

I. Valutazione e gestione dei rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (CEM) – una bussola per mantenere la giusta rotta sul campo

di Laura Filosa e Vanni Lopresto

INTRODUZIONE

La trasformazione digitale in atto ha permesso alla società contemporanea di evolvere verso un nuovo orizzonte in cui la connettività mobile, sempre più pervasiva, è l'elemento conduttore dell'inizio del terzo millennio, condizione impensabile solo 200 anni fa, quando, per la prima volta, il fisico danese Oersted dimostrava la prima correlazione tra elettricità e magnetismo mediante l'uso di una bussola in prossimità di un filo elettrico percorso da corrente. Trentuno anni fa, in occasione dei mondiali di calcio del 1990, organizzati in Italia, a partire dalla richiesta di sviluppo di un sistema nazionale di telefonia mobile cellulare e al suo sviluppo e diffusione di massa nel corso del decennio successivo, il termine "radiazione" ha innescato nell'opinione pubblica una percezione del rischio da esposizione ai campi elettromagnetici (CEM) spesso distorta, che ha portato a reazioni contrastanti anche a causa di una informazione non sempre fondata su basi scientifiche. In parallelo, al fine della tutela della salute, sono stati avviati progetti di ricerca interdisciplinari, sia nazionali sia internazionali, per approfondire l'eventuale esistenza di possibili effetti sulla salute derivanti dall'esposizione ai CEM e per lo sviluppo di applicazioni dei CEM nel campo della diagnostica e della terapia medica.

Gli esempi in letteratura sono molteplici. Si citano, ad esempio, il Progetto MIUR/CNR-E-

NEA *Salvaguardia dell'uomo e dell'ambiente dalle emissioni elettromagnetiche* (2001-2003), il *Parere sui potenziali effetti da esposizione ai CEM* del 2015, SCENHIR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks), lo studio epidemiologico *Interphone Study reports on mobile phone use and brain cancer risk* della IARC (International Agency for Research on Cancer) condotto dal 2000 al 2004 e i cui risultati finali sono stati pubblicati nel 2010. Tra i diversi progetti, la ricerca EMF-NET, conclusa con la pubblicazione di una serie di rapporti nel 2008, rappresenta forse la migliore sintesi delle conoscenze a quella data. Dal 2009 al 2012 è stato attivo, con obiettivi in parte simili, il progetto EFHRAN, rete europea per la valutazione dei rischi sanitari dei CEM. Gli studi sugli effetti dell'esposizione umana ai CEM non hanno riguardato solo l'impatto dei campi ad alte frequenze, correlato allo sviluppo della telefonia mobile. Infatti, dalla fine dell'Ottocento e soprattutto, con particolare attenzione, negli ultimi 30 anni, sono stati condotti numerosi studi anche sulle esposizioni residenziali e professionali ai campi alle basse frequenze, con particolare riferimento alle frequenze di rete (50/60 Hz) delle infrastrutture di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica.

I CEM interagiscono con l'essere umano e, se superano determinate soglie, possono dar luogo a effetti biologici e/o sanitari. È stata, pertanto, sviluppata da decenni un'ampia let-

teratura legislativa e tecnico-normativa a tutela della salute della popolazione e una, meno restrittiva nei limiti ma non meno cautelativa, a tutela della salute e sicurezza dei lavoratori. L'articolo, nello specifico, intende focalizzare l'attenzione non tanto sull'esposizione residenziale ai CEM della popolazione quanto, piuttosto, sull'esposizione nei luoghi di lavoro, cercando di illustrare alcune problematiche correlate al processo di valutazione e alla relativa gestione del rischio da esposizione ai CEM. Tra i punti critici della valutazione vi è la peculiarità del dettato legislativo nazionale, che fa sì che i riferimenti normativi per l'esposizione dei lavoratori ai CEM non siano riconducibili unicamente al D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. [1], il cosiddetto Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro. Infatti, in relazione alla distinzione tra le esposizioni di carattere professionale e non professionale dei lavoratori ai CEM – la cui differenza sarà analizzata nel corso di questo articolo – si dovrà tener conto del combinato disposto del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., (che recepisce, al Capo IV del Titolo VIII, la Direttiva europea 2013/35/EU sui CEM) e della *Legge Quadro 36/2001* [2], con i relativi due DPCM attuativi del 2003 e ss.mm.ii. [3-4-5].

INTERAZIONE DEI CEM CON GLI ORGANISMI BIOLOGICI

Prima di tutto occorre comprendere quali siano gli effetti derivanti dall'esposizione ai CEM da cui proteggersi e, perciò, è necessario capire il complesso fenomeno di interazione dei CEM quando un essere umano è ad essi esposto.

Il termine CEM, ai sensi della definizione di cui all'articolo 207, comma 1, lettera *a* del D.lgs. 81/2008 e s.m.i., include i campi elettrici statici, i campi magnetici statici e i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo con frequenze fino a 300 GHz. In tale gamma di frequenze, l'energia associata al campo non è in grado di causa-

re ionizzazione, cioè alterazione dei legami chimici e delle strutture di atomi e molecole negli organismi biologici, pertanto si tratta di **radiazioni non-ionizzanti**. I CEM interagiscono con l'individuo in maniera diversa, principalmente in funzione della frequenza, e possono provocare una risposta morfologica o funzionale nei tessuti, che può tradursi in un effetto biologico o sanitario. Come espresso dall'Organizzazione Mondiale della Sanità [6], un **effetto biologico** si verifica a seguito dell'esposizione dell'essere umano al campo elettromagnetico allorché l'interazione con il campo provoca qualche variazione fisiologica notevole o rilevabile, mentre un effetto di danno alla salute, ossia un **effetto sanitario**, si verifica quando l'effetto biologico è al di fuori dell'intervallo in cui l'organismo può normalmente compensarlo e ciò porta a una condizione di detrimento della salute.

Gli effetti dei CEM, accertati su base scientifica, sono gli **effetti acuti**. Essi cioè si verificano entro un breve intervallo di tempo dall'esposizione al campo ogni volta che il livello di esposizione raggiunge un determinato valore di soglia. Una volta superata la soglia, la magnitudo dell'effetto aumenta proporzionalmente al livello di esposizione. **L'effetto biologico rilevante al più basso livello di esposizione rappresenta, quindi, il criterio scientifico per definire i limiti di esposizione ai fini della protezione dagli effetti acuti accertati.** Su tale criterio si basano i limiti di esposizione raccomandati dalle più autorevoli organizzazioni internazionali (tra cui l'IC-NIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection [7-11]) e recepiti a livello Comunitario mediante raccomandazioni [12] o direttive [13].

