPS-SIE

Livello Maturita' Tecnologica



Brevetto Disponibile per il licensing

Disponibile per una licenza non esclusiva

Prototipo

Prototipo industriale

Contatti

- trasferimento.tecnologico@enea.it

Data revisione

12-06-2025

Bibliografia/Sitografia del Capitolo 6

C. Capone, A. Cacciatore, A. Princigallo, R. Berardi, A. Muscio, "Cool Cementitious Materials for a More Sustainable Urban Environment", 2023, Journal of Architectural Engineering Volume 29, Issue 2, <https://doi.org/10.1061/JAEIED.AEENG-1415>

Gugliandolo, E. Genova, F. Baldi, C. Capone, M.-A. Segreto, "Technical effectiveness of cement-based mortar for high-reflective building envelope through building energy simulations: preliminary results", 2022, Acta Polytechnica CTU Proceedings 33:200-206, <https://doi.org/10.14311/APP.2022.33.0200>

C. Mourou, M. Zamorano, D. P. Ruiz, M. Martín-Morales, "Cool Surface Strategies with an Emphasis on the Materials Dimension: A Review", Appl. Sci.2022, 12(4), 1893, Special Issue Recent Advances in Energy Efficiency of Buildings, <https://doi.org/10.3390/app12041893>

F. Baldi, E. Genova, A. Gugliandolo. M.-A. Segreto, "Mapping the potential of high-reflective roof coverings in residential buildings in Italy", Sustainability, 2022, 14(9), 4969, Special Issue Strategies for Increasing the Sustainability of the Built Environment, <https://doi.org/10.3390/su14094969>

ITALCEMENTI SPA, 2021, "I Cool materials: una soluzione per combattere il calore nelle città", IngenioWeb

M.-A. Segreto, F. Baldi, A. Gugliandolo, M. Ricci, T. Susca, E. Genova, "I "cool materials" contro il surriscaldamento urbano e degli edifici, 2020, EAI, <https://doi.org/10.12910/EAI2020-078>

M. Zinzi, "Cool materials", 2016, In: Boemi, SN., Irulegi, O., Santamouris, M. (eds) Energy Performance of Buildings. Springer, pp 415-436, https://doi.org/10.1007/978-3-319-20831-2_20

M. Zinzi, "Cool materials and cool roofs: Potentialities in Mediterranean buildings. Advances in Building Energy Research", 2010, 4(1), 201-266. <https://doi.org/10.3763/aber.2009.0407>

CONCLUSIONI

L'approccio ENEA al Trasferimento Tecnologico di ENEA mira a spostare il focus dalle attività di promozione del proprio portafoglio di proprietà industriale ed intellettuale (*technology-push*) alla creazione e gestione di relazioni di lungo periodo con gli stakeholder del sistema innovativo (*market-pull*), in particolare con le imprese interessate a collaborare fin dalle prime fasi di sviluppo di una nuova tecnologia.

Le invenzioni provenienti dalla ricerca pubblica presentano spesso un livello di maturità tecnologica ancora limitato, che le rende poco attrattive per gli investimenti necessari alla loro valorizzazione. Analogamente, risultati di laboratorio con un TRL mediamente basso difficilmente vengono considerati adeguatamente dalle imprese quando sono presentati unicamente attraverso cataloghi. Al contrario, promuovere progetti che prevedano la collaborazione tra ricerca pubblica e imprese fin dalle prime fasi di sviluppo tecnologico aumenta significativamente le probabilità di successo e di accesso al mercato. Nell'attività di valorizzazione dei risultati della ricerca pubblica, il valore si crea costruendo relazioni piuttosto che dando vita a singole transazioni e l'obiettivo è raggiunto quando il *partner* giunge alla decisione di investire nello sviluppo di una tecnologia. Il passaggio dall'enfasi per la promozione e la vendita a quello per la creazione e gestione di relazioni, consente alla ricerca pubblica di combinare le proprie competenze ai bisogni del mercato e della società.

