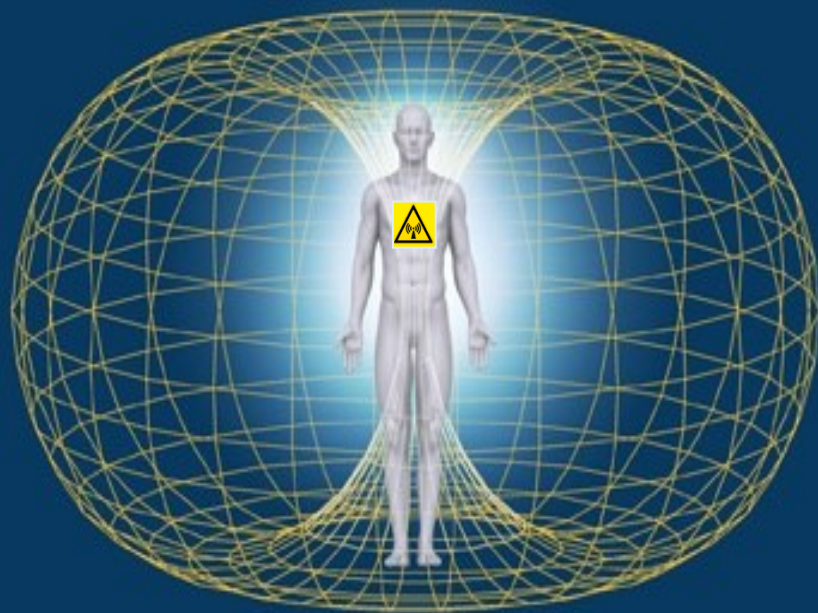




CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici



Valutazione e gestione dei rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione a campi elettromagnetici (0 Hz – 300 GHz)

Vanni Lopresto
Primo Ricercatore ENEA

Consiglio Nazionale degli Ingegneri
Roma, 23 giugno 2025

Docente

Vanni Lopresto

- Primo Ricercatore, ASPP Esperto CEM ENEA, Direzione Centrale Infrastrutture e Servizi, Centro Ricerche Casaccia, Roma
- Formatore in salute e sicurezza nei luoghi di lavoro
- Membro CEI CT 106 “Esposizione umana ai campi elettromagnetici”
- Membro CENELEC CLC/TC 106X “Electromagnetic fields in the human environment”
- Membro IEC TC 106 “Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure”



CONTATTI

vanni.lopresto@enea.it

Programma

❖ Effetti biofisici dell'esposizione a CEM e limiti di esposizione

- Effetti biofisici diretti
- Effetti biofisici indiretti
- Basi scientifiche dei limiti di esposizione

❖ Normativa di riferimento

- Raccomandazione 1999/519/CE e Direttiva 2013/35/UE
- Legge 36/2001 e decreti attuativi
- D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.
- Norme tecniche e banche dati

❖ Valutazione e gestione del rischio CEM

- Processo di valutazione del rischio CEM
- Misure di prevenzione e protezione
- Lavoratori particolarmente sensibili al rischio
- Formazione specifica e Sorveglianza sanitaria



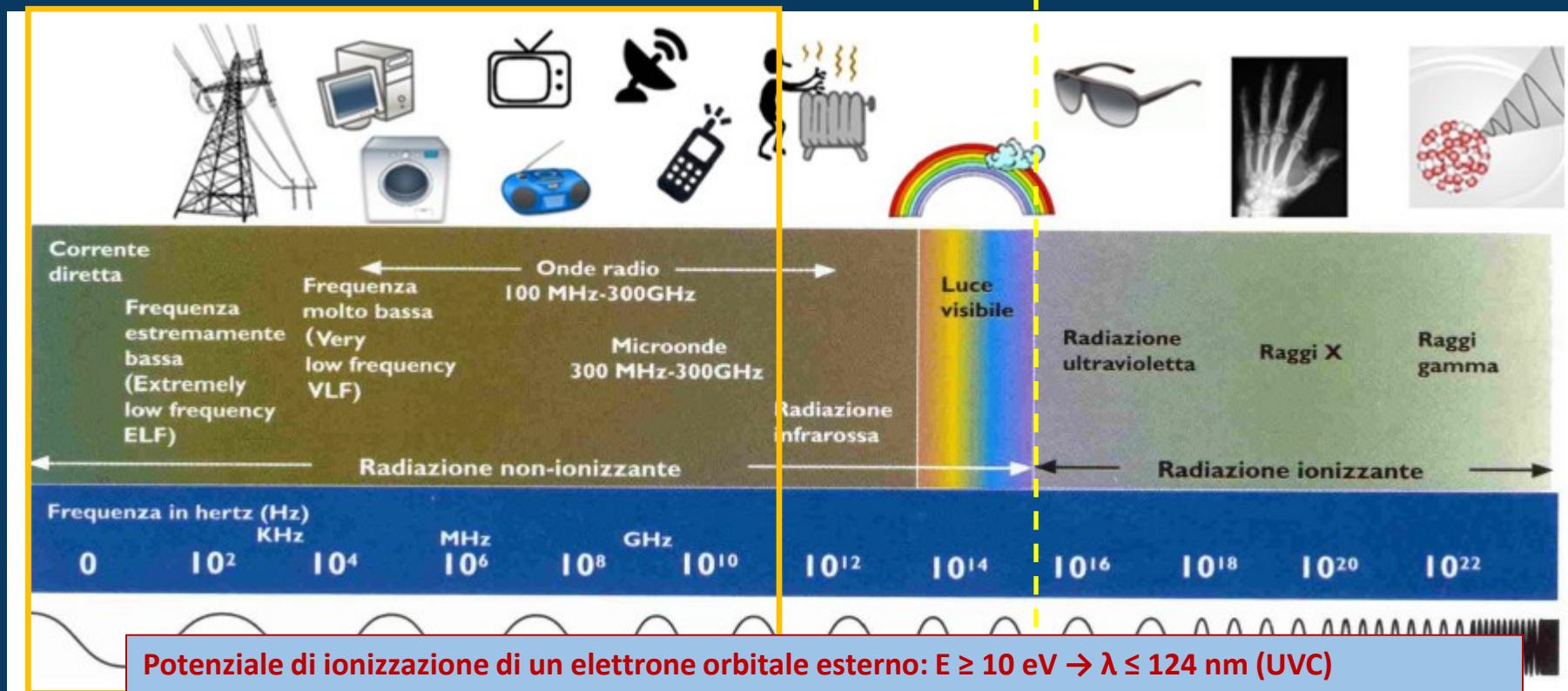
Spettro elettromagnetico



Radiazioni non ionizzanti

Campi elettromagnetici (0 kHz – 300 GHz)

Radiazioni ionizzanti



Potenziale di ionizzazione di un elettrone orbitale esterno: $E \geq 10 \text{ eV} \rightarrow \lambda \leq 124 \text{ nm}$ (UVC)

- **Legge di Planck $\rightarrow E = h \cdot f$ ($\lambda = c/f$)**
- **$f = 300 \text{ GHz} \rightarrow E = 1.2 \times 10^{-3} \text{ eV} \rightarrow$ energia non sufficiente a causare ionizzazione!**

Effetti biofisici dell'esposizione a CEM (0 Hz – 300 GHz)

- ❖ **L'esposizione a CEM non provoca necessariamente effetti pericolosi** purché le variazioni indotte siano contenute entro l'intervallo che l'organismo può naturalmente compensare attraverso i meccanismi di riparazione e adattamento
- ❖ **Gli effetti avversi dei CEM accertati scientificamente sono effetti acuti** – di cui esiste ed è stata determinata una soglia di insorgenza e la cui gravità aumenta proporzionalmente al livello di esposizione al campo una volta superata la soglia di insorgenza (ICNIRP)



**Effetti biofisici diretti
e indiretti**



Effetti biofisici diretti dei CEM

Effetti sanitari



- Si verificano quando le variazioni fisiologiche indotte dall'esposizione al campo sono al di fuori dell'intervallo che l'organismo può normalmente compensare
- **Persistono** per tempi lunghi o permanentemente dopo la cessazione dell'esposizione e comportano una condizione di **danno per la salute** → **rischio per la salute**

Effetti sensoriali



- Si verificano quando le variazioni fisiologiche indotte dall'esposizione al campo determinano **disturbi transitori** (cessano in breve tempo una volta terminata l'esposizione) che influenzano le capacità cognitive o le funzioni muscolari
- Pur non comportando danni alla salute **possono influire negativamente** sulla capacità di agire e operare in modo sicuro → **rischio per la sicurezza**

Effetti biofisici funzione della frequenza



Effetti biofisici indiretti dei CEM



Interferenza del campo con *dispositivi medici attivi* (stimolatori cardiaci e defibrillatori, pompe per l'infusione di farmaci, ecc.)



Interferenza del campo con *dispositivi medici passivi* (protesi metalliche, clip chirurgiche, ecc.) ed ***elementi metallici inclusi nel corpo*** (schegge, piercing, tatuaggi con pigmenti metallici, ecc.)



Rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di campi magnetici statici di elevata intensità (> 100 mT)



Scariche elettriche e correnti di contatto attraverso gli arti determinate dal contatto con un oggetto conduttore a un potenziale diverso dal corpo all'interno di un campo elettromagnetico



Innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori), incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili a causa di scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche

Le soglie degli effetti indiretti sono inferiori rispetto a quelle degli effetti diretti

Effetti a lungo termine dei CEM



- Allo stato attuale non vi sono evidenze sufficienti di effetti dei CEM indotti dalle esposizioni *croniche*, cioè dalle esposizioni prolungate nel tempo anche a bassi livelli
- In base a *evidenze limitate* riscontrate da alcuni studi epidemiologici, la IARC ha classificato nel **gruppo 2B (possibili cancerogeni umani)** i **campi magnetici a bassa frequenza** (2001) con riferimento a un aumento del rischio di sviluppo di leucemie infantili, e i **campi elettromagnetici a radiofrequenza** (2011) con riferimento a un aumento del rischio di sviluppo di alcuni tumori cerebrali e del nervo acustico in utilizzatori intensivi di telefoni cellulari
- La IARC ha altresì evidenziato che **i risultati di tali studi non sono conclusivi o non sono sufficienti a dimostrare un nesso causale** circa una possibile associazione tra esposizione cronica a CEM e rischio di sviluppo di tumori
- Le principali autorità scientifiche ritengono quindi che, allo stato attuale delle conoscenze, **non sussistono evidenze plausibili** circa relazioni tra dose ed effetto **utili a definire valori di soglia e restrizioni per le esposizioni subacute o croniche a CEM**
- Ciononostante, ispirandosi al principio di precauzione, **a livello nazionale il legislatore ha stabilito limiti cautelativi per l'esposizione della popolazione** ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine con riferimento ad alcune sorgenti ampiamente diffuse negli ambienti residenziali e lavorativi (elettrodotti e impianti fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi)

Basi scientifiche dei limiti: Linee guida ICNIRP



- ❖ Le **linee guida CEM dell'ICNIRP** (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) propongono un insieme di restrizioni per l'esposizione ai CEM che copre con continuità l'intervallo di frequenze da 0 Hz fino a 300 GHz
- ❖ Le linee guida CEM dell'ICNIRP sono state **sviluppate sulla base degli effetti confermati**, per cui la letteratura scientifica fornisce **basi razionali** per la definizione di un sistema di protezione attraverso **restrizioni all'esposizione**
- ❖ L'effetto biologico rilevante al più basso livello di esposizione (**valore di soglia**) rappresenta il criterio per la definizione del **limite di esposizione** secondo basi scientifiche
- ❖ Il rationale delle linee guida ICNIRP identifica di fatto **cinque regioni di frequenza** in relazione al meccanismo d'interazione del campo e alla risposta biologica indotta (gli effetti):
 - Campi statici e quasi-statici (da 0 a 1 Hz)
 - Basse frequenze (da 1 Hz a 100 kHz)
 - Frequenze intermedie (da 100 kHz a 10 MHz)
 - Alte frequenze (da 10 MHz a 6 GHz)
 - Altissime frequenze (da 6 GHz a 300 GHz)

Criteri per la definizione dei limiti di esposizione

Soglie effetti acuti

- Valori di soglia per gli effetti biologici scientificamente accertati (sensoriali & sanitari)
- Le soglie per gli *effetti indiretti* possono essere inferiori



Primo margine di riduzione (5÷10)

Limiti per i lavoratori

- Esposizioni professionali dei lavoratori (possibili effetti sensoriali e/o indiretti per esposizioni acute)
- Informazione/formazione
- Sorveglianza sanitaria



Secondo margine di riduzione (2÷5)

Limiti per la popolazione

- Esposizione della popolazione generale
- Esposizioni non professionali dei lavoratori
- Individui particolarmente sensibili al rischio (restrizioni specifiche per portatori dispositivi medici)



Limiti in termini di:

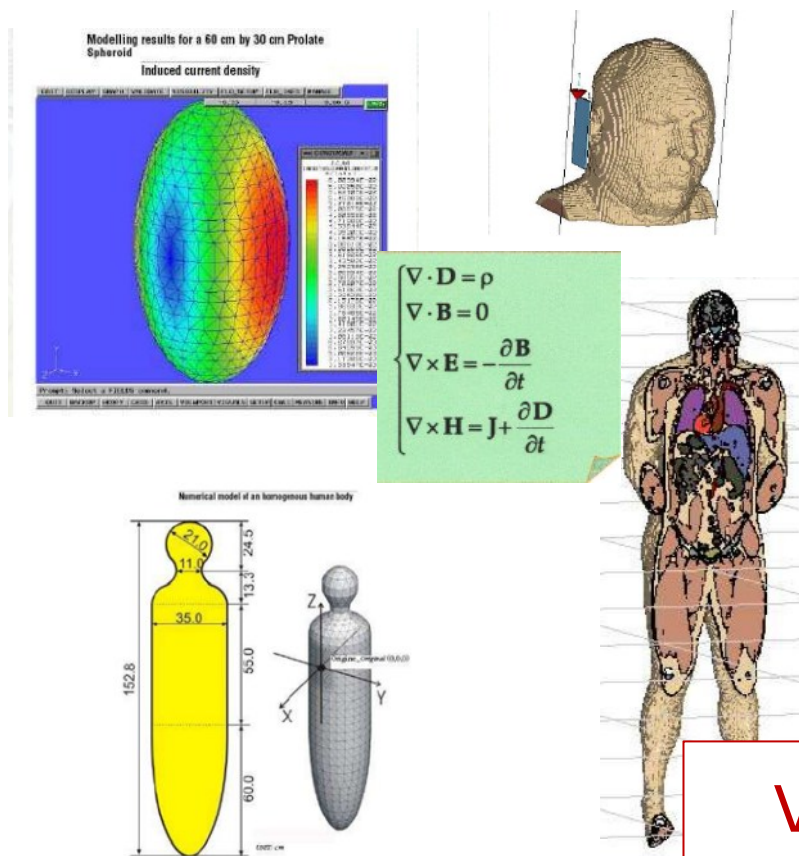
- Grandezze di base (dosimetriche)
- Grandezze di riferimento (ambientali)