Allo stato attuale mancano dati scientifici conclusivi circa possibili effetti derivanti dalle esposizioni *croniche* ai CEM, cioè dalle esposizioni a bassi livelli e prolungate nel tempo. Di fatto, più aumenta il tempo di latenza di un effetto più diventa difficile stabilire un nesso causale tra l'esposizione e l'effetto stesso, che

potrebbe avere un'incidenza caratterizzata da fluttuazioni statistiche nonché un'origine multifattoriale. Alcuni studi epidemiologici hanno suggerito evidenze limitate, ossia non pienamente sufficienti dal punto di vista statistico o non confermate dagli studi sperimentali di laboratorio, circa possibili effetti a lungo termine dei CEM. Su tali basi la IARC, l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, ha classificato nel 2001 i campi magnetici a 50/60 Hz come *possibilmente cancerogeni per l'uomo* (Gruppo 2B) con riferimento alla leucemia infantile [14].

La IARC individua 5 categorie di agenti in base al livello accertato di cancerogenicità: Gruppo 4 "non cancerogeni per l'uomo", Gruppo 3 "sostanze non classificabili per la cancerogenicità per l'uomo", sottogruppo 2B "sospetti cancerogeni umani", sottogruppo 2A "probabili cancerogeni per l'uomo", Gruppo 1 "cancerogeni umani". Il sottogruppo 2B identifica le sostanze con limitata evidenza di cancerogenicità per l'uomo, in assenza di sufficiente evidenza per gli animali o per quelle con sufficiente evidenza per gli animali ed inadeguata evidenza o mancanza di dati per l'uomo.

Nel 2011, ancora sulla base di limitate evidenze epidemiologiche, la IARC ha classificato nel gruppo 2B anche i campi elettromagnetici a radiofrequenza, con riferimento ad alcuni tumori cerebrali e del nervo acustico negli utilizzatori intensivi di telefoni cellulari [15]. La stessa IARC ha però ritenuto inadeguate, cioè non sufficienti, le evidenze suggerite dagli studi epidemiologici circa una possibile associazione tra esposizione cronica ai CEM e cancerogenesi in relazione ad altri tipi di tumori. Pertanto, allo stato attuale delle conoscenze, le limitate evidenze circa possibili effetti derivanti dalle esposizioni a lungo termine ai CEM non sono ritenute sufficienti per accertare un nesso causale e, di conseguenza, per definire secondo basi scientifiche dei limiti di protezione.

Con riferimento agli effetti acuti, tutelati dal sistema legislativo, si possono distinguere tre

livelli di interazione dei CEM con la materia vivente in relazione ai livelli di esposizione e ai meccanismi di risposta dell'organismo, ognuno con un diverso significato rispetto al possibile effetto biologico derivante, di seguito elencati in ordine crescente dei livelli di esposizione:

- livello per cui sussiste un'interazione con le strutture biologiche elementari, come le piccole o grandi strutture molecolari, senza che ciò si traduca in una variazione fisiologica notevole; tali interazioni non comportano, quindi, alcun effetto clinicamente o anche soggettivamente apprezzato. Per tali effetti non è stabilito, pertanto, alcun valore limite di soglia;
- livello caratterizzato da modificazioni reversibili sul piano sia morfologico sia funzionale in strutture superiori rispetto a quelle molecolari, evidenziabili strumentalmente o anche clinicamente o percepite soggettivamente, che cessano immediatamente, o poco tempo dopo la fine dell'esposizione; tali effetti non comportano danni alla salute ma determinano *disturbi transitori* che possono influenzare le capacità cognitive o altre funzioni cerebrali o muscolari (**effetti sensoriali**) e, in determinate situazioni, influire negativamente sulla capacità di agire o lavorare in modo sicuro; gli effetti sensoriali sono scongiurati rispettando i **valori limite di esposizione inferiori, VLE_{inf}** , di cui all'Allegato XXXVI del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.;
- livello caratterizzato da modificazioni morfologiche o funzionali al di fuori dell'intervallo in cui l'organismo può normalmente compensarle e che persistono per tempi lunghi o persino permanentemente dopo la cessazione dell'esposizione; tali effetti comportano, sul piano clinico, un danno biologico allorché l'effetto biologico supera i limiti di efficacia dei meccanismi di riparazione, adattamento e compensazione dell'organismo (**effetti sanitari**); gli effetti sanitari

sono scongiurati rispettando i **valori limite di esposizione superiori**, VLE_{sup} , di cui all'Allegato XXXVI del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.

Con riferimento agli effetti sensoriali e sanitari è possibile definire dei valori di soglia in relazione al meccanismo d'interazione e alla risposta biologica indotta, nonché all'intervallo di frequenza del campo a cui si è esposti, vedasi **Figura 1**. Rispetto alla frequenza, gli effetti si manifestano sia attraverso la stimolazione dei tessuti nervosi o neuromuscolari (**effetti non termici**) per frequenze fino a 10 MHz, sia attraverso lo sviluppo di calore e conseguenti **effetti termici** per frequenze superiori a 100 kHz. Pertanto, gli effetti termici prevalgono alle alte frequenze, mentre gli effetti di stimolazione elettrica si manifestano prevalentemente alle basse frequenze ($f < 100$ kHz); alle frequenze intermedie (tra 100 kHz e 10 MHz) sono presenti sia gli effetti termici sia quelli di stimolazione e, pertanto, devono essere considerati sia i limiti stabiliti a tutela degli effetti non termici, sia i limiti a tutela degli effetti termici.

Oltre agli effetti diretti, i CEM possono determinare **effetti indiretti**, ossia effetti derivanti dall'interazione del campo con dispositivi medici o elementi metallici impiantati o indossati sul corpo nonché con oggetti o elementi presenti nel luogo di lavoro, i quali potrebbero determinare rischi per la salute o per la sicurezza. Tra gli effetti indiretti dei CEM che le normative di protezione intendono prevenire rientrano:

- l'interferenza del campo con *dispositivi medici* di tipo attivo (ad es. stimolatori cardiaci e defibrillatori, pompe per l'infusione di farmaci, ecc.);
- l'interferenza del campo con dispositivi medici di tipo passivo (ad es. protesi metalliche, clip chirurgiche, ecc.) nonché con *elementi metallici inclusi nel corpo* (ad esempio schegge, piercing, tatuaggi con pigmenti metallici, ecc.);
- il *rischio propulsivo* di oggetti ferromagnetici all'interno di campi magnetici statici;
- le *correnti di contatto*, cioè le correnti attraverso gli arti determinate dal contatto con un oggetto conduttore a un potenziale diverso dal corpo all'interno di un campo