In tal senso, il *Knowledge Exchange Program* (KEP) si è rivelato uno degli strumenti principali della strategia di *knowledge exchange* di ENEA per facilitare l'avvio di relazioni strutturate di medio-lungo termine con il sistema industriale e le Piccole Medie Imprese (PMI) e favorire la valorizzazione delle conoscenze maturate nei laboratori dell'ENEA. Nel corso delle sue evoluzioni, il KEP è orientato a rafforzare progressivamente l'integrazione tra l'offerta di servizi ad alto contenuto tecnico-scientifico e gli asset di proprietà industriale con le filiere produttive. A partire dal 2019, sono state implementate una serie di azioni che puntano non solo a dare visibilità dell'offerta tecnologica di ENEA, ma alla creazione di un ecosistema integrato di scambio di conoscenza, in cui strumenti digitali, azioni strategiche e cultura della collaborazione si uniscono per rendere la ricerca pubblica più efficace nell'attrarre imprese e investimenti e nell'avere un impatto reale sul sistema produttivo nazionale. Tra questi la Banca Dati MATRICS consente di organizzare in modo innovativo l'offerta tecnologica ENEA per Verticali Applicativi, permettendo una valorizzazione anche delle tecnologie con brevetto.

Se i brevetti rappresentano uno degli strumenti del collegamento tra ricerca e industria, l'esperienza maturata negli anni da ENEA ha evidenziato i limiti di un approccio lineare di *technology transfer*, basato sul semplice trasferimento di risultati già sviluppati. Questo modello è stato progressivamente sostituito con un approccio più evoluto di *knowledge exchange*, ispirato ai principi dell'*open innovation*, in cui ricerca, imprese, finanza e istituzioni collaborano fin dalle prime fasi per co-sviluppare soluzioni con maggiori possibilità di arrivare al mercato. In questo nuovo approccio, la protezione della proprietà intellettuale non deve essere considerata solo una fase finale, ma un elemento trasversale a tutto il processo di innovazione. Diventa quindi centrale la gestione consapevole degli strumenti giuridici (contratti di ricerca, accordi di riservatezza, accordi di partenariato e licenze), insieme a un cambiamento culturale sia nella comunità della ricerca sia nel mondo industriale volto a consolidare una cultura dell'innovazione collaborativa in Italia. Se da un lato le imprese e gli investitori sono chiamati a superare atteggiamenti utilitaristici di breve periodo e impegnarsi in relazioni strutturate di lungo periodo con i centri di ricerca, dall'altro i ricercatori sono incoraggiati nell'adottare una visione più orientata all'impatto socio-economico e collaborativo delle proprie attività, senza necessariamente diventare imprenditori, ma comprendendo il potenziale applicativo e di mercato dei risultati scientifici.

I casi studio illustrati nel presente report sono una dimostrazione di come il raggiungimento di un brevetto non rappresenti un punto di arrivo, ma piuttosto un punto di partenza verso percorsi di valorizzazione della proprietà industriale. Fondamentale è l'opportunità per i ricercatori di avvalersi di esperti di trasferimento tecnologico, quali ad esempio i KTM-*Knowledge Transfer Manager*, che forniscano un supporto nella definizione delle fasi del percorso. Questo può comprendere anche la ricerca di fonti di finanziamento ad hoc per favorire azioni di trasferimento tecnologico mediante collaborazioni con le imprese volte a testare e validare la fattibilità tecnico-commerciale dei prodotti di ricerca. Un esempio sono i programmi *Proof of Concept* (PoC) che puntano a colmare il divario tra ricerca e mercato, trasformando tecnologie promettenti ma a basso livello di maturità (TRL) in prototipi industriali funzionanti.

Grazie a questi percorsi di valorizzazione dei risultati della ricerca pubblica, il valore si crea costruendo relazioni piuttosto che dando vita a singole transazioni e l'obiettivo è raggiunto quando il *partner* giunge alla decisione di investire nello sviluppo di una tecnologia. Il passaggio dall'enfasi per la promozione e la vendita a quello per la creazione e gestione di relazioni consente alla ricerca pubblica di combinare le proprie competenze con i bisogni del mercato e della società.

ENEA
Servizio Promozione e Comunicazione
www.enea.it

Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA - Centro Ricerche Frascati
maggio 2026