- ❖ Ai fini precauzionali (per tenere conto di fattori d'incertezza quali variabilità interindividuale, ecc.) per i **limiti di esposizione** si applicano dei **fattori di riduzione** rispetto ai **valori di soglia** accertati per l'insorgenza degli effetti acuti
- ❖ Tanto le soglie degli effetti quanto i **limiti di base** sono espressi in termini di grandezze che **correlano l'effetto osservato con il livello di esposizione** presente all'interno del corpo umano (grandezze dosimetriche)
- ❖ I fattori di riduzione sono differenziati per le esposizioni dei **lavoratori** e della **popolazione**
- ❖ I **lavoratori esposti a CEM** sono **informati/formati** e sottoposti a **sorveglianza sanitaria** (esposizione consapevole e controllata)
- ❖ Per la **popolazione generale**, che include anche individui con **rischi particolari**, si applica un **ulteriore fattore di riduzione** (per gli effetti d'interferenza con i **dispositivi medici** si applicano restrizioni specifiche)

Valutazione dei Limiti di base (VLE)

Dosimetria numerica



Dosimetria sperimentale



$$SAR = \frac{\sigma \cdot |E_{int}|^2}{\rho}$$
$$SAR = c \cdot \frac{\partial T}{\partial t}$$



Valutazioni complesse!

Dai Limiti di Base ai Livelli di Riferimento

LIVELLI DI RIFERIMENTO (VA) Grandezze ambientali



- Campo elettrico ambientale E [V/m]
- Campo magnetico ambientale H [A/m]
- Induzione magnetica B [T]
- Densità di potenza ambientale S [W/m²]

LR ricavati dai LB mediante modelli dosimetrici *semplificati e cautelativi*
Il rispetto dei LR assicura il non superamento dei LB in condizioni di esposizione standardizzate (stima conservativa)

LIMITI DI BASE (VLE) Grandezze dosimetriche

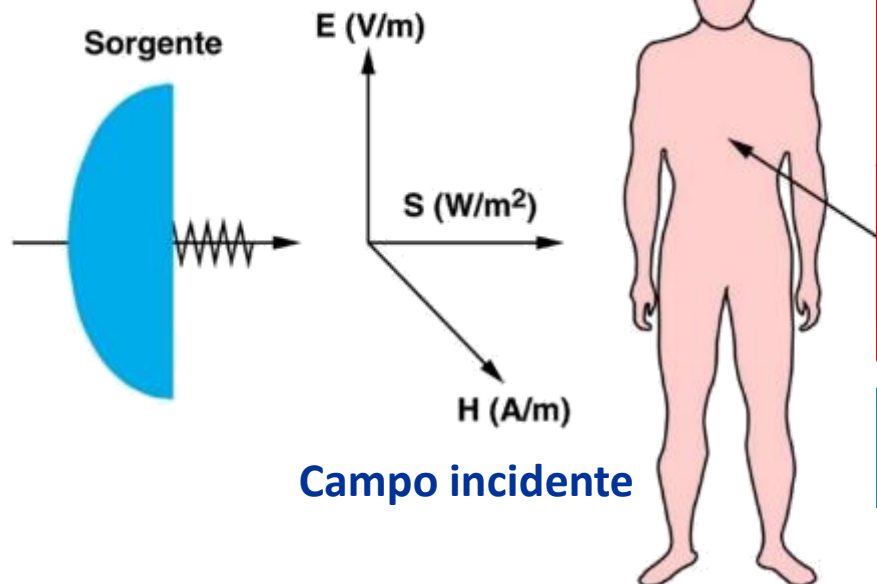


- Induzione magnetica esterna B_0 [T]
- Densità di corrente J [A/m²]
- Campo elettrico interno E_{int} [V/m]
- Tasso di assorbimento specifico SAR [W/kg]
- Assorbimento specifico SA [J/kg] (effetti uditivi)
- Densità di potenza incidente S [W/m²]

Le Linee Guida ICNIRP 2020 hanno in parte rivisto le definizioni dei LB e LR tra 100 kHz e 300 GHz

Ulteriori LR (VA) per gli effetti indiretti

- Correnti di contatto
- Scariche elettriche
- Interferenza con dispositivi medici



Valutazione dei Livelli di Riferimento (VA)

**Grandezze
AMBIENTALI**



Recepimento Linee guida ICNIRP in Europa

Le Linee Guida ICNIRP costituiscono il riferimento scientifico su cui sono basate le normative europee per la:

- ❖ **Esposizione a CEM della popolazione generale**
Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE
(in parte recepita dai DPCM 8/7/2003)
- ❖ **Esposizione a CEM dei lavoratori**
Direttiva 2013/35/UE
(recepita nel Titolo VIII – Capo IV del D.Lgs. 81/2008
attraverso il D.Lgs. 159/2016)



Raccomandazione 1999/519/CE



INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION



ICNIRP GUIDELINES

FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING
ELECTRIC, MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC
FIELDS (UP TO 300 GHz)

PUBLISHED IN: **HEALTH PHYSICS** 74 (4):494-522; 1998

Limiti ICNIRP 1998
per la popolazione

30. 7. 1999

IT

Gazzetta ufficiale delle Comunità europee

L 199/59



II

(Atti per i quali la pubblicazione non è una condizione di applicabilità)

CONSIGLIO

RACCOMANDAZIONE DEL CONSIGLIO

del 12 luglio 1999

relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz

(1999/519/CE)

Applicazione Raccomandazione 1999/519/CE



EUROPEAN COMMISSION

Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs

Industrial Transformation and Advanced Value Chains
Advanced Engineering and Manufacturing Systems

Subject: Application of Council Recommendation 1999/519/EC of 12 July 1999

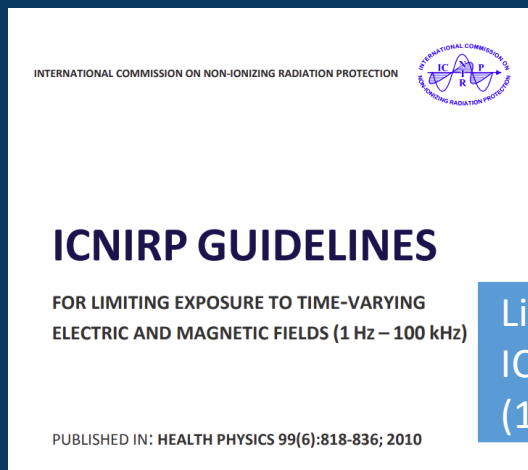
The European Commission confirmed the COUNCIL RECOMMENDATION of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) (1999/519/EC) as state of the art and hence as the basis for TC106X general public EMF/RF product standards.

Brussels,
GROW/C3/DP/mm (2016) 2534933

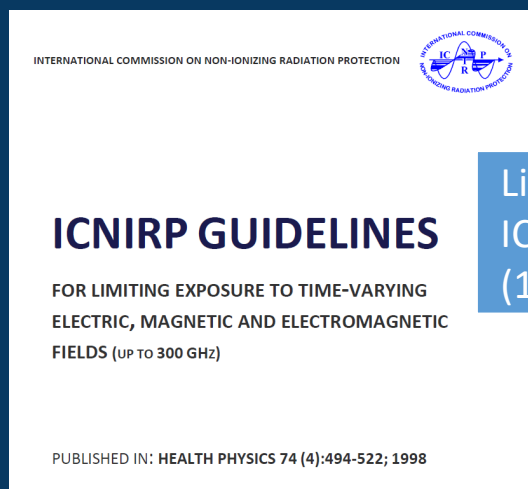
29 AVR. 2016

2016

Direttiva 2013/35/UE

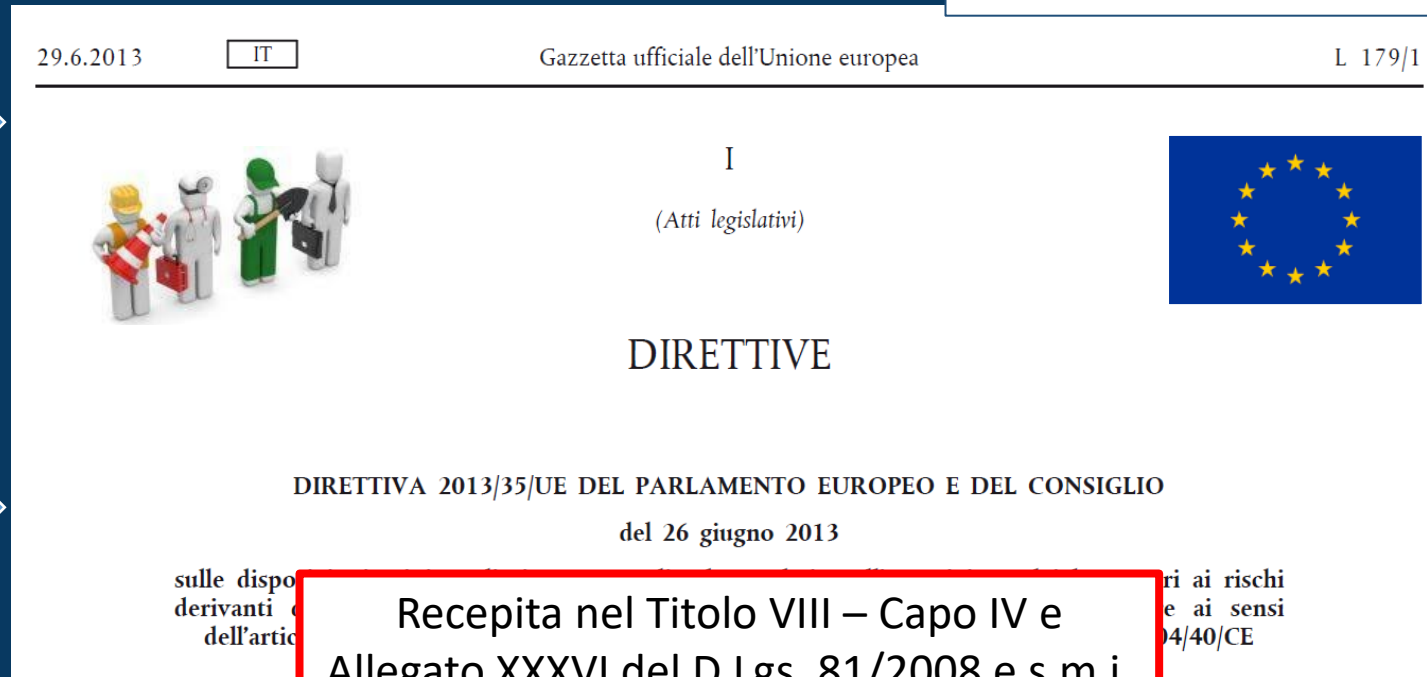
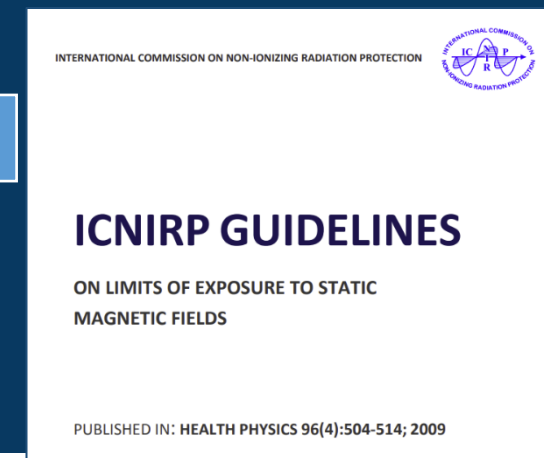
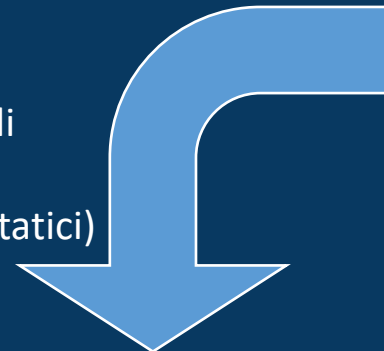


Limiti occupazionali
ICNIRP 2010
(1 Hz – 100 kHz)



Limiti occupazionali
ICNIRP 1998
(100 kHz – 300 GHz)

Limiti occupazionali
ICNIRP 2009
(campi magnetici statici)



Definizioni dei limiti: Concetti simili ma denominazioni diverse

	GRANDEZZE DOSIMETRICHE		GRANDEZZE AMBIENTALI	
 Linee Guida ICNIRP	Limiti di base (LB)		Livelli di riferimento (LR)	
 Raccomandazione 1999/519/CE	Limiti di base (LB)		Livelli di riferimento (LR)	
 Direttiva 2013/35/UE	Valori limite di esposizione (VLE) relativi agli effetti sensoriali	Valori limite di esposizione (VLE) relativi agli effetti sanitari	Livelli di azione (LA) inferiori	Livelli di azione (LA) superiori
 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.	Valori limite di esposizione (VLE) relativi agli effetti sensoriali	Valori limite di esposizione (VLE) relativi agli effetti sanitari	Valori di azione (VA) inferiori	Valori di azione (VA) superiori