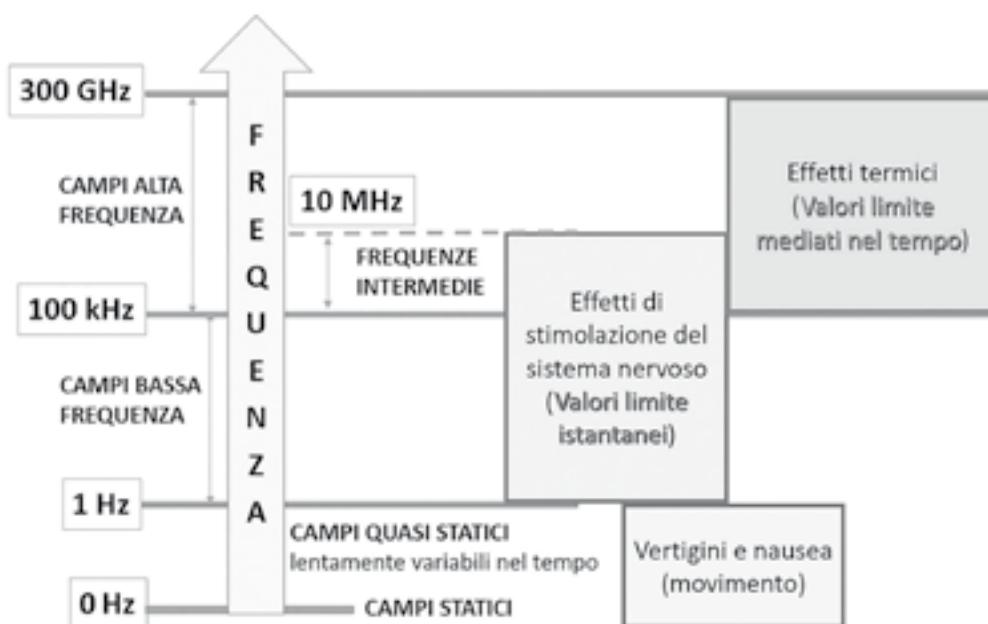


Figura 1 – Effetti di interazione dei CEM in funzione dell'intervallo di frequenza.

elettromagnetico;

- *l'insnesco di dispositivi elettro-esplosivi* (detonatori), gli incendi e le esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili a causa di scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche.

QUADRO NORMATIVO NAZIONALE DI RIFERIMENTO

L'impostazione delle normative europee relative alla limitazione dell'esposizione ai CEM dei lavoratori e della popolazione, basate sulle restrizioni delle linee guida dell'ICNIRP, si fondano su evidenze scientifiche accertate con l'obiettivo di proteggere dagli effetti acuti diretti e indiretti dell'esposizione ai CEM. A tale scopo, per i limiti di esposizione dei lavoratori si applicano dei fattori di riduzione rispetto ai valori di soglia accertati per l'insorgenza degli effetti avversi, per tenere conto di fattori d'incertezza dovuti alla variabilità interindividuale. Per i limiti di esposizione della popolazione si applicano ulteriori fattori di riduzione rispetto ai limiti per i lavoratori, poiché essa include individui in genere non consapevoli dei possibili rischi e che non godono delle misure di prevenzione messe in atto per i lavoratori (informazione, formazione, sorveglianza sanitaria), nonché individui appartenenti alle categorie potenzialmente più vulnerabili (ad es. bambini, anziani, soggetti affetti da patologie anche gravi).

In Italia, i riferimenti normativi per l'esposizione ai CEM dei lavoratori non sono riconducibili unicamente al D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. [1], in cui nel Capo IV del Titolo VIII è stata recepita la Direttiva europea 2013/35/EU sull'esposizione dei lavoratori ai CEM [13], ma si deve tener conto del combinato disposto del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i e della Legge Quadro 36/2001 [2], per la protezione dalle esposizioni ai CEM dei

lavoratori e della popolazione, con i relativi due DPCM attuativi del 2003 e ss.mm.ii [3-5].

A tutti i lavoratori, indistintamente, devono essere applicate le disposizioni generali indicate nel Titolo I e nel Titolo VIII, Capo I e Capo IV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. che prevedono tutte le misure di tutela da mettere in atto al fine della prevenzione e protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione ai CEM.

Tuttavia, fermo restando quanto esposto sopra, al fine della valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione ai CEM è necessario distinguere, in virtù della peculiarità della legislazione italiana, i lavoratori che svolgono mansioni che comportano **esposizioni di carattere professionale** dai lavoratori che non sono sottoposti a esposizioni di carattere professionale.

La Legge Quadro 36/2001 definisce come **esposizione professionale** "ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (come da articolo 3, comma 1, lettera f), e come **esposizione della popolazione** "ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici" (come da articolo 3, comma 1, lettera g).

In forza di tale definizione, le **esposizioni non professionali**, cioè le esposizioni dei lavoratori non correlate e necessarie alla specifica mansione assegnata, sono da assimilare a quelle della popolazione. Ad esse si applicano, oltre alle disposizioni generali del Titolo VIII, Capo I e IV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., l'insieme delle restrizioni fissate dai decreti attuativi della Legge Quadro, ossia:

- DPCM 8 luglio 2003 (basse frequenze)
 - *"Fissazione dei limiti di esposizione,*

dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti” [3];

- DPCM 8 luglio 2003 (alte frequenze) – “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz” [4] come modificato dall’art. 14, comma 8 del decreto legge n° 179 del 18 ottobre 2012 (c.d. Decreto Crescita 2.0) coordinato con la legge di conversione n° 221 del 17 dicembre 2012 [5].

Per due specifiche categorie di sorgenti, ovvero le sorgenti riconducibili agli elettrodotti alla frequenza di rete (50 Hz) e ai sistemi fissi di telecomunicazione e radio-televisivi, i suddetti decreti fissano i Limiti di esposizione (LE), ossia i valori che non devono essere superati in alcun caso, nonché ulteriori restrizioni per i luoghi adibiti a permanenze continuative non inferiori a quattro ore giornaliere, che si articolano nei Valori di attenzione (VAT) ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine, e negli Obiettivi di qualità (OdQ) ai fini della progressiva minimizzazione dell’esposizione. Per tutte le altre categorie di sorgenti, i medesimi decreti recepiscono l’insieme delle restrizioni della Raccomandazione Europea 1999/519/CE per la protezione della popolazione generale

[12], che si articolano nei Limiti di base (LB) e nei Livelli di riferimento (LR).

Dalla legge quadro 36/2001 e dai relativi decreti attuativi è scaturita la dicotomia tra la legislazione italiana e quella europea in relazione ai limiti di esposizione della popolazione ai CEM. Tale dicotomia si ritrova, in parte ancora irrisolta, anche quando ci si deve confrontare con l’esposizione dei lavoratori.

Con riferimento alle esposizioni ai CEM di carattere professionale, il recepimento della direttiva europea 2013/35/EU ha allineato i limiti nazionali a quelli europei. Infatti, il D.lgs. 159/2016, recante l’attuazione della Direttiva 2013/35/UE, ha modificato il *Titolo VIII* (agenti fisici) del D.lgs. 81/2008, riscrivendo l’intero *Capo IV* (Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici), adeguando il *Capo VI* (sanzioni) e sostituendo l’*Allegato XXXVI* (campi elettromagnetici).

Invece, con riferimento alle esposizioni non professionali ai CEM, la rilevanza dei limiti di cui ai due DPCM 8/7/2003, ai fini della valutazione del rischio CEM nei luoghi di lavoro, è dovuta al fatto che, ai sensi della Legge Quadro 36/2001, **le esposizioni dei lavoratori non aventi carattere professionale devono essere equiparate a quelle della popolazione.**

I principali riferimenti della normativa italiana in tema di esposizione umana ai campi elettromagnetici sono sintetizzati nella **Figura 2**.

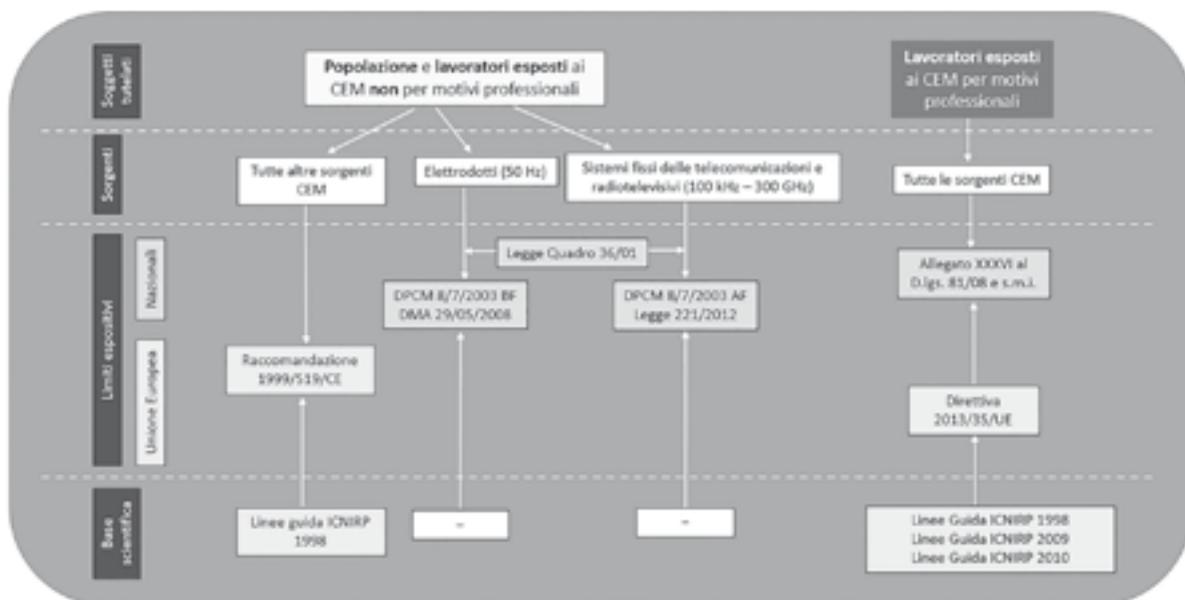


Figura 2 – Quadro normativo di riferimento sui limiti per l’esposizione umana ai CEM.

Essendoci differenze terminologiche tra i vari atti normativi, per chiarezza si riporta la tabella sinottica (**Tabella 1**) con la terminologia utilizzata dalle diverse legislazioni per definire i limiti.

IL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Definiti i riferimenti legislativi per la verifica della conformità, il processo di va-

lutazione del rischio CEM può essere suddiviso in quattro macro-fasi più o meno estese e dettagliate in funzione della complessità del luogo di lavoro, delle esposizioni e della peculiarità delle sorgenti CEM presenti: dalla identificazione delle sorgenti fino ad arrivare alla valutazione del rischio residuo, per il quale può essere necessario adottare misure di tutela (organizzative-procedurali-tecniche) al fine di minimizzare l’esposizione ai CEM, come

	VALIDO PER TUTTE LE SORGENTI ad eccezione quelle oggetto del campo di applicazione dei due DPCM BF e AF (Cfr. §. 8.1)			Sorgenti richiamate dai DPCM BF e AF (Cfr. §. 8.2)		
	Direttiva 2013/35/EU	D.lgs. 81/08	Raccomandazione 1999/519/CE	Legge Quadro 36/2001	DPCM AF Sistemi fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi	DPCM BF Elettrodotti-50Hz
Effetti da prevenire	ACUTI ovvero a Breve Termine (BT)					
Campo di applicazione	Esposizioni di carattere professionale			Popolazione ed esposizioni NON di carattere professionale		
Limiti riferiti a grandezze dosimetriche*	VLE Valori limite di esposizione	VLE Valori limite di esposizione	LB Limiti di base			
Limiti riferiti a grandezze ambientali	LA Livelli di azione	VA Valori di azione	LR Livelli di riferimento			
Limiti riferiti a grandezze ambientali	Limite di esposizione Valore di attenzione Obiettivi di qualità					

Tabella 1 – Tabella sinottica della terminologia di definizione dei limiti.

schematizzato nel diagramma di flusso riportato nella **Figura 3**.

Sulla base di quanto illustrato nella Figura 3, una volta individuato il luogo di lavoro, oggetto della valutazione, devono essere identificate le sorgenti CEM in relazione sia alla disposizione spaziale (*layout*) sia alle caratteristiche fisiche di emissione, per queste ultime partendo dalle informazioni riportate nel manuale d'uso e manutenzione, se una macchina/dispositivo, o dal fascicolo tecnico dell'opera. Ai sensi dell'articolo 209 del D.lgs. 81/2008 e s.m.i., ai fini della valutazione il Datore di Lavoro (DL) si può avvalere di dati già disponibili in letteratura (pubblicazioni, banche dati, guide pratiche della Commissione europea, norme tecniche europee e del CEI, ecc.) e, se necessario, può ricorrere alla misurazione e/o al calcolo dei livelli di esposizione ai

CEM. In particolare, per la valutazione del rischio da esposizione ai CEM dei lavoratori, viene in soccorso al DL la Norma **CEI EN 50499:2020**, recentemente revisionata da parte del Working Group 21 (WG21) del CENELEC, di cui gli autori di questo articolo fanno parte. La CEI EN 50499:2020 "*Procedura per la valutazione del rischio dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici*", individua alcune sorgenti che possono essere ritenute *giustificabili*, ovvero *conformi a priori*, ai livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE, che ai sensi dei DPCM del 2003 si applicano per tutte le sorgenti CEM ad eccezione degli elettrodotti e dei sistemi fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi. A tale proposito, la norma CEI EN 50499:2020 fornisce una cosiddetta *white list* in forma tabellare, non esaustiva, dei luoghi di lavoro/at-



Figura 3 – Diagramma di flusso del processo di valutazione del rischio CEM.

trezzature che si possono ritenere conformi a priori purché siano rispettate le indicazioni riportate nella *colonna note*. In tal caso la valutazione non richiede ulteriori approfondimenti da parte del DL. Nell'eventualità, residuale, in cui non si ricada nel caso di *sorgenti/luoghi di lavoro giustificabili* è necessario procedere con una valutazione specifica dell'esposizione attraverso calcoli o misure, secondo la procedura descritta dalla norma, che permetta innanzitutto di determinare i perimetri delle

aree di rispetto dei pertinenti limiti, al fine di definire la **zonizzazione** delle aree.