Programma

❖ Richiami sugli effetti biofisici dell'esposizione a CEM (0 Hz – 300 GHz)

- Effetti biofisici diretti
- Effetti biofisici indiretti
- Basi scientifiche dei limiti di esposizione

❖ Normativa di riferimento

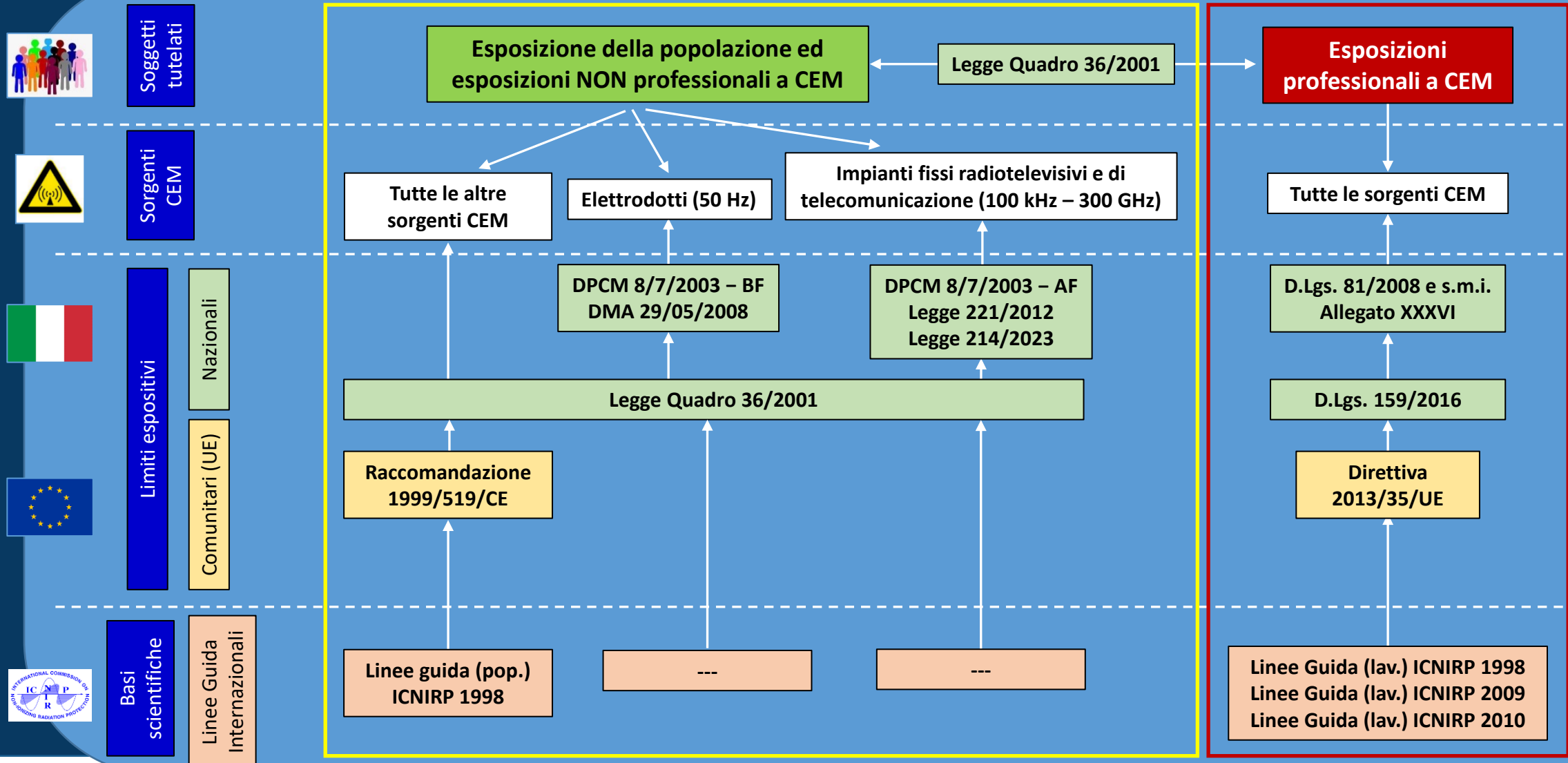
- Raccomandazione 1999/519/CE e Direttiva 2013/35/UE
- Legge 36/2001 e decreti attuativi
- D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.
- Norme tecniche e banche dati

❖ Valutazione e gestione del rischio CEM

- Processo di valutazione del rischio CEM
- Misure di prevenzione e protezione
- Lavoratori particolarmente sensibili al rischio
- Formazione specifica e Sorveglianza sanitaria



Quadro legislativo nazionale



Peculiarità della legislazione nazionale



- Per alcune tipologie di sorgenti (**elettrodotti e impianti fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi**) l'Italia ha adottato un **approccio normativo cautelativo** fissando limiti più restrittivi nei confronti di possibili effetti a lungo termine conseguenti ad esposizioni prolungate nel tempo per bassi livelli di campo
- La legislazione nazionale ha inoltre introdotto per i lavoratori la **distinzione tra esposizioni professionali e non professionali**, non esplicita nella normativa europea
- Le esposizioni non professionali dei lavoratori sono da assimilare all'esposizione della popolazione

Esposizione professionale dei lavoratori a CEM



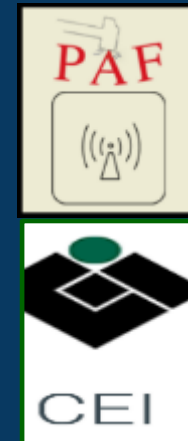
Legge 22 febbraio 2001, n. 36

“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”

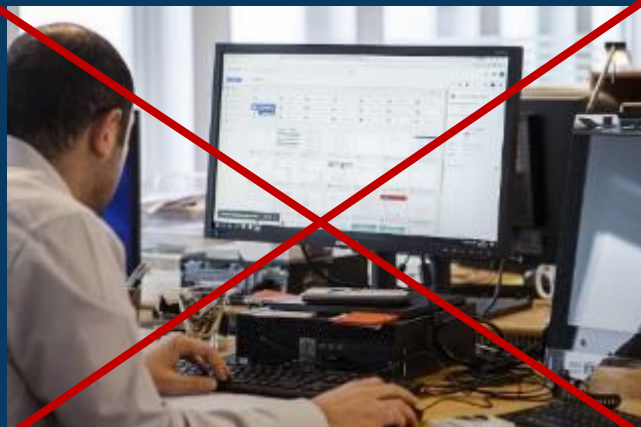
Articolo 3

- lett. f)** **esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici:** è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specificata attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- lett. g)** **esposizione della popolazione:** è 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

- Sono da intendersi come **esposizioni di carattere professionale** quelle strettamente correlate e necessarie alla specifica mansione assegnata
- Le eventuali esposizioni a CEM non correlate con la specifica mansione del lavoratore devono essere contenute entro i limiti fissati dalla normativa vigente per la tutela della popolazione



Esposizioni professionali a CEM



Esposizioni professionali a CEM

Valori Limite di Esposizione (VLE)



D.lgs. 81/2008 – Art. 207 (Definizioni)

d) Valori limite di esposizione (VLE)

Valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare sulla base degli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e la stimolazione elettrica dei tessuti

e) VLE relativi agli effetti sanitari

VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare

f) VLE relativi agli effetti sensoriali

VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi transitori delle percezioni sensoriali e a modifiche minori nelle funzioni cerebrali

I VLE sono grandezze interne al corpo umano (grandezze di base) di norma non direttamente misurabili, richiedono complesse valutazioni mediante esperimenti di laboratorio o simulazioni numeriche

Esposizioni professionali ai CEM

Valori di Azione (VA)



D.lgs. 81/2008 – Art. 207 (Definizioni)

g) Valori di Azione (VA)

Livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE e, ove appropriato, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione

I VA sono espressi in termini di grandezze fisiche ambientali e perciò sono direttamente misurabili

I VA sono derivati dai VLE attraverso considerazioni dosimetriche a ritroso basandosi sulle condizioni di esposizione nel peggior caso di accoppiamento ed introducendo opportuni margini di sicurezza

Nel campo di frequenza 1 Hz – 10 MHz (effetti non termici) i Valori di Azione si articolano in:

- **VA inferiori** per la protezione dagli effetti sensoriali e sanitari
- **VA superiori** per la protezione dagli effetti sanitari (non da quelli sensoriali a meno che siano applicate misure specifiche di prevenzione e protezione)

Sussistono inoltre **VA per gli effetti indiretti**, per la protezione dalle correnti di contatto (1 Hz – 110 MHz), dalle interferenze con i dispositivi medici impiantati attivi (campi magnetici statici) e dal rischio magnetopropulsivo (0–1 Hz)

Esposizioni *non* professionali dei lavoratori a CEM

Definizioni dei limiti



Legge quadro 36/2001 – Art. 3 (definizioni)

- **Limite di esposizione**: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che **non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori**
- **Valore di attenzione**: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e **nei luoghi adibiti a permanenze prolungate** [...] esso costituisce **misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine** e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge
- **Obiettivo di qualità**: valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico ai fini della **progressiva minimizzazione dell'esposizione** ai campi medesimi [...]

Esposizioni *non* professionali a CEM Elettrodotti (50 Hz)



DPCM 8/7/2003 ELETTRODOTTI	INTERVALLO DI FREQUENZA	CAMPO ELETTRICO (VALORE EFFICACE)	CAMPO MAGNETICO (VALORE EFFICACE)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
Artt. 3-5	50 Hz	5 kV/m	Valore di induzione magnetica 100 μT (valore efficace su base istantanea)	<u>Limiti di esposizione</u> Valore di campo elettrico e di campo magnetico (induzione magnetica), considerato come valore di immissione definito ai fini della tutela della salute dagli effetti acuti. Il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione.
			Valore di induzione magnetica 10 μT (mediana su 24 h per permanenze ≥ 4 h)	<u>Valore di attenzione</u> Valore di immissione, definito a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz). Si applica nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere. Il valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
			Valore di induzione magnetica 3 μT (mediana su 24 h per permanenze ≥ 4 h)	<u>Obiettivo di qualità</u> Valore definito ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di rete (50 Hz). Si applica nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio. Il valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Esposizioni *non* professionali a CEM

Sistemi fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi



DPCM 8/7/2003 ALTE FREQUENZE	INTERVALLO DI FREQUENZA	CAMPO ELETTRICO (VALORE EFFICACE)	CAMPO MAGNETICO (VALORE EFFICACE)	DENSITÀ DI POTENZA (VALORE EFFICACE)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
Artt. 3-5 (modif. legge 221/2012)	$0,1 < f \leq 3$ MHz	60 [V/m]	0,2 [A/m]	–	<u>Limiti di esposizione</u>
	$3 < f \leq 3000$ MHz	20 [V/m]	0,05 [A/m]	1 [W/m ²]	Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerati come valore di immissione, definiti ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione.
	$3 < f \leq 300$ GHz	40 [V/m]	0,01 [A/m]	4 [W/m ²]	Sono da intendersi come valori rilevati ad un'altezza di 1,5 m sul piano di calpestio e <u>mediati su qualsiasi intervallo di sei minuti.</u>
	$100 \text{ kHz} < f \leq 300$ GHz	6 [V/m] (media su 24 h)	0,016 [A/m] (media su 24 h)	0,10 [W/m ²] (3 MHz – 300 GHz) (media su 24 h)	<u>Valori di attenzione</u> Si assumono a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine per le esposizioni ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz all'interno di edifici adibiti a permanenze continuative non inferiori a 4 ore giornaliere e nelle pertinenze esterne utilizzate come luoghi abitabili quali balconi, terrazzi e cortili, esclusi i lastrici solari. Sono da intendersi come valori rilevati a un'altezza di 1,5 m dal piano di calpestio come <u>media dei valori nell'arco delle 24 ore.</u>
		6 [V/m] (media su 24 h)	0,016 [A/m] (media su 24 h)	0,10 [W/m ²] (3 MHz – 300 GHz) (media su 24 h)	<u>Obiettivi di qualità</u> Definiti come valori di immissione, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate , ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Sono da intendersi come valori rilevati a un'altezza di 1,5 m dal piano di calpestio come <u>media dei valori nell'arco delle 24 ore.</u>

**Legge 214/2023
(art. 10)**

Esposizioni *non* professionali a CEM

Sistemi fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi



DPCM 8/7/2003 ALTE FREQUENZE	INTERVALLO DI FREQUENZA	CAMPO ELETTRICO (VALORE EFFICACE)	CAMPO MAGNETICO (VALORE EFFICACE)	DENSITÀ DI POTENZA (VALORE EFFICACE)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
Artt. 3-5 (modif. legge 221/2012 e legge 214/2023)	$0,1 < f \leq 3 \text{ MHz}$	60 [V/m]	0,2 [A/m]	–	<u>Limiti di esposizione</u>
	$3 < f \leq 3000 \text{ MHz}$	20 [V/m]	0,05 [A/m]	1 [W/m ²]	Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerati come valore di immissione, definiti ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione.
	$3 < f \leq 300 \text{ GHz}$	40 [V/m]	0,01 [A/m]	4 [W/m ²]	Sono da intendersi come valori rilevati ad un'altezza di 1,5 m sul piano di calpestio e <u>mediati su qualsiasi intervallo di sei minuti.</u>
	$100 \text{ kHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	15 [V/m]	0,039 [A/m] (media su 24 h)	0,59 [W/m ²] (3 MHz – 300 GHz) (media su 24 h)	<u>Valori di attenzione</u> Si assumono a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine per le esposizioni ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz all'interno di edifici adibiti a permanenze continuative non inferiori a 4 ore giornaliere e nelle pertinenze esterne utilizzate come luoghi abitabili quali balconi, terrazzi e cortili, esclusi i lastrici solari. Sono da intendersi come valori rilevati a un'altezza di 1,5 m dal piano di calpestio come <u>media dei valori nell'arco delle 24 ore.</u>
		15 [V/m]	0,039 [A/m] (media su 24 h)	0,59 [W/m ²] (3 MHz – 300 GHz) (media su 24 h)	<u>Obiettivi di qualità</u> Definiti come valori di immissione, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate , ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Sono da intendersi come valori rilevati a un'altezza di 1,5 m dal piano di calpestio come <u>media dei valori nell'arco delle 24 ore.</u>