Di seguito (**Tabella 2**) si riporta la ripartizione e il significato di 3 diverse Zone la cui numerazione crescente indica maggiori livelli di esposizione/restrizioni. La Tabella è stata rielaborata a partire dalla norma CEI EN 50499:2020 tenendo conto della peculiarità della legislazione nazionale, ai sensi della legge quadro 36/2001 e dei DPCM 8/7/2003.

Zona 0	<p> Zona in cui i livelli di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico rispettano i Livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE per la popolazione generale, oppure in cui tutte le sorgenti presenti sono conformi a priori come da Tabella 1 della norma CEI EN 50499 (<i>sorgenti giustificabili</i>). Per il campo magnetico statico deve essere rispettato il VA di 0.5 mT per l'induzione magnetica relativo ai rischi di interferenza con i dispositivi medici attivi. <u>A questa zona possono accedere tutti, compresi i soggetti appartenenti alle categorie di soggetti particolarmente sensibili al rischio, quali i portatori di dispositivi medici impiantati o indossati attivi e passivi, le donne in stato di gravidanza e i minori.</u> </p>	
Zona 0	<p> Nel caso di esposizione a sorgenti riconducibili agli elettrodotti (50 Hz) e ai sistemi fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi (100 kHz – 300 GHz), la Zona 0 può essere suddivisa in due sottozone, al fine di tenere conto delle specifiche restrizioni fissate dalla legislazione nazionale vigente (Legge Quadro n.36, DPCM 8/7/2003 e s.m.i.) </p>	
	Zona 0a	<p> Zona in cui sono rispettati sia i <i>limiti di esposizione</i> sia i <i>valori di attenzione</i> e gli <i>obiettivi di qualità</i> di cui ai DPCM 8/7/2003 e s.m.i. </p>
Zona 0b	<p> Zona in cui sono rispettati i <i>limiti di esposizione</i> ma possono essere superati i valori di attenzione o gli obiettivi di qualità di cui ai DPCM 8/7/2003 e s.m.i. </p> <p> Le zone in cui i livelli di esposizione sono superiori ai <i>valori di attenzione</i> o agli <i>obiettivi di qualità</i> devono essere delimitate con cartelli di segnalazione di presenza di CEM, conformi alle normative vigenti in materia di segnaletica di sicurezza. Le <i>permanenze prolungate</i> (≥ 4 ore giornaliere) in tali aree possono essere consentite, per esigenze correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo, solamente al personale informato la cui mansione comporti esposizione professionale ai CEM. </p>	

Zona 1	<p>Zona in cui i livelli di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico possono essere superiori ai limiti per la popolazione generale, ma in cui sono sicuramente rispettati i limiti occupazionali.</p> <p>L'accesso alle Zona 1 può essere consentito, per esigenze correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo, solamente ai lavoratori le cui mansioni comportino esposizione a CEM avente carattere professionale, previo accertamento di idoneità espositiva specifica ai CEM da parte del Medico Competente ed effettuazione della formazione specifica.</p> <p>La zona deve essere delimitata con cartelli di divieto di accesso ai non autorizzati e di segnalazione di presenza di CEM, conformi alle normative vigenti in materia di segnaletica di sicurezza.</p> <p>L'accesso alla zona deve essere interdetto ai lavoratori appartenenti alle categorie particolarmente sensibili al rischio.</p>	
Zona 1	La Zona 1 è suddivisa in due sottozone	
	Zona 1a	<p>Zona in cui i livelli di esposizione sono conformi ai Valori di azione inferiori (VA_{inf}) o ai Valori limite di esposizione relativi agli effetti sensoriali (VLE_{sens}) ove applicabili.</p>
	Zona 1b	<p>Zona in cui i livelli di esposizione possono risultare superiori ai VLE_{sens} o ai VA_{inf} ma sono conformi ai Valori di azione superiori (VA_{sup}) o ai Valori limite di esposizione relativi agli effetti sanitari (VLE_{san}).</p> <p><u>Nella Zona 1b possono essere richieste misure di controllo per assicurare che il superamento dei VLE_{sens} sia solo temporaneo.</u></p> <p>Nel caso di superamento dei VA_{inf} per il campo elettrico devono essere prese misure di protezione specifiche per il controllo delle scariche elettriche (D.lgs. 81/2008 e s.m.i. art. 210, comma 5).</p> <p>Nel caso di superamento dei VLE_{sens} devono essere adottate misure di protezione specifiche quali il controllo dei movimenti (D.lgs. 81/2008 e s.m.i. art. 210, comma 6).</p>
Zona 2	<p>Zona in cui i livelli di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico possono essere superiori ai Valori limite di esposizione relativi agli effetti sanitari (VLE_{san}).</p> <p><u>L'accesso alla Zona 2 deve essere interdetto a chiunque, a meno che non siano attuate specifiche misure correttive per ridurre l'esposizione (almeno entro VLE_{san}) ed escludere rischi per la sicurezza dei lavoratori addetti a specifiche attività all'interno della Zona 2 per esigenze strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo.</u></p> <p>La zona deve essere delimitata con cartelli di divieto di accesso e di segnalazione di presenza di CEM, conformi alle normative vigenti in materia di segnaletica di sicurezza.</p>	

Tabella 2 – Zonizzazione dei luoghi di lavoro (rielaborata da norma CEI EN 50499:2020 ai sensi della legge quadro 36/2001 e dei DPCM 8/7/2003).

Nella pratica, possono verificarsi casi complessi come, ad esempio, esposizioni a **campi multifrequenza** derivanti da segnali non sinusoidali o da sorgenti multiple. In tal caso bisognerà tener conto dell'effetto combinato dei diversi contributi. Ciò si verifica quando c'è contemporaneità di esposizione a più componenti spettrali che agiscono sui tessuti biologici mediante il medesimo meccanismo di interazione: effetti di elettrostimolazione (dominanti sotto i 100 kHz, possibili fino a 10 MHz) o effetti di assorbimento di energia con rialzo termico (dominanti sopra i 10 MHz, possibili a partire da 100 kHz). In questi casi la valutazione dell'esposizione è da compiersi mediante una somma pesata sui pertinenti valori limite riscontrati per ogni componente in frequenza. Un dettagliato approfondimento dell'argomento è riportato nell'Allegato C della norma CEI 106-45 – *Guida CEM “Guida alla valutazione dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 300 GHz nei luoghi di lavoro”*, pubblicata a febbraio 2021 dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) [16].

Valutata l'esposizione dei lavoratori al rischio CEM, nel documento di valutazione dei rischi (DVR) devono essere indicate, sia per gli effetti diretti sia per gli effetti indiretti, le disposizioni e le misure adottate ai fini della prevenzione e protezione. Queste mirano ad eliminare o ridurre i rischi residui mediante l'elaborazione e l'applicazione di un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative, tra cui la formazione/informazione e la sorveglianza sanitaria. A completamento della valutazione gli autori suggeriscono, inoltre, di redigere un **PARE CEM**, ovvero un Programma Aziendale di Riduzione dell'Esposizione ai CEM, analogamente a quanto avviene per il rischio rumore. Il PARE CEM dovrebbe includere un programma di misure tecniche ed organizzative volte a ridurre l'esposizione dei lavoratori esposti ai CEM per ragioni professionali.

Il criterio per programmare e stabilire le priorità di intervento definite nel PARE CEM, può essere di tipo qualitativo o quantitativo. L'approccio suggerito dagli autori è un approccio matriciale a due dimensioni di tipo semi-quantitativo sulla base dei livelli di esposizione statuiti dai riferimenti normativi italiani, associando gli indici di accadimento a quelli di probabilità. La matrice così costruita permette di individuare le priorità di intervento.

Gli esiti della verifica dei livelli di esposizione possono essere confrontati con i pertinenti limiti al fine di fornire una valutazione quantitativa della magnitudo del rischio. Per quanto riguarda la probabilità, essa è legata e ponderata in funzione del luogo e dell'organizzazione del lavoro, mediante un indice di accadimento a numeratore e, a denominatore, fattori di riduzione del rischio di esposizione ai CEM quali, ad esempio, le procedure, la formazione/informazione e la sorveglianza sanitaria.

La valutazione del rischio si conclude **adattando** le misure di tutela ai **lavoratori particolarmente sensibili al rischio** per i quali il datore di lavoro dovrà sempre eseguire una valutazione specifica in collaborazione con il MC.

LAVORATORI PARTICOLARMENTE SENSIBILI AL RISCHIO CEM

Il D.lgs.81/2008 e s.m.i. identifica come lavoratori particolarmente sensibili al rischio le **donne in stato di gravidanza e i minori (art. 183)**, nonché i **portatori di dispositivi medici impiantati attivi o passivi**, e i **portatori di dispositivi medici indossati sul corpo (art. 210)**.

Oltre quanto definito nel D.Lgs. 81/08 e s.m.i, in generale, **si ritiene che i lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM siano tutelati adeguatamente mediante il rispetto dei livelli di riferimento (LR) per l'esposizione della popolazione di cui alla**

Raccomandazione 1999/519/CE. Tuttavia, la Raccomandazione precisa nel *comma 13* che *“l’adesione ai limiti e ai livelli di riferimento raccomandati non evita necessariamente i problemi di interferenza o effetti sul funzionamento di dispositivi medici quali protesi metalliche, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo”*. In particolare, per i portatori di dispositivi medici impiantati attivi (DMIA), quali ad esempio stimolatori cardiaci e defibrillatori, la norma CEI EN 50527-1 (vedere Fig.4) stabilisce che **la verifica del rispetto dei LR di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE deve essere condotta senza includere alcuna media temporale per frequenze superiori a 100 kHz**, ai fini della prevenzione da possibili effetti indiretti di interferenza elettromagnetica con il funzionamento dei dispositivi.

In relazione all’esposizione ai campi magnetici statici, **i portatori di pacemaker e di defibrillatori impiantati devono evitare luoghi dove l’induzione magnetica del campo magnetico statico sia superiore al valore di azione (VA) di 0,5 mT** al fine di prevenire possibili interferenze sul funzionamento dei dispositivi. Altri sistemi elettronici vitali,

quali protesi auricolari elettroniche, pompe per insulina, protesi attive a controllo elettronico e sistemi per la stimolazione muscolare, possono essere suscettibili a induzioni magnetiche statiche superiori a pochi mT, specialmente se la persona si muove all’interno del campo.

Al fine della valutazione del rischio, per i lavoratori portatori di DMIA il DL può ricorrere alla famiglia di norme che, in analogia alla CEI EN 50499:2020, forniscono la procedura da seguire. La norma **CEI EN 50527-1:2017** indica come effettuare una valutazione generale del rischio con riferimento ai portatori di DMIA, e come determinare se sia necessario procedere con un’ulteriore valutazione dettagliata. Inoltre, la norma fornisce, per il campo di applicazione specifico, una tabella contenente una lista di apparati/condizioni espositive conformi a priori/giustificabili ai livelli di riferimento per la popolazione della Raccomandazione 1999/519/CE, purché siano rispettate le condizioni della colonna riportate nella colonna “eccezione e note”.

Nella **Figura 4**, si riporta una descrizione schematica della famiglia di norme CEI EN 50527-X relative alle procedure per la valutazione del rischio per i lavoratori portatori di DMIA.



Figura 4 – Famiglia di Norme CEI EN 50527-X – Procedure di valutazione dell’esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori portatori di DMIA.

Un approfondimento sulla valutazione del rischio CEM per i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio è riportato nell'Allegato A della norma CEI 106-45 – *Guida CEM “Guida alla valutazione dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 300 GHz nei luoghi di lavoro”* [16].

SORVEGLIANZA SANITARIA

Sulla base dei risultati della valutazione dei rischi, il DL è tenuto a sottoporre alla sorveglianza sanitaria i lavoratori esposti a rischi specifici, secondo le modalità stabilite nel D.Lgs. 81/08 e s.m.i e secondo il protocollo istituito dal MC.

La necessità di individuare i lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM, non sempre consapevoli della loro condizione, impone l'attuazione della sorveglianza sanitaria in tutti i casi in cui le finalità del processo produttivo comportino una esposizione a livelli di CEM superiori a limiti stabiliti per la popolazione generale.

Ai sensi dell'articolo 211, comma 1 del D.lgs. 81/2008 e s.m.i., la sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità inferiore decisa dal Medico Competente. Inoltre, ai sensi dell'art. 211, comma 2 del D.lgs. 81/2008 e s.m.i., “nel caso in cui un lavoratore segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali, il datore di lavoro garantisce, in conformità all'articolo 41, che siano forniti al lavoratore o ai lavoratori interessati un controllo medico e, se necessario, una sorveglianza sanitaria appropriati. Il controllo di cui al presente comma è garantito anche nei casi in cui sia stata rilevata un'esposizione superiore ai Valori Limite di Esposizione (VLE) per gli effetti sensoriali oppure un'esposizione superiore ai VLE per gli effetti sanitari”.

In base alle indicazioni delle Linee Guida AIRM/SIMLII [17], la sorveglianza sanitaria per i lavoratori esposti a CEM comprende:

- una **visita medica preventiva**, volta ad appurare l'assenza di controindicazioni alle attività cui i lavoratori sono destinati e a valutare l'idoneità alla mansione specifica;
- una **visita medica periodica**, volta al controllo dello stato di salute e alla verifica della permanenza dell'idoneità alla mansione specifica;
- **visita medica a richiesta del lavoratore**, qualora i disturbi riferiti dallo stesso siano ritenuti dal Medico Competente correlati ai rischi professionali o alle sue condizioni di salute;
- **visita medica straordinaria**, stabilita dal Medico Competente in situazioni particolari di necessità (superamento dei valori di azione di cui all'art. 208 del D.lgs. 81/2008 e s.m.i., cambio mansione, malattia con assenza dal lavoro superiore ai 60 giorni, ecc.).