Esposizioni *non* professionali a CEM

Altre sorgenti



DPCM 8/7/2003- Alte frequenze (Art. 1 – comma 4)

*A tutela dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, generati da **sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi**, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999 (**Raccomandazione 1999/519/CE**)*

DPCM 8/7/2003- Basse frequenze (Art. 1 – comma 3)

*A tutela delle esposizioni a campi a frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, generati da **sorgenti non riconducibili agli elettrodotti**, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999 (**Raccomandazione 1999/519/CE**)*

Confronto limiti per le esposizioni a CEM

Riferimenti legislativi nazionali ed <i>europei</i>	Limiti	Frequenza								
		50 Hz (Elettrodotti)		100 MHz (FM)	400 MHz (DVB-T)	900 MHz (2G-GSM)	1800 MHz (2G-GSM)	2100 MHz (3G-UMTS)	2600 MHz (4G-LTE)	3700 MHz (5G)
 Popolazione ed Esposizioni non professionali Legge 36/2001 DPCM 8/7/2003 Legge 221/2012 Legge 214/2023	Limiti di esposizione	5 kV/m	100 μT	20 V/m	20 V/m	20 V/m	20 V/m	20 V/m	20 V/m	40 V/m
	Valori di attenzione	–	10 μT	15 V/m	15 V/m	15 V/m	15 V/m	15 V/m	15 V/m	15 V/m
	Obiettivi di qualità	–	3 μT	25 V/m	15 V/m	15 V/m	15 V/m	15 V/m	15 V/m	15 V/m
 Popolazione Raccomandazione 1999/519/CE	Livelli di riferimento	5 kV/m	100 μT	28 V/m	28 V/m	41 V/m	58 V/m	61 V/m	61 V/m	61 V/m
 Esposizioni professionali D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. (Direttiva 2013/35/UE)	Valori (livelli) di azione	10 kV/m	1 mT	61 V/m	60 V/m	90 V/m	127 V/m	140 V/m	140 V/m	140 V/m
		20 kV/m	6 mT							

Norme tecniche CEI



- Il Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) propone, elabora, pubblica e divulga **norme tecniche** che costituiscono il riferimento per la **presunzione di conformità alla “regola dell’arte”** di prodotti, processi, sistemi e impianti elettrici (Legge 186/1968)
- Il **CEI rappresenta** l’Italia presso gli **organismi di normazione europea** (CENELEC) e **internazionale** (IEC)
- Il CEI CT-106 elabora rapporti, guide e norme tecniche sui **metodi di valutazione, calcolo e misura** dell’esposizione umana (popolazione e lavoratori) ai campi elettromagnetici (0 Hz – 300 GHz) orientati alla **verifica di conformità ai limiti normativi**

Norma CEI EN 50499 (2020)

Art. 209 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.
Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione



The screenshot shows the MYNORMA website interface. At the top, there is a navigation bar with links for NORME, ABBONAMENTI, SW & LIBRI, and CORSI. Below this, a breadcrumb trail indicates the path: Home / Ricerca / Risultati / CEI EN 50499. The main content area has a green header with 'IN VIGORE' and a star icon. The title 'CEI EN 50499' is prominently displayed, followed by the classification 'Classificazione CEI: 106-23'. The subtitle reads 'Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici'. On the right side of the main area, there is a document icon and the text 'CEI NORMA' with a question mark icon. At the bottom, technical details are provided: DATA PUBBLICAZIONE: 2020-01, INIZIO VALIDITÀ: 2020-02, LINGUA: EN, PAGINE: 42, FASCICOLO: 17197 E, AMBITO DI APPLICABILITÀ: INTERNAZIONALE, and COMITATO: CEI-CT106.

MYNORMA
COMITATO
Elettrotecnico
ITALIANO

NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI

Home / Ricerca / Risultati / CEI EN 50499

IN VIGORE

CEI EN 50499

Classificazione CEI: **106-23**

Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici

CEI
NORMA

DATA PUBBLICAZIONE: 2020-01
LINGUA: EN
FASCICOLO: 17197 E
COMITATO: CEI-CT106

INIZIO VALIDITÀ: 2020-02
PAGINE: 42
AMBITO DI APPLICABILITÀ: INTERNAZIONALE

La presente Norma fornisce una procedura generale per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici nei luoghi di lavoro al fine di determinare la conformità ai valori limite di esposizione e/o ai livelli di azione come indicato nella Direttiva Europea 2013/35/EU con lo scopo di proteggere i lavoratori dai rischi per la loro salute e sicurezza derivanti o che potrebbero derivare dall'esposizione a campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) durante il loro lavoro. Lo scopo di questa Norma è di specificare come eseguire una valutazione iniziale dei livelli di esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici (CEM), includendo, se necessario, una valutazione specifica di tali livelli mediante calcoli e/o misure, e di determinare se sia necessario effettuare una dettagliata analisi del rischio di esposizione ai campi elettromagnetici. Tale Norma può essere utilizzata dai datori di lavoro per la valutazione del rischio e, ove richiesto, per la misurazione e/o il calcolo dell'esposizione dei lavoratori. La Norma consente di effettuare una prima valutazione che, in funzione dei risultati, potrà essere esaustiva oppure potrà richiedere ulteriori analisi e approfondimenti, anche avvalendosi di altre norme per lo specifico luogo di lavoro. È previsto che gli utenti di questa Norma consultino la legislazione nazionale al fine di identificare le normative e i regolamenti nazionali che possono introdurre requisiti aggiuntivi non coperti dalla presente Norma.

Guida CEI 106-45 (Guida CEM)



MYNORMA
COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI

Home / Ricerca / Risultati / CEI 106-45

IN VIGORE ⓘ

CEI 106-45

Classificazione CEI: **106-45**

Guida CEM - Guida alla valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 300 GHz nei luoghi di lavoro

DATA PUBBLICAZIONE: **2021-01** INIZIO VALIDITÀ: **2021-01**
LINGUA: **IT** PAGINE: **144**
FASCICOLO: **17850** AMBITO DI APPLICABILITÀ: **NAZIONALE**
COMITATO: **CEI-CT106**

Art. 209 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione

La Guida CEM 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 campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (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 contenuti della

Norma CEI EN 50499:2020 - Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici e la disciplina sulla protezione dalle esposizioni ai CEM ai sensi della legislazione nazionale vigente.

Nel contempo, la Guida CEM intende fornire chiarimenti interpretativi agli operatori per la valutazione dell'esposizione e del rischio CEM nei luoghi di lavoro, rivolgendosi anche a coloro che non hanno specifiche conoscenze e competenze tecniche in materia.

Negli Allegati alla Guida sono, inoltre, forniti approfondimenti su alcuni temi specifici, integrando i diversi riferimenti legislativi, tecnico-normativi e della letteratura scientifica italiana e internazionale secondo un approccio multidisciplinare. La Guida è corredata anche di alcune schede sinottiche di supporto alla valutazione del rischio relative a specifiche tipologie di sorgenti. L'art. 209 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. individua le norme tecniche del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) come riferimento per la valutazione dei rischi e l'identificazione dell'esposizione ai CEM.

Norma CEI 211-6

Art. 5 DPCM 8/7/2003 – BF

Tecniche di misurazione e determinazione dei livelli di esposizione



COMITATO
Elettrotecnico
ITALIANO

NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI

IN VIGORE ⓘ

CEI 211-6

Classificazione CEI: **211-6**

Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana



CEI
GUIDA
ⓘ

DATA PUBBLICAZIONE: 2001-01	INIZIO VALIDITÀ: 2001-02
LINGUA: IT	PAGINE: 104
FASCICOLO: 5908	EDIZIONE: PRIMA
AMBITO DI APPLICABILITÀ: NAZIONALE	COMITATO: CEI-CT106

La presente Guida fornisce indicazioni per la scelta della strumentazione e delle modalità di esecuzione delle misure dei campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (0 Hz - 10 kHz), in vista della caratterizzazione dell'esposizione umana.

La Guida è essenzialmente basata sulla Norma IEC 61786 del 1998, ma integra le prescrizioni in essa contenute sulla strumentazione e sulle modalità di misura con altre informazioni ritenute di estrema utilità per l'esecuzione corretta e accurata delle misure. Tali informazioni riguardano

essenzialmente:

- le caratteristiche fisiche dei campi;
- i meccanismi di interazione tra i campi elettrici e magnetici e il corpo umano;
- le caratteristiche fondamentali di diversi tipi di sorgente (impianti elettrici, apparecchiature elettriche ed elettroniche);
- i metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici prodotti da linee e stazioni elettriche.

La Guida è rivolta a diversi tipi di utilizzatori, quali i costruttori di strumenti di misura, i progettisti e gli esercenti di impianti elettrici, i costruttori di apparecchiature elettriche ed elettroniche, i laboratori di prova, gli organismi di certificazione e gli enti di verifica.

Guida CEI 211-7

Art. 6 DPCM 8/7/2003 – AF

Tecniche di misurazione e determinazione dei livelli di esposizione



NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI

IN VIGORE ⓘ

CEI 211-7

Nuova edizione
in arrivo!

Classificazione CEI: **211-7**

Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana

DATA PUBBLICAZIONE: **2001-01**

LINGUA: **IT**

FASCICOLO: **5909**

AMBITO DI APPLICABILITÀ: **NAZIONALE**

INIZIO VALIDITÀ: **2001-02**

PAGINE: **92**

EDIZIONE: **PRIMA**

COMITATO: **CEI-CT106**



CEI
GUIDA
ⓘ

La presente Guida fornisce indicazioni per la scelta della strumentazione e delle modalità di esecuzione delle misure dei campi elettromagnetici ad alta frequenza (10 kHz - 300 GHz), in vista della caratterizzazione dell'esposizione umana.

La Guida è stata elaborata tenendo conto di una serie di documenti tecnici normativi disponibili (progetti di norme IEC e CENELEC, norme IEEE, norme nazionali, documenti tecnici aziendali, ecc.) e integra le prescrizioni sulla strumentazione e sulle modalità di misura con altre informazioni ritenute di estrema utilità per l'esecuzione corretta e accurata delle misure. Tali informazioni riguardano essenzialmente:

- le caratteristiche fisiche dei campi;
- i meccanismi di interazione tra i campi elettrici e magnetici e il corpo umano;
- le caratteristiche fondamentali di diversi tipi di sorgente (impianti di telecomunicazione, apparecchiature elettriche ed elettroniche);
- i metodi di calcolo dei campi elettromagnetici prodotti da impianti di telecomunicazione.

La Guida è rivolta a diversi tipi di utilizzatori, quali i costruttori di strumenti di misura, i progettisti e gli esercenti di impianti di telecomunicazione, i costruttori di apparecchiature elettriche ed elettroniche, i laboratori di prova, gli organismi di certificazione e gli enti di verifica.

Evoluzione della Norma

- CEI 211-7/E (2019-11) Stazioni radio base
Allegato - In vigore
- CEI 211-7/B (2016-05) Sistemi radar
Allegato - In vigore
- CEI 211-7/E (2013-09) Radiodiffusione
Allegato - Sostituita
- CEI 211-7/D (2010-11) Radiodiffusione
Allegato - In vigore
- CEI 211-7/C (2010-01) Sistemi BWA
Allegato - In vigore
- CEI 211-7/B (2008-01) Centraline di monitoraggio
Allegato - Sostituita
- CEI 211-7/A (2006-05) Centraline di monitoraggio
Allegato - In vigore
- CEI 211-7 (2001-01) Guida - In vigore

Guida CEI 211-10

Art. 14 Legge 221/2012
Tecniche di calcolo previsionale



NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI CONVENZIONI

[Home](#) / [Ricerca](#) / [Risultati](#) / CEI 211-10

IN VIGORE ?

CEI 211-10

Classificazione CEI: **211-10**

Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza



CEI
GUIDA
?