Il controllo preventivo può consentire al Medico Competente di individuare i casi che necessitano di un giudizio di idoneità limitata o di non idoneità, poiché il permanere dell'esposizione – anche a livelli inferiori ai limiti – potrebbe prefigurare un rischio di manifestazione o un aggravamento della condizione patologica evidenziata. A questi si aggiungeranno i casi che svilupperanno successivamente la condizione di “lavoratori particolarmente sensibili al rischio” a causa di una patologia sopravvenuta nel corso della vita lavorativa.

Oltre alla visita medica, i protocolli sanitari specifici per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti ai CEM includono **esami clinici e strumentali** nonché indagini specialistiche mirate. Nella **Tabella 3** è riportato un quadro riassuntivo dei protocolli di sorveglianza sanitaria raccomandati ai Medici Competenti, tratto dalle Linee Guida AIRM/SIMLII [17].

INTERVALLI DI FREQUENZA	ACCERTAMENTI PREVENTIVI	ACCERTAMENTI PERIODICI*	CONTROLLO MEDICO** (superamento VLE/ comparsa effetti indesiderati o inattesi)
Campi magnetici statici e lentamente variabili nel tempo (0 – 1 Hz)	<p>Visita medica</p> <p>Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi</p>	<p>Visita annuale* per i lavoratori riconosciuti come “particolarmente sensibili” e per quelli con esposizioni sistematicamente superiori ai VLE, ma con periodicità eventualmente diversa sulla base delle condizioni del lavoratore e dei livelli di esposizione (flessibilità/deroga)</p> <p>Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi</p>	<p>Visita medica</p> <p>Eventuali accertamenti in funzione dell’entità del superamento dei VLE/degli effetti riferiti (ad esempio visita ORL, Oculistica, Cardiologica)</p>
Campi a elettrici e magnetici a bassa frequenza (1 Hz – 100 kHz) e a frequenza intermedia (100 kHz – 10 MHz)	<p>Visita medica</p> <p>Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi</p>	<p>Visita annuale* per i lavoratori riconosciuti come “particolarmente sensibili” e per quelli con esposizioni sistematicamente superiori ai VLE, ma con periodicità eventualmente diversa sulla base delle condizioni del lavoratore e dei livelli di esposizione (flessibilità/deroga)</p> <p>Visita da ripetere ogni 4 anni**</p> <p>Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi</p>	<p>Visita medica</p> <p>Eventuali accertamenti in funzione dell’entità del superamento dei VLE/degli effetti riferiti (ad esempio visita Oculistica, Cardiologica)</p>
Campi elettromagnetici ad alta frequenza (10 MHz – 300 GHz)	<p>Visita medica</p> <p>Questionario anamnestico per impianti attivi</p>	<p>Visita annuale* per i lavoratori riconosciuti come “particolarmente sensibili” e per quelli con esposizioni sistematicamente superiori ai VLE, ma con periodicità eventualmente diversa sulla base delle condizioni del lavoratore e dei livelli di esposizione (flessibilità/deroga)</p> <p>Visita da ripetere ogni 4 anni**</p> <p>Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi</p>	<p>Visita medica</p> <p>Eventuali accertamenti in funzione dell’entità del superamento dei VLE, del distretto/dei distretti corporei interessati/degli effetti riferiti (ad esempio visita Oculistica, Cardiologica, Dermatologica, ecc.)</p>
<p>*Per verificare l’evoluzione delle condizioni cliniche di particolari sensibilità **Per verificare il permanere dell’assenza di condizioni di particolare sensibilità e per effettuare un rinnovo della informazione mirata ***Per verificare l’insorgenza di effetti acuti e gestirne l’evoluzione, per valutare l’associazione degli effetti indesiderati/inattesi con l’esposizione e monitorarne l’evoluzione</p>			

Tabella 3 – Protocolli di sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a CEM (tratto da Linee guida AIRM/SIMLII).

INFORMAZIONE E FORMAZIONE

Tra le misure di prevenzione un aspetto fondamentale di riduzione del rischio è determinato dalla conoscenza e dalla consapevolezza degli effetti, diretti e indiretti, conseguenti alla esposizione ai CEM. Per tale ragione, l'informazione e la formazione, impartite in maniera idonea, costituiscono un importante parametro riduttivo del rischio. Inoltre, insieme alla sorveglianza sanitaria a cura del MC, l'informazione e la formazione permettono di rendere i lavoratori edotti della necessità di segnalare al MC di eventuali situazioni che potrebbero determinare condizioni di particolare suscettibilità, anche per periodi transitori, ai rischi derivante dall'esposizione di cui, in assenza di un'adeguata formazione, potrebbero non avere contezza. Per i CEM, l'ultimo dettato legislativo ha, infatti, notevolmente sottolineato il potere riduttivo del rischio dell'attività di formazione dei lavoratori introducendo, ex novo, un articolo ad hoc, il 210-*bis* che include come destinatari, oltre ai lavoratori, anche gli RLS. Pertanto, a tutti i lavoratori e ai loro rappresentanti deve essere fornita una informazione sulle condizioni di particolare sensibilità che possono determinare controindicazioni all'esposizione ai CEM, affinché qualsiasi lavoratore che rientri in uno dei gruppi "a rischio" riconosciuti (ad esempio stato di gravidanza, impianto di pacemaker o protesi, etc.) sia reso edotto della necessità di comunicarlo al MC, per attivare – se necessario – un processo di valutazione "specifica" del rischio. Ovviamente, il livello di informazione e formazione fornito deve essere proporzionale ai rischi derivanti dall'esposizione ai CEM nel luogo di lavoro. Proprio ai sensi del citato articolo 210-*bis*, ai lavoratori che svolgono mansioni che comportino esposizioni ai CEM di carattere professionale deve essere impartita una **formazione specifica** in relazione al risultato della valutazione dei rischi, con particolare riguardo ai possibili effetti dell'esposizione (inclusi gli effetti sensoriali), e ai rischi specifici

per i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio.

RISULTATI E AGGIORNAMENTO DELLA VALUTAZIONE

A seguito della valutazione dei livelli dei CEM, qualora risultino superati i valori di azione, il datore di lavoro può elaborare ed applicare un programma di azione, PARE CEM, che comprenda misure tecniche ed organizzative volte a ridurre l'esposizione ed effettuare di nuovo la valutazione a valle della loro implementazione. In alternativa, il DL può valutare se i Valori limite di esposizione (VLE) siano superati.

Di norma i VLE non sono grandezze direttamente misurabili ma richiedono complesse valutazioni mediante esperimenti di laboratorio o codici di calcolo numerico. Pertanto, la normativa introduce i valori di azione (VA), derivati dai VLE attraverso considerazioni dosimetriche a ritroso basandosi sulle condizioni di esposizione nel peggior caso di accoppiamento ed introducendo opportuni margini cautelativi di riduzione. I VA, espressi in termini di grandezze fisiche direttamente misurabili con la strumentazione utilizzata per le misurazioni di campo ambientale, sono definiti al fine di semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE e/o per adottare le misure di prevenzione e protezione.