DATA PUBBLICAZIONE: **2024-06**

LINGUA: IT

FASCICOLO: **20256**

INIZIO VALIDITÀ: **2024-07**

PAGINE: **160**

COMITATO: **CEI-CT106**

Questa Guida ha lo scopo di indicare le metodologie previsionali per verificare che una Stazione Radio Base (SRB) rispetti i limiti normativi definiti dalla legislazione italiana per l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici ad alta frequenza generati intenzionalmente da apparati di telecomunicazione. La Guida intende essere d'ausilio a tutti coloro – gestori, costruttori, installatori, ispettori, enti pubblici – che sono, a vario titolo,

Evoluzione della Norma

CEI 211-10 (2024-06)
Guida - In vigore

● **CEI 211-10;V2 (2021-02)**
Variante - Sostituita

● **CEI 211-10;V1 (2004-01)**
Variante - Sostituita

● **CEI 211-10 (2002-04)**
Guida - Sostituita

telecomunicazioni in oggetto, sia al
posizione ai campi elettromagnetici
di altre possibili sorgenti di campo
to la Guida si applica nell'intervallo di
n oggetto sostituisce completamente
anti, che rimangono applicabile fino al



Portale Agenti Fisici Indicazioni operative

Art. 209 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione



Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro
delle Regioni e delle Province autonome

Decreto Legislativo 81/2008
Titolo VIII, Capo IV e s.m.i.
Protezione dei lavoratori dai rischi di
esposizione a campi elettromagnetici

Indicazioni operative

*Revisione 01: approvata dal gruppo di lavoro Agenti Fisici il 18/03/2019
approvata dall'Area Prevenzione e Sanità Pubblica della Commissione Salute il 20/06/2019*

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



Portale Agenti Fisici Banca dati

Art. 209 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.
Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione

ELETTROMAGNETICI: MACCHINARI: 154 MISURE: 116

Banca Dati Campi Elettromagnetici - CEM o NIR

Marca:

Modello:

Tipologia:

Alimentazione:

Misure di tutela:

1 2 3 4 5 6 7 **Avanti**



Tipologia: Antenne delle stazioni radiobase -INTERNO zona acc[...]
Tutti - TUTTI
Alimentazione: NON IDENTIFICATA



Tipologia: Antenne stazione radiobase: AREE LIBERO ACCESSO AL[...]
Tutti - TUTTI
Alimentazione: NON IDENTIFICATA



Tipologia: Appareti di comunicazione senza fili es. WI-Fi o B[...]
Tutti - Tutti
Alimentazione: NON IDENTIFICATA



Tipologia: Appareti di comunicazione senza fili es. WI-Fi o B[...]
Tutti - Tutti
Alimentazione: Elettrica 220V-380V

PAF

[Home](#)

[Rumore](#)

[Vibrazioni Mano-Braccio](#)

[Vibrazioni Corpo Intero](#)

[Campi Elettromagnetici](#)

[Descrizione del rischio](#)

[Guida all'uso](#)

[Banca dati](#)

[Banca dati](#)

[Valutazione](#)

[Normativa](#)

[Calcolo esposizione](#)

[Prevenzione e protezione](#)

[Documentazione](#)

[FAQ](#)

[Radiazioni Ottiche Artificiali](#)

[Radiazioni Ottiche Naturali](#)

[Radiazioni Ionizzanti Naturali](#)

[Radiazioni Ionizzanti Artificiali](#)

[Atmosfere Iperbariche](#)

INAIL

Regione Toscana

SST

Servizio Sanitario della Toscana

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE

EMILIA-ROMAGNA

Azienda

Unità Sanitaria Locale di Modena

Newsletter

Per essere aggiornato
iscriviti alla newsletter
PAF

eventi

ECM

**Rischio di Esposizione
da Agenti Fisici Negli
Ambienti di Lavoro:**

CEM E RO

Webinar

1 mar 2021

Corso

**Valutatore radiazioni
ottiche**

Webinar

1-8-15-20 apr 2021

Guida Europea non Vincolante per l'attuazione della Direttiva 2013/35/UE



Programma

❖ Richiami sugli effetti biofisici dell'esposizione a CEM (0 Hz – 300 GHz)

- Effetti biofisici diretti
- Effetti biofisici indiretti
- Basi scientifiche dei limiti di esposizione

❖ Normativa di riferimento

- Raccomandazione 1999/519/CE e Direttiva 2013/35/UE
- Legge 36/2001 e decreti attuativi
- D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.
- Norme tecniche e banche dati

❖ Valutazione e gestione del rischio CEM

- Processo di valutazione del rischio CEM
- Misure di prevenzione e protezione
- Lavoratori particolarmente sensibili al rischio
- Formazione specifica e Sorveglianza sanitaria



Valutazione del rischio CEM (art. 209)

«Art. 209 (Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione). — 1. Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 181, il datore di lavoro valuta tutti i rischi per i lavoratori derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e, quando necessario, misura o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati tenendo anche conto delle guide pratiche della Commissione europea, delle pertinenti norme tecniche europee e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), delle specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6 del presente decreto, e delle informazioni reperibili presso banche dati dell'INAIL o delle regioni. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati, inoltre, tenendo anche conto delle informazioni sull'uso e sulla sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature, ovvero dei livelli di emissione indicati in conformità alla legislazione europea, ove applicabili alle condizioni di esposizione sul luogo di lavoro o sul luogo di installazione.



Valutazione del rischio CEM (art. 209)

D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. – Art. 209, commi 3 e 4

3. La valutazione, la misurazione e il calcolo non devono necessariamente essere effettuati in luoghi di lavoro accessibili al pubblico, ove si sia già proceduto ad una valutazione conformemente alle disposizioni relative alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai CEM e risultino rispettate per i lavoratori le restrizioni previste dalla Raccomandazione 1999/519/CE e siano **esclusi rischi relativi alla sicurezza**
4. La valutazione, la misurazione e il calcolo non devono necessariamente essere effettuati ove siano utilizzate dai lavoratori, conformemente alla loro destinazione d'uso, attrezzature destinate al pubblico, conformi a norme di prodotto dell'Unione europea che stabiliscano livelli di sicurezza più rigorosi rispetto a quelli previsti dal presente capo, e non sia utilizzata nessun'altra attrezzatura

Processo di valutazione del rischio CEM

CENSIMENTO SORGENTI CEM



SORGENTI GIUSTIFICABILI?



VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE



**IDENTIFICAZIONE
LAVORATORI ESPOSTI**



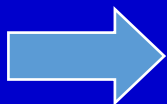
Legge 36/2001



**D.Lgs. 81/2008
All. XXXVI**



**VALUTAZIONE
DEL RISCHIO**



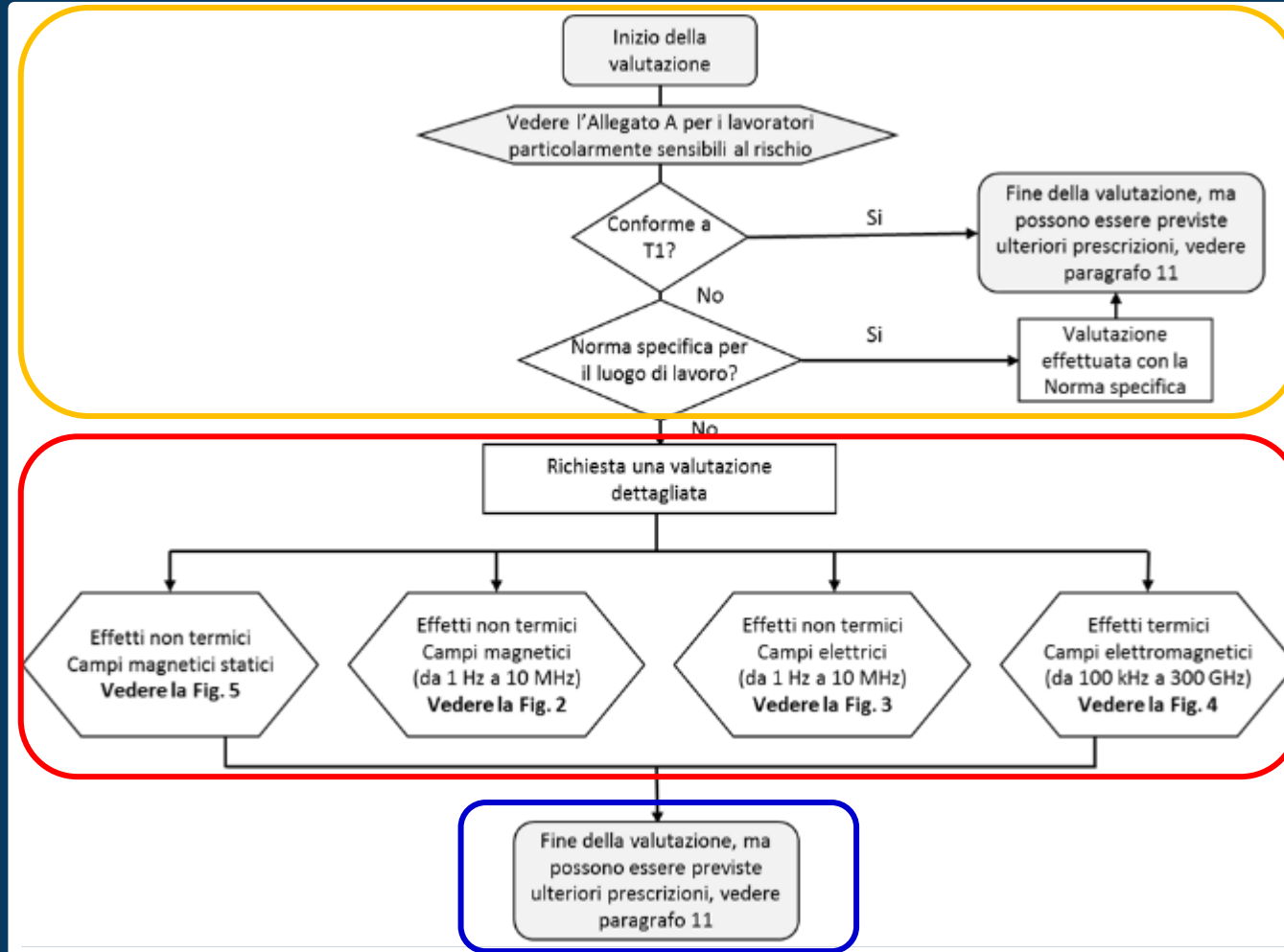
**MISURE DI PREVENZIONE, PROTEZIONE
e SORVEGLIANZA SANITARIA**



**VALUTAZIONE DEL
RISCHIO RESIDUO**

Norma CEI EN 50499 (2020)

Procedura generale di valutazione dell'esposizione CEM



Valutazione documentale



Valutazione tramite misurazioni o calcoli



- Limiti nazionali
- Lavoratori particolarmente sensibili al rischio

Luoghi e Sorgenti CEM conformi a priori (*giustificabili*)

TABELLA 1 – CEI EN 50499 (2020)

Voce	Descrizione	Note
T.1.1	Luoghi di lavoro aperti al pubblico	I luoghi di lavoro aperti al pubblico e conformi ai limiti di esposizione indicati nella Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/CE sono ritenuti conformi.
T.1.2	Apparecchiature con marcatura CE valutate come idonee all'uso da parte della popolazione, sulla base delle Norme armonizzate per i CEM (vedere gli esempi dell'Allegato C).	L'apparecchiatura deve essere installata e utilizzata in conformità alle istruzioni del costruttore.
T.1.3	Apparecchiature immesse sul mercato europeo in conformità alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE , come prescritto dalle pertinenti Direttive alla commercializzazione, in particolare, quelle in conformità alle corrispondenti Norme armonizzate elencate nella GUUE. Nell'allegato C sono riportati esempi in tal senso	Alcune apparecchiature immesse sul mercato europeo possono anche essere conformi alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE, pur non avendo ricevuto il marchio CE, per esempio, se fanno parte di un'installazione.



Sorgenti CEM nei luoghi di lavoro: Esposizioni ambientali



Sorgenti CEM nei luoghi di lavoro: Esposizioni ambientali



**IL PROCESSO AUTORIZZATIVO (ARPA E COMUNI) ASSICURA IL
RISPETTO DEI LIMITI PER LE ESPOSIZIONI RESIDENZIALI
(TUTELA DELLA POPOLAZIONE)**

Sorgenti CEM nei luoghi di lavoro: Esposizioni NON PROFESSIONALI



Sorgenti CEM nei luoghi di lavoro: Esposizioni NON PROFESSIONALI



**DA ASSIMILARE ALLE ESPOSIZIONI RESIDENZIALI
(POPOLAZIONE)
(art. 3, c.2, lett. g) legge 36/2001)**



**SOLO SORGENTI CEM GIUSTIFICABILI (TAB. 1 NORMA CEI EN 50499)
OSSIA CONFORMI AI LIMITI DI ESPOSIZIONE PER LA POPOLAZIONE**

Sorgenti giustificabili (?)



**EVENTUALI
MISURE ORGANIZZATIVE**



**ADEGUATO DISTANZIAMENTO
DELLE POSTAZIONI VDT**



TABELLA 1 – CEI EN 50499 (2020)

Voce	Descrizione	Note
T.1.19	Reti di alimentazione elettrica (50 Hz) nei luoghi di lavoro e nei circuiti di distribuzione e trasmissione dell'elettricit� che attraversano o sorvolano il luogo di lavoro. Le esposizioni ai campi elettrici e magnetici sono considerate separatamente. I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi magnetici: • tutte le installazioni elettriche o i singoli circuiti con valore nominale della corrente di fase non superiore a 100 A; • [...]	Ai sensi della legge 36/2001, nei luoghi adibiti a permanenze prolungate (≥ 4 ore giornaliere) deve essere verificato il rispetto del Valore di attenzione ($10 \mu\text{T}$) e/o dell'Obiettivo di qualit� ($3 \mu\text{T}$) del DPCM 8 luglio 2003 BF 

Sorgenti CEM nei luoghi di lavoro: Esposizioni PROFESSIONALI

Eventualmente presenti in:

- ✓ Laboratori
- ✓ Cabine elettriche
- ✓ Impianti
- ✓ Officine



Sorgenti CEM nei luoghi di lavoro: Esposizioni PROFESSIONALI

Eventualmente

✓ Laboratori

✓ Cabine elettrotelecomunicazioni

✓ Impianti

✓ Officine

**DURANTE LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITA' SPECIFICHE
CORRELATE E NECESSARIE ALLA MANSIONE ASSEGNATA
(art. 3, c.2, lett. f) legge 36/2001)**

**NECESSARIO APPROFONDIMENTO DELLA VALUTAZIONE
(LISTA SORGENTI TAB. 2 NORMA CEI EN 50499)**

Luoghi e sorgenti CEM non conformi a priori:



APPROFONDIMENTO DELLA VALUTAZIONE



Misure tecniche, organizzative e procedurali

TABELLA 2 – CEI EN 50499 (2020)

Voce	Descrizione	Note
T.2.3	Reti di alimentazione elettrica nei luoghi di lavoro e nei circuiti di distribuzione e trasmissione dell'elettricità che sorvolano il luogo di lavoro che non soddisfano i criteri della Tabella 1.	Le installazioni elettriche o i circuiti con valore nominale della corrente di fase superiore a 100 A necessitano di un'ulteriore valutazione

Luoghi e Sorgenti CEM non conformi a priori

TABELLA 2 – CEI EN 50499 (2020)