Il rispetto dei valori di azione, VA, garantisce la conformità ai pertinenti VLE ma, per come sono definiti, il loro superamento non implica necessariamente il superamento dei corrispondenti VLE. Tuttavia, il superamento dei VA implica l'obbligo di adottare le pertinenti misure tecniche ed organizzative di prevenzione e protezione affinché sia garantito il rispetto dei VLE.

Tra le misure organizzative da intraprendere, a valle delle risultanze della valutazione dei rischi, vi è la segnalazione delle aree in cui i valori di esposizione dei lavoratori ai CEM

possono risultare superiori ai limiti normativi vigenti per la popolazione. In tali luoghi deve essere verificato il rispetto dei valori d'azione dell'Allegato XXXVI del D.lgs. 81/2008 e s.m.i. e l'accesso ai suddetti luoghi può essere consentito, per esigenze strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo, solamente ai lavoratori le cui mansioni comportino esposizione ai CEM avente carattere professionale, previo accertamento di idoneità alla mansione da parte del Medico Competente. L'accesso deve essere interdetto ai lavoratori appartenenti alle categorie riconosciute come particolarmente sensibili al rischio CEM. Si tratta, in pratica, di attuare la zonizzazione delle aree come riportato in Tab.2.

La valutazione del rischio CEM deve essere dinamica e migliorata continuamente in base all'evoluzione delle conoscenze e della tecnica. È opportuno che, almeno una volta l'anno, durante la riunione sulla salute e sicurezza, sia verificata e confermata l'attualità della valutazione delle misure di prevenzione. In ogni caso, ai sensi dell'art. 181 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i., la valutazione dei rischi da esposizione ai CEM, va effettuata con cadenza almeno quadriennale o in caso di modifiche - sia di installazioni sia di condizioni di funzionamento - ovvero qualora sia accertata la presenza di sorgenti di emissione esterne o qualora sia modificata la normativa vigente, nonché qualora i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la revisione.

CONCLUSIONI

Al fine di fornire un supporto operativo, ovvero *una bussola per orientarsi nel campo* del processo della valutazione del rischio CEM e per cercare di dirimere e chiarire alcuni aspetti, spesso fonte di discussione anche tra i così detti "esperti del mestiere", gli autori hanno redatto, insieme ad altri professionisti, la *Guida CEM - Guida alla valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'e-*

sposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 300 GHz nei luoghi di lavoro, pubblicata dal CEI nel mese di febbraio 2021 come Norma 106-45.

La *Guida CEM* del CEI ha lo scopo di fornire un supporto operativo per l'identificazione, la valutazione dell'esposizione e dei rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori derivanti dall'esposizione ai CEM nel campo di frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz, in conformità alla Direttiva 2013/35/EU recepita dal D.Lgs. 81/08 e s.m.i., integrando i diversi riferimenti legislativi e tecnico normativi di ambito europeo e nazionale. Nel contempo, la *Guida CEM* intende fornire chiarimenti interpretativi agli operatori per la valutazione dell'esposizione e dei rischi da essa derivanti nei luoghi di lavoro, rivolgendosi anche a coloro che non hanno specifiche conoscenze e competenze tecniche in materia.

Al fine di mantenere una struttura snella e di facile consultazione, la Guida CEM fornisce una trattazione generale sintetica e al contempo rigorosa degli argomenti nella parte generale, mentre l'analisi approfondita di alcuni argomenti specifici è demandata agli allegati. Inoltre, sono state inserite nella Guida una prima serie di schede operative di ausilio alla valutazione dell'esposizione e del rischio a specifiche sorgenti CEM, rimandando alla prossima versione, l'inserimento di molte altre schede in fase di elaborazione. Alcune delle Schede pubblicate riguardano, ad esempio, gli elettrodotti alla frequenza di rete (50 Hz), le stazioni di trasformazione della rete di trasporto, alcune sorgenti industriali, gli apparati diffusione radiotelevisiva analogici/digitali, le Stazioni radiobase per telefonia mobile (SRB), il Wi-Fi, ecc.

Le schede sono strutturate in modo da dare una visione sinottica sulla tipologia del luogo di lavoro (accessibile o meno alla popolazione) correlata alle restrizioni conseguenti, sui riferimenti e le considerazioni specifiche per la corretta valutazione del rischio e le relative misure di prevenzione e protezione da adotta-

re. Le schede saranno sviluppate nella versione in fase di redazione della Guida CEM, in cui verranno curate e inserite ulteriori schede tra cui quelle relative alla parte sanitaria.

Un ulteriore approfondimento interdisciplinare sul tema della valutazione dei rischi da esposizione ai CEM sarà oggetto di una monografia di prossima pubblicazione.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n.81 (D.Lgs. 81/2008) – Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 – “Attuazione dell’art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- [2] Legge 22 febbraio 2001, n.36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- [3] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”.
- [4] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”.
- [5] Legge 221/2012, Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 18 ottobre 2012, n. 179 recante "Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese" (c.d. Decreto Crescita 2.0), coordinato con la legge di conversione 17 dicembre 2012, n. 221”. Art. 14 “Interventi per la diffusione delle tecnologie digitali”. Comma 10, 11 e 12.
1. Organizzazione Mondiale della Sanità, Progetto Internazionale Campi Elettromagnetici (https://www.who.int/peh-emf/project/EMF_Project/en/ ultimo accesso 2 febbraio 2020).
2. ICNIRP “Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz)”. Health Physics, Vol. 118, n.5, 2020.
- [6] ICNIRP “Guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time varying magnetic fields below 1 Hz”. Health Physics, Vol. 106, n.3, 2014.
- [7] ICNIRP “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)”. Health Physics, Vol. 99, n.6, 2010.
- [8] ICNIRP “Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields”. Health Physics, Vol. 96, n.4, 2009.
- [9] ICNIRP “Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz)”. Health Physics, Vol. 74, n.4, 1998.
- [10] Raccomandazione del Consiglio delle Comunità europee, 12 luglio 1999 “Limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE)”.
- [11] Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima Direttiva particolare ai sensi dell’art. 16, par. 1, della Direttiva 89/391/CEE) e che abroga la Direttiva 2004/40/CE; Direttiva 90/385/CEE del Consiglio, del 20 giugno 1990, per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative ai dispositivi medici impiantabili attivi.

- [12] IARC “Non-ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields”. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 80, IARC Press, Lyon, France, 2002.
- [13] IARC “Non-ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields”. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 102, IARC Press, Lyon, France, 2013.
- [14] Norma CEI 106-45 – *Guida CEM - Guida alla valutazione dell’esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 300 GHz nei luoghi di lavoro*, 2021.
- [15] Linee Guida AIRM, *Linee guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti campi elettromagnetici*, Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM) 2021. ISBN 978-88-909379-4-1.