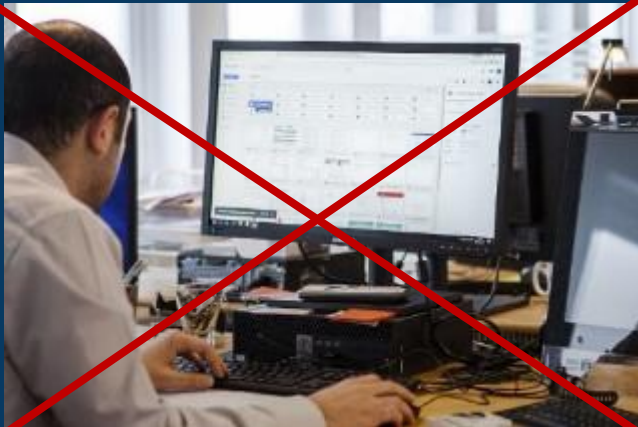
Voce	Descrizione	Note
T.2.4	Riscaldamento dielettrico	
T.2.5	Saldatura dielettrica	
T.2.6	Riscaldamento a induzione	
T.2.7	Saldatura ad induzione	
T.2.8	Apparecchiatura di sigillatura ad induzione	
T.2.9	Ispezione tramite particelle magnetiche	
T.2.10	Magnetizzatori/smagnetizzatori industriali	blocco di nastri magnetici.
T.2.11	Riscaldatori ed essiccatori industriali a microonde	
T.2.12	Dispositivi al plasma in RF	
T.2.13	Saldatrici manuali a resistenza	scarica dei condensatori (saldatura a punti, continua, ecc.).
T.2.14	Processi di saldatura manuale ad arco	Compresi MIG, MAG e TIG.
T.2.15	Apparecchiatura per il trattamento corona delle superfici	
T.2.16	Apparecchiature per la verniciatura elettrostatica	

APPROFONDIMENTO DELLA VALUTAZIONE



Misure tecniche, organizzative e procedurali

Identificazione dei lavoratori esposti



Esiti della valutazione dell'esposizione

Se dalla valutazione dell'esposizione si evince che:

LIVELLI DI ESPOSIZIONE AL DI SOPRA DEI LIMITI PER LA POPOLAZIONE

SE GIUSTIFICATA DALLA MANSIONE (*Esposizioni professionali*)

Si applicano:

- ✓ Limiti D.Lgs. 81/2008 (art. 208 e Allegato XXXVI)
- ✓ Misure tecniche, organizzative e procedurali (art. 210 D.Lgs. 81/2008)
- ✓ Informazione e formazione (art. 210-*bis*)
- ✓ Sorveglianza sanitaria (art. 211)

SE NON GIUSTIFICATA DALLA MANSIONE (*Esposizioni non professionali*)

Si applicano:

- ✓ Limiti Legge 36/2001 o Racc. 1999/519/CE
- ✓ Misure tecniche, organizzative e procedurali (art. 210 D.Lgs. 81/2008)
- ✓ Adattamento delle misure di tutela ai lavoratori a rischio particolare (art. 210 comma 2)

Metodi di valutazione del rischio CEM

- Di norma, una semplice valutazione qualitativa del rischio CEM può essere sufficiente laddove sia verificato che **tutti i luoghi di lavoro e tutte le attrezzature in uso sono conformi a priori ai limiti per la popolazione** ai sensi della norma CEI EN 50499 (2020-11) e siano adottate le **misure di tutela per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio**
- Quando questo non sia verificato e i campi sono prevedibilmente più intensi, è necessario effettuare una **valutazione più approfondita** che potrebbe richiedere una valutazione quantitativa anche sulla base di **calcoli o misurazioni** per stabilire l'entità dei rischi (art. 209 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Misure di riduzione del rischio



Misure di prevenzione

Riducono la probabilità di accadimento dell'evento pericoloso



Misure organizzative



Misure di protezione

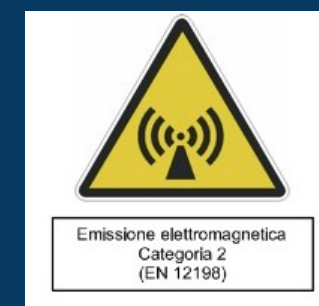
Riducono la gravità dell'evento pericoloso



Misure tecniche e procedurali

Misure organizzative di prevenzione

- ❖ Installazione e disposizione spaziale (*layout*) degli apparati
- ❖ Delimitazione e segnalazione delle aree → zonizzazione
- ❖ Interventi sulle sorgenti CEM e acquisto di nuovi macchinari → UNI EN 12198



Pittogrammi di segnalazione



Campo elettromagnetico

W005

UNI EN ISO 7010:2020



Campo magnetico

W006

UNI EN ISO 7010:2020



Vietato l'accesso ai portatori
di dispositivi cardiaci impiantabili attivi

P007

UNI EN ISO 7010:2020

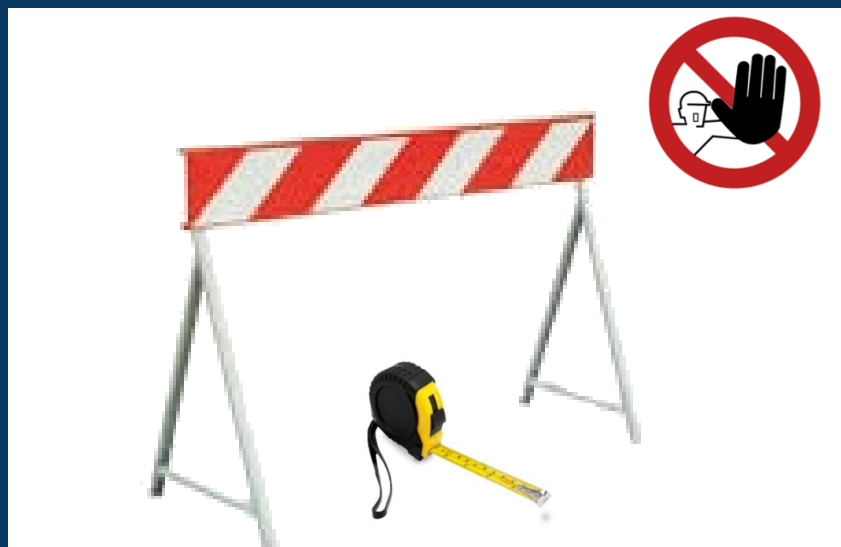


Vietato l'accesso ai portatori
di impianti metallici

P014

UNI EN ISO 7010:2020

Delimitazione e segnalazione delle aree Zonizzazione

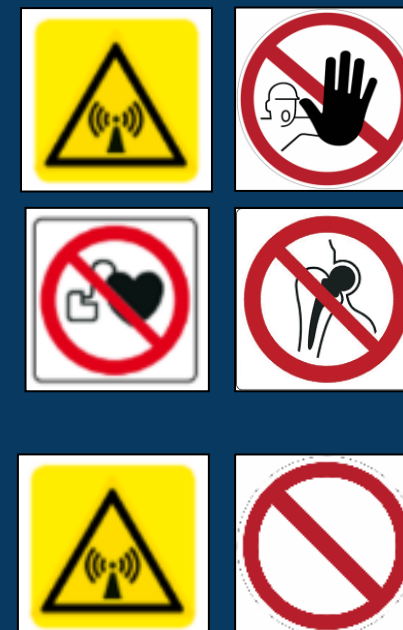


Zonizzazione (CEI EN 50499)



E' la principale misura organizzativa per **prevenire le esposizioni indebite ai CEM nei luoghi di lavoro e i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione**

Zona 0	Esposizione conforme ai LR della Raccomandazione 1999/519/CE ovvero tutte le sorgenti CEM sono giustificate (Tab. 1 CEI EN 50499:2020) • accessibile al pubblico e a tutti i lavoratori • eventuali restrizioni per i portatori di DMIA (VA 0,5 mT per CMS)
Zona 1a	Esposizione conforme ai limiti per gli effetti sensoriali (VA_{inf} o VLE_{sens}) • accesso limitato ai soli lavoratori esposti per motivi professionali • accesso non consentito ai lavoratori con rischi specifici
Zona 1b	Esposizione conforme ai limiti per gli effetti sanitari (VA_{sup} o VLE_{san}) • accesso limitato ai soli lavoratori esposti per motivi professionali • accesso non consentito ai lavoratori con rischi specifici • possono essere necessarie misure di controllo per limitare gli effetti sensoriali ed escludere rischi per la sicurezza
Zona 2	L'esposizione può superare i VLE per gli effetti sanitari ✓ accesso vietato a chiunque (salvo deroghe di legge) ✓ accesso consentito ai soli lavoratori esposti per motivi professionali qualora siano attuate misure correttive per ridurre l'esposizione almeno entro i VLE_{san} e siano esclusi rischi per la sicurezza



Zonizzazione (CEI 106-45)

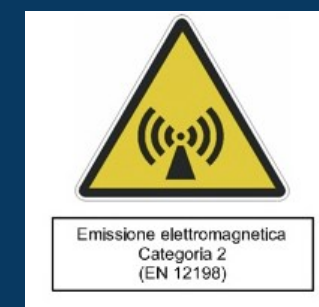
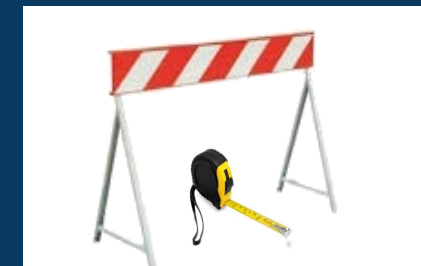


Zona 0a	Esposizione conforme ai Limiti di esposizione per la popolazione e ai Valori di attenzione e Obiettivi di qualità dei DPCM 8/7/2003 • accessibile al pubblico e a tutti i lavoratori anche per permanenze prolungate • eventuali restrizioni per i portatori di DMIA (VA 0,5 mT per CMS)
Zona 0b	Esposizione conforme ai Limiti di esposizione per la popolazione ma possono essere superati i Valori di attenzione e Obiettivi di qualità dei DPCM 8/7/2003 • accessibile al pubblico e a tutti i lavoratori • non consentite le permanenze prolungate (≥ 4 h) • eventuali restrizioni per i portatori di DMIA (VA 0,5 mT per CMS)
Zona 1a	Esposizione conforme ai limiti per gli effetti sensoriali (VA_{inf} o VLE_{sens}) • accesso limitato ai soli lavoratori esposti per motivi professionali • accesso non consentito ai lavoratori con rischi specifici
Zona 1b	Esposizione conforme ai limiti per gli effetti sanitari (VA_{sup} o VLE_{san}) • accesso limitato ai soli lavoratori esposti per motivi professionali • accesso non consentito ai lavoratori con rischi specifici • possono essere necessarie misure di controllo per limitare gli effetti sensoriali ed escludere rischi per la sicurezza
Zona 2	L'esposizione può superare i VLE per gli effetti sanitari ✓ accesso vietato a chiunque (salvo deroghe di legge) ✓ accesso consentito ai soli lavoratori esposti per motivi professionali qualora siano attuate misure correttive per ridurre l'esposizione almeno entro i VLE_{san} e siano esclusi rischi per la sicurezza



Misure organizzative di prevenzione

- ❖ Installazione e disposizione spaziale (*layout*) degli apparati
- ❖ Delimitazione e segnalazione delle aree → zonizzazione
- ❖ Interventi sulle sorgenti CEM e acquisto di nuovi macchinari → UNI EN 12198



Serie norme UNI EN 12198

Radiazioni non ionizzanti emesse da macchine



**Armonizzate per la Direttiva macchine 2006/42/CE
(recepita dal D.Lgs. 17/2010 – allegato I (RES) comma 1.5.10)**

- UNI EN 12198-1:2009 Principii generali
- UNI EN 12198-2:2009 Procedura di misurazione dell'emissione di radiazione
- UNI EN 12198-3:2008 Riduzioni delle radiazioni per attenuazione o schermatura



Valutazione e riduzione del rischio da parte del fabbricante

Categorie di emissioni

Categoria	Restrizione e protezione	Informazione e formazione
0	Nessuna restrizione	Nessuna informazione necessaria
1	Possono essere necessarie la limitazione dell'accesso e misure di protezione	Su pericoli, rischi ed effetti secondari
2	Restrizioni speciali e misure di protezione sono essenziali	Anche la formazione può essere necessaria



Misure tecniche di protezione DPI/DPC

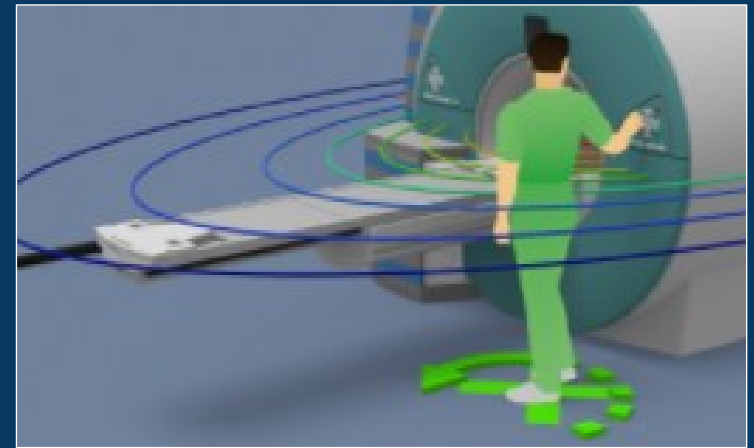


- ❖ Nei casi in cui non siano attuabili le misure tecniche od organizzative che consentono un'adeguata prevenzione e/o protezione collettiva, può essere necessario ricorrere a dispositivi di protezione individuale (DPI) o collettiva (DPC)
- ❖ **L'efficienza dei DPI/DPC per i CEM dipende dalla frequenza del campo**, pertanto i dispositivi adatti per una gamma di frequenza difficilmente sono adatti per altre gamme
- ❖ **La scelta dei DPI/DPC adeguati dipende dalla situazione specifica** e dal tipo di rischi che si devono evitare: in determinate situazioni, calzature, stivali o guanti isolanti o anti-elettricità statica nonché schermature possono essere efficaci nella riduzione dei rischi derivanti dalle scariche elettriche o correnti di contatto
- ❖ Il dispositivo di protezione degli occhi può essere utilizzato, se del caso, per proteggere gli occhi dai campi ad alta frequenza
- ❖ **I DPI/DPC devono essere sottoposti a manutenzione e ispezione adeguate per garantire che siano sempre idonei all'impiego previsto**

Misure procedurali di protezione

Controllo dei movimenti in CMS > 2 T

- ❖ Il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. fissa un **VLE di 2 T** per la protezione dagli **effetti sensoriali** indotti dal **movimento nel campo magnetico statico (CMS)** in *condizioni di lavoro normali*
- ❖ Nel caso in cui siano verificate le condizioni di cui all'art. 208, comma 5, lett. a) del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. per il **superamento dei VLE sensoriali** (*superamento temporaneo giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, rispetto dei VLE sanitari e assenza di rischi per la sicurezza*) devono essere adottate **misure di protezione specifiche** dagli effetti transitori di **vertigini e nausea** indotti dal movimento nel CMS quali il **controllo dei movimenti** (art. 210, comma 6)



Misure procedurali di protezione



Buona pratica:

Il cavo viene allontanato dal corpo del lavoratore, e pertanto l'esposizione viene mantenuta bassa.

I cavi di alimentazione e di ritorno vengono tenuti insieme, per quanto possibile, la cancellazione del campo ridurrà quindi l'intensità dei campi nell'ambiente di lavoro.

Buone pratiche di saldatura



Cattiva pratica:

In questo esempio il lavoratore sostiene il peso del cavo di saldatura sulla spalla. Questo tuttavia avvicina il cavo alla testa e al corpo, aumentando così l'esposizione.

● Il cavo è appeso sulle spalle



Cattiva pratica:

In questo esempio il lavoratore sostiene il peso del cavo di saldatura sulla spalla formando un anello. In questa posizione si avvicina il cavo alla testa e al corpo, aumentando così l'esposizione.

● Il cavo è avvolto intorno al collo

Lavoratori particolarmente sensibili al rischio

D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. – Articolo 209

(Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione)

5. “Nell’ambito della valutazione del rischio... **il datore di lavoro presta particolare attenzione a [...]**
d) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei **lavoratori particolarmente sensibili al rischio**; eventuali effetti sulla salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a rischi particolari, con particolare riferimento ai soggetti portatori di dispositivi medici impiantati, attivi o passivi, o dispositivi medici portati sul corpo e le lavoratrici in stato di gravidanza”



D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. – Articolo 210

(Disposizioni miranti a eliminare o a ridurre i rischi)

3. “Il datore di lavoro [...] **adatta le misure** di cui al presente articolo **alle esigenze dei lavoratori** appartenenti a gruppi **particolarmente sensibili al rischio** [...]

Lavoratori portatori di DMA



In generale:

La conformità ai **livelli di riferimento (LR)** della **Raccomandazione 1999/519/CE** garantisce una protezione adeguata contro le interferenze dei CEM se i dispositivi sono impiantati e programmati secondo le buone pratiche mediche

Tuttavia:

In certi casi sono possibili interferenze con DMA anche per esposizioni CEM < limiti popolazione



Esposizione a campi magnetici statici

- D.Lgs 81/2008 → **VA: 0,5 mT** (pacemakers, defibrillatori)

Esposizione a campi in alta frequenza (CEI EN 50527-1)

- Conformità ai LR **senza includere alcuna media temporale**
- **Distanza di separazione 15 cm** (pacemakers, defibrillatori)

Valutazione esposizione portatori DMA



EN 50527-1

General part covering indirect effects caused by interference with all kinds of AIMD and generic items for subsequent standards for specific AIMD

EN 50527-2-1
Cardiac Pacemaker
specific Part

EN 50527-2-2
ICD specific Part

EN 50527-2-x
specific part for
other AIMD

Norma CEI EN 50527-1 (2017)



**MYNORMA**
COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

NORMEABBONAMENTILIBRI & SOFTWARECORSI DI FORMAZIONE

Home / Ricerca / Risultati / CEI EN 50527-1

IN VIGORE ?

CEI EN 50527-1

Classificazione CEI: **106-33**

Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi

Parte 1: Generalità



CEI
NORMA
?

DATA PUBBLICAZIONE: 2017-09
LINGUA: EN
FASCICOLO: 15679 E

INIZIO VALIDITÀ: 2017-10
PAGINE: 38
COMITATO: CEI-CT106

La presente Norma, predisposta per contribuire a soddisfare i requisiti essenziali della Direttiva 2013/35/EU, descrive la procedura di valutazione del rischio dell'esposizione sul luogo di lavoro a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici di frequenza da 0 Hz a 300 GHz, per i lavoratori che abbiano impiantati dei dispositivi medici attivi. Essa specifica come effettuare una valutazione generale del rischio e come determinare se sia necessario procedere con una ulteriore valutazione dettagliata. In particolare, viene fornita una tabella contenente i luoghi di lavoro conformi a priori per i lavoratori portatori di dispositivi impiantati attivi.

Questa Norma non copre gli effetti indiretti provocati da dispositivi impiantati non attivi e si limita a considerare il rischio causato dal malfunzionamento dei dispositivi impiantati attivi. Le possibilità di contributo al rischio dei dispositivi impiantati, ad esempio la modifica locale del campo elettromagnetico prodotto da una sorgente esterna o il campo elettromagnetico prodotto dallo dispositivo impiantato stesso, sono stabilite nelle rispettive norme di prodotto. In base agli specifici standard del posto di lavoro si può determinare se devono essere adottate misure/azioni preventive per rispettare le disposizioni della direttiva 2013/35/EU. I requisiti prestazionali dei dispositivi medici impiantabili, non considerati da questa norma, sono definiti nelle rispettive norme di prodotto.

Se la valutazione del rischio, effettuata in accordo con questa norma, non conduce a un risultato, disposizioni integrative specifiche per differenti tipi di dispositivi medici impiantati sono fornite dalle relative norme particolari della serie 50527.

La presente Norma sostituisce completamente la Norma CEI EN 50527-1:2013-07, che rimane applicabile fino al 04-07-2019.

Questa Norma viene pubblicata dal CEI nella sola lingua inglese in quanto particolarmente mirata a settori specialistici.

Sorgenti giustificate ed eccezioni per portatori DMA

Tabella 1 CEI EN 50527



Table 1 — Compliant workplaces and equipment with exceptions

Designation of workplace	Examples of equipment	Exceptions and remarks
All places	Lighting equipment	Excluding specialized lighting for industrial purposes where the energy is deployed by microwave or radio frequency fields.
All places	Computer and IT equipment	Provided that such equipment does not contain radio transmission equipment such as RadioLANs, Bluetooth or Mobile Telephony. If such items are included in the equipment, see 5.2.1. Hard disks (other than solid state harddisks) of portable computers and external harddisks should be treated as equipment producing static magnetic fields and be used only with minimum distance of 15 cm between the hard disk and the AIMD.
All places	Computer, tablets and ITE equipment including wireless communication	See 5.2.1. Hard disks (other than solid state harddisks) of portable computers and external harddisks should be treated as equipment producing static magnetic fields and be used only with minimum distance of 15 cm between the hard disk and the AIMD.
All places	Office equipment	Excluding tape erasers.
All places	Mobile phones, smart phones and cordless phones	See 5.2.1 As example for pacemakers and defibrillators the interference distance between source and AIMD is 15 cm for peak powers up to 2 W
All places	Two-way radios	See 5.2.1.
All places	Base stations for DECT cordless phones and WLAN (e.g. Wi-Fi)	See 5.2.1 As example for pacemakers and defibrillators the interference distance between source and AIMD is 15 cm for peak powers up to 2 W

Procedura di valutazione del rischio per i portatori di DMA (derivata da CEI EN 50527-1)



Procedura di valutazione del rischio per i portatori di DMA (derivata da CEI EN 50527-1)

Eeguire una valutazione del rischio specifica seguendo l'Allegato A*

Approccio clinico

(Lavoratore portatore di DMA esposto sul posto di lavoro o in laboratorio sotto supervisione clinica)

Approccio non clinico

(basato sul confronto tra i livelli di esposizione sul posto di lavoro e le specifiche del DMA)

Test provocativo

(L'esposizione dei portatori di DMA è aumentata fino a quando si osserva l'interferenza con il DMA)

Test non provocativo

(Portatore di DMA esposto a livelli di CEM prevedibili per verificare l'assenza di interferenza con il DMA)

Procedura di valutazione del rischio per i portatori di DMIA (derivata da CEI EN 50527-1)

AREE DI ACCESSO

Rilevanti dal punto di vista clinico per gli effetti di interferenza rispetto alla durata

Aree in cui è consentita permanenza continua

Aree in cui è consentita permanenza limitata

Aree ad accesso vietato

Lavoratori portatori di DMP



In generale:

La conformità ai **livelli di riferimento (LR)** della **Raccomandazione 1999/519/CE** garantisce una protezione adeguata contro le interferenze dei CEM se i dispositivi sono impiantati e programmati secondo le buone pratiche mediche

Tuttavia:

In certi casi sono possibili interferenze con DMP anche per esposizioni CEM < limiti popolazione



Esposizione a campi magnetici statici

D.Lgs 81/2008: VA 3 mT

Rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti ad intensità > 100 mT

ICNIRP 2009: LE 0,5 mT

Impianti ferromagnetici

Lavoratrici in stato di gravidanza



Direttiva 92/85/CEE del Consiglio sull'introduzione di misure per incoraggiare il miglioramento della sicurezza e della salute sul lavoro delle lavoratrici gestanti (recepita con **D.Lgs. 645/1996**)

La donna incinta e il prodotto del concepimento sono considerati potenzialmente vulnerabili contro diversi fattori di rischio (agenti fisici, chimici, biologici) incluse le radiazioni non ionizzanti



La conformità ai Livelli di Riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE garantisce una protezione adeguata contro possibili effetti avversi

Informazione e formazione dei lavoratori (art. 210-*bis*)

I lavoratori che potrebbero essere esposti a rischi derivanti da esposizione a CEM sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti devono ricevere una **formazione specifica** con particolare riguardo:

- a) agli eventuali **effetti indiretti** dell'esposizione
- b) alla possibilità di **sensazioni e sintomi transitori** dovuti a effetti sul sistema nervoso centrale o periferico
- c) alla possibilità di **rischi specifici** nei confronti di lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, quali i soggetti **portatori di dispositivi medici o protesi metalliche** e le **lavoratrici in stato di gravidanza**



Un lavoratore che rientri in uno dei gruppi particolarmente al rischio deve essere edotto della necessità di comunicarlo al Medico Competente per effettuare una valutazione specifica dei rischi e, se del caso, per attuare la sorveglianza sanitaria

Sorveglianza sanitaria (artt. 41 e 211)



- **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
- **Visita medica periodica** (di norma **una volta all'anno o con periodicità inferiore** decisa dal Medico Competente con particolare riguardo ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio) volta al controllo dello stato di salute del lavoratore e alla verifica della permanenza dell'idoneità alla mansione specifica
- **Visita medica a richiesta del lavoratore** qualora i disturbi riferiti dal lavoratore (compresi gli effetti sensoriali) 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 VLE, cambio di mansione, malattia con assenza dal lavoro superiore a 60 giorni, ecc.)

Protocolli di sorveglianza sanitaria CEM



Tipologia rischio	Tipologia visita	Periodicità visita	Accertamenti	Periodicità accertamenti
Rischio Campi elettromagnetici - campi magnetici statici e quasi statici (0-1 Hz)	Visita idoneità D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.	12 mesi 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	Elettrocardiogramma - Questionari per impianti attivi e non attivi	24 mesi
		48 mesi per verificare il permanere dell'assenza di condizioni di particolare sensibilità e per effettuare un rinnovo della informazione mirata		
	Visita straordinaria D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. (art. 211, comma 2)	straordinaria in caso di superamento dei VLE o comparsa di effetti indesiderati o inattesi, a fine di 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	Eventuali accertamenti in funzione dell'entità del superamento del VLE e/o degli effetti riferiti (ad es. consulenza oculistica e/o cardiologica)	su richiesta del Medico Competente
Rischio Campi elettromagnetici - campi elettrici e magnetici in bassa frequenza (1 Hz - 10 MHz)	Visita idoneità D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.	12 mesi 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	Elettrocardiogramma - Questionari per impianti attivi e non attivi	24 mesi
		48 mesi per verificare il permanere dell'assenza di condizioni di particolare sensibilità e per effettuare un rinnovo della informazione mirata		
	Visita straordinaria D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. (art. 211, comma 2)	straordinaria in caso di superamento dei VLE o comparsa di effetti indesiderati o inattesi, a fine di 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	Eventuali accertamenti in funzione dell'entità del superamento del VLE e/o degli effetti riferiti (ad es. consulenza oculistica e/o cardiologica)	su richiesta del Medico Competente
Rischio Campi elettromagnetici - campi elettromagnetici in alta frequenza (100 kHz - 300 GHz)	Visita idoneità D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.	12 mesi 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	Analisi cliniche: emocromo, elettroforesi - Elettrocardiogramma - Questionari per impianti attivi e non attivi	24 mesi
		48 mesi per verificare il permanere dell'assenza di condizioni di particolare sensibilità e per effettuare un rinnovo della informazione mirata		
	Visita straordinaria D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. (art. 211, comma 2)	straordinaria in caso di superamento dei VLE o comparsa di effetti indesiderati o inattesi, a fine di 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	Eventuali accertamenti in funzione dell'entità del superamento del VLE e/o degli effetti riferiti (ad es. consulenza oculistica e/o cardiologica)	su richiesta del Medico Competente

Aggiornamento della valutazione (art. 181)



Le valutazioni devono essere ripetute con **cadenza almeno quadriennale** dall'ultima verifica **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 della valutazione

Deroghe (art. 212)



1. Il Ministero del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con il Ministero della salute, può autorizzare, su richiesta del datore di lavoro e in presenza di specifiche circostanze documentate e soltanto per il periodo in cui rimangono tali, deroghe al rispetto dei VLE di cui all'articolo 208, comma 1, secondo criteri e modalità da definirsi con decreto del Ministro del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con il Ministro della salute, da adottarsi entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore della presente disposizione. Il datore di lavoro informa il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza della richiesta di deroga.

Deroghe (art. 212)



2. L'autorizzazione delle deroghe di cui al comma 1 è subordinata al rispetto delle seguenti condizioni:

- a) dalla valutazione del rischio effettuata conformemente all'articolo 209 risulti dimostrato che i VLE sono superati;
- b) tenuto conto dello stato dell'arte, risultano applicate tutte le misure tecnico-organizzative;
- c) le circostanze giustificano debitamente il superamento dei VLE;
- d) si è tenuto conto delle caratteristiche del luogo di lavoro, delle attrezzature di lavoro e delle pratiche di lavoro;
- e) il datore di lavoro dimostra che i lavoratori sono sempre protetti contro gli effetti nocivi per la salute e i rischi per la sicurezza, avvalendosi in particolare di norme e orientamenti comparabili, più specifici e riconosciuti a livello internazionale;

Deroghe (art. 212)



2. L'autorizzazione delle deroghe di cui al comma 1 è subordinata al rispetto delle seguenti condizioni:

- f) nel caso di **installazione, controllo, uso, sviluppo e manutenzione degli apparati di risonanza magnetica (RM)** per i pazienti nel settore sanitario o della ricerca correlata, **il datore di lavoro dimostra che i lavoratori sono sempre protetti dagli effetti nocivi per la salute e dai rischi per la sicurezza**, assicurando in particolare che siano seguite le istruzioni per l'uso in condizioni di sicurezza fornite dal fabbricante ai sensi del decreto legislativo 24 febbraio 1997, n. 46 e successive modificazioni, concernente "Attuazione della direttiva 93/42/CEE, concernente i dispositivi medici.

Valutazione quantitativa del rischio

- ❖ La valutazione del rischio tiene conto sia della **gravità** di un evento pericoloso sia della **probabilità** che tale evento si verifichi, nonché delle eventuali **misure di prevenzione e protezione** attuate per ridurre il rischio
- ❖ Il rischio residuo può essere calcolato secondo la formula:

$$R = D \times P \times K$$

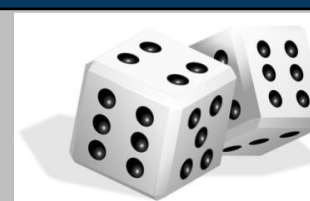
- **R** indice di rischio residuo
- **D** indice di gravità del danno possibile
- **P** indice di probabilità di accadimento del danno
- **K** parametro di riduzione (≤ 1) che tiene conto delle misure di prevenzione e/o protezione attuate



Metodologia quantitativa di valutazione del rischio CEM



$R = D \times P \times K$	Probabilità (P)			
 Gravità (D)	1 Bassa/Improbabile	2 Medio bassa/ Possibile	3 Medio alta/ Probabile	4 Elevata/ Molto probabile
1 Trascurabile/Lieve	1	2	3	4
2 Modesta/Moderata	2	4	6	8
3 Notevole/Grave	3	6	9	12
4 Ingente/Molto grave	4	8	12	16



Valutazione della gravità

→ dipende dai livelli e dalle condizioni di esposizione (misure di protezione)

Indice di gravità (D)	Giudizio	Criteri di definizione
1	Lieve	Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti sensoriali fastidiosi rapidamente reversibili e/o inabilità temporanea.
2	Moderato	Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti sulla salute reversibili e/o inabilità reversibile
3	Grave	Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti sulla salute non reversibili e/o parzialmente invalidanti
4	Molto grave	Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti letali o totalmente invalidanti



Laura Filosa & Vanni Lopresto
*International Journal of Occupational
Safety and Ergonomics (2022)*

Valutazione della gravità

➔ dipende dai livelli e dalle condizioni di esposizione (misure di protezione)

Effetti pericolosi	Livelli di esposizione	Gravità	Indice di gravità (D)
Sensazioni di vertigini e nausea Percezione di lampi di luce (fosfeni)	> VLE sensoriale induzione magnetica esterna (0 Hz) > VA inferiore induzione magnetica (fino a 400 Hz)	Lieve	1
Micro scariche elettriche	> VA inferiore campo elettrico		
Disturbi uditivi da microonde	VLE sensoriale (effetti termici)		
Formicolio dovuto a lieve stimolazione nervosa	> VA superiori		
Sensazione di calore superficiale	> VA effetti termici		



Laura Filosa & Vanni Lopresto
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (2022)

Valutazione della gravità

→ dipende dai livelli e dalle condizioni di esposizione (misure di protezione)

Effetti pericolosi	Livelli di esposizione	Gravità	Indice di gravità (D)
Moderata stimolazione nervosa con contrazione muscolare	> VLE sanitari (effetti non termici)	Moderata	2
Percezione di calore, sudorazione per moderato aumento della temperatura dei tessuti	> VLE sanitari (effetti termici)		



Laura Filosa & Vanni Lopresto
*International Journal of Occupational
Safety and Ergonomics (2022)*

Valutazione della gravità

→ dipende dai livelli e dalle condizioni di esposizione (misure di protezione)

Effetti pericolosi	Livelli di esposizione	Gravità	Indice di gravità (D)
Propulsione di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici	> VA rischio propulsivo (in caso di sorgenti CMS > 100 mT)	Grave	3
Interferenza con dispositivi medici attivi impiantabili o indossabili	> VA interferenza DMIA (CMS > 0,5 mT)	Grave	3
Contrazione dei muscoli, aritmia cardiaca	>> VLE sanitari (effetti non termici)	Grave	3
Aumento considerevole della temperatura dei tessuti, stress termico, ustioni	>> VLE sanitari (effetti termici)		



Laura Filosa & Vanni Lopresto
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (2022)

Valutazione della gravità

→ dipende dai livelli e dalle condizioni di esposizione (misure di protezione)

Effetti pericolosi		Livelli di esposizione	Gravità	Indice di gravità (D)
Accensione di atmosfere infiammabili Innesco di detonatori		> VA inferiore campo elettrico (scariche elettriche)	Molto grave	4



Laura Filosa & Vanni Lopresto
*International Journal of Occupational
Safety and Ergonomics (2022)*

Valutazione della probabilità

→ dipende dalle procedure di lavoro (misure di prevenzione)

Indice di probabilità (P)	Giudizio	Criteri di definizione
1	Bassa/ Improbabile	La mancanza rilevata potrebbe provocare un danno per la concomitanza di più eventi improbabili e indipendenti. Non sono noti episodi già verificatisi; Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe incredulità
2	Medio bassa/ Possibile	La mancanza rilevata può provocare un danno solo in circostanze sfortunate di eventi. Sono noti solo rarissimi episodi già verificatisi. Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe grande sorpresa.



Laura Filosa & Vanni Lopresto
*International Journal of Occupational
Safety and Ergonomics (2022)*

Valutazione della probabilità

→ dipende dalle procedure di lavoro (misure di prevenzione)

Indice di probabilità (P)	Giudizio	Criteri di definizione
3	Medio alta/ Probabile	La mancanza rilevata può provocare un danno anche se non in modo automatico o diretto. Già noto, all'interno dell'unità produttiva, qualche episodio in cui alla mancanza rilevata ha fatto seguito a un danno. Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe una moderata sorpresa.
4	Elevata/ Molto probabile	Esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata ed il verificarsi del danno ipotizzato per i lavoratori. Si sono già verificati danni per la stessa mancanza rilevata in situazioni simili. Il verificarsi del danno alla mancanza rilevata non susciterebbe alcun stupore (in altre parole l'evento sarebbe largamente atteso).



Laura Filosa & Vanni Lopresto
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (2022)

Matrice di valutazione del rischio CEM

	Probabilità (P)			
Gravità (D)	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16

$$R = D \times P \times K$$



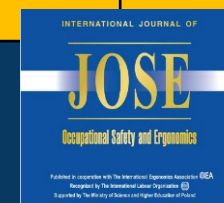
Livello di rischio	Livello di tollerabilità	Priorità di intervento
$R > 8$	Rischio inaccettabile	P1 (immediata)
$4 < R \leq 8$	Rischio non tollerabile	P2 (urgente)
$2 \leq R \leq 4$	Rischio tollerabile	P3 (breve-medio termine)
$R = 1$	Rischio accettabile	P4 (medio-lungo termine)

Livello di rischio	Livello di tollerabilità	Livello di priorità d'intervento
Rischio inaccettabile (Molto elevato) ($R > 8$)	Rischio inaccettabile Rischio che, di fatto, vieta di effettuare il lavoro. Occorre isolare la fonte di rischio dai lavoratori; se tecnicamente non fattibile, prima di esporre i lavoratori al rischio individuato bisogna attuare immediatamente interventi sostitutivi, effettuare un'adeguata formazione ai lavoratori esposti e limitare in ogni caso il tempo di esposizione.	Priorità P1 Le azioni correttive sono indilazionabili e devono essere attuate immediatamente



Laura Filosa & Vanni Lopresto
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (2022)

Livello di rischio	Livello di tollerabilità	Livello di priorità d'intervento
Rischio non tollerabile (Elevato) ($4 < R \leq 8$)	Rischio non tollerabile Sono necessarie azioni correttive per ridurre il rischio al livello minimo ragionevolmente ottenibile. L'intervento di risanamento è da eseguirsi a breve termine, ponendo in atto nel frattempo degli interventi sostitutivi per ridurre temporaneamente il rischio presente, e verificando periodicamente sia la formazione dei lavoratori esposti sia l'attuazione e l'efficacia dei provvedimenti sostitutivi.	Priorità P2 Le azioni correttive sono da programmare e attuare con urgenza (Il DL deve definire un arco temporale congruo misurabile)



Laura Filosa & Vanni Lopresto
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (2022)

Livello di rischio	Livello di tollerabilità	Livello di priorità d'intervento
Rischio tollerabile (Moderato) ($2 \leq R \leq 4$)	Rischio tollerabile Rischio che può essere accettato a condizione di applicare misure per la riduzione del rischio stesso, al fine di ridurlo al livello minimo ragionevolmente ottenibile. Le azioni correttive e/o migliorative sono da attuare nel breve-medio termine, verificando periodicamente sia la formazione dei lavoratori esposti sia l'attuazione e l'efficacia dei provvedimenti.	Priorità P3 Le azioni correttive e/o migliorative sono da programmare e attuare nel breve-medio termine (Il DL deve definire un arco temporale congruo misurabile)



Laura Filosa & Vanni Lopresto
*International Journal of Occupational
Safety and Ergonomics (2022)*

Livello di rischio	Livello di tollerabilità	Livello di priorità d'intervento
Rischio accettabile (Basso) (R = 1)	Rischio accettabile Rischio con il quale si convive. Rischio irrilevante, o per le caratteristiche proprie o in seguito all'applicazione delle misure di prevenzione. Programmazione di eventuali interventi di miglioramento nel medio-lungo periodo. È richiesto il monitoraggio per assicurare che siano mantenuti i controlli.	Priorità P4 Le azioni migliorative sono da programmare e attuare nel medio-lungo termine (Il DL deve definire un arco temporale congruo misurabile)



Laura Filosa & Vanni Lopresto
*International Journal of Occupational
Safety and Ergonomics (2022)*

Metodologia quantitativa per la valutazione del rischio CEM

- **Matrice bidimensionale**
- **Indici specifici**



- **Definizione priorità e interventi da porre in atto**
- **Utile in caso di deroghe**



Laura Filosa & Vanni Lopresto
*International Journal of Occupational
Safety and Ergonomics (2022)*

Per chi volesse approfondire...

“Valutazione e gestione dei rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall’esposizione ai campi elettromagnetici (CEM)” di Laura Filosa e Vanni Lopresto

8 Mar 2021



ASSOCIAZIONE AMBIENTE E LAVORO



International Journal of Occupational Safety and Ergonomics



ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/tose20>

Semi-quantitative methodology to assess health and safety risks arising from exposure to electromagnetic fields up to 300 GHz in workplaces according to Italian regulations

Laura Filosa & Vanni Lopresto

To cite this article: Laura Filosa & Vanni Lopresto (2022): Semi-quantitative methodology to assess health and safety risks arising from exposure to electromagnetic fields up to 300 GHz in workplaces according to Italian regulations, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, DOI: [10.1080/10803548.2022.2077511](https://doi.org/10.1080/10803548.2022.2077511)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/10803548.2022.2077511>



Published online: 11 Jun 2022.

Per chi volesse approfondire...

ingenio[®]
#Sicuro

■ Sicurezza Lavoro | Sicurezza
Data Pubblicazione: 31.01.2024

🕒 11 min

Esposizione umana ai campi elettromagnetici: le peculiarità della legislazione nazionale rispetto alla normativa europea

Nella legislazione italiana in materia di esposizione umana ai campi elettromagnetici si evidenziano alcune peculiarità e disallineamenti rispetto alla normativa europea, con riferimento sia ai limiti nazionali più restrittivi per l'esposizione della popolazione sia alla distinzione tra esposizione professionale e non professionale dei lavoratori. In questo articolo si propone un'analisi del corpus normativo con alcune riflessioni alla luce dei recenti provvedimenti legislativi.

Laura Filosa | Vanni Lopresto

Open Access Article



Assessment and Management of Risks from Occupational Exposure to Electromagnetic Fields (0 Hz to 300 GHz): A Compass to Keep the Right Course Through European and Italian Regulations

by Laura Filosa ¹ ✉ and Vanni Lopresto ^{2,*} ✉

¹ INAIL, Italian National Institute for Insurance against Accidents at Work, 30161 Rome, Italy

² ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, 30161 Rome, Italy

* Author to whom correspondence should be addressed.

Safety 2024, 10(4), 104; <https://doi.org/10.3390/safety10040104>

Submission received: 9 September 2024 / Revised: 30 November 2024 / Accepted: 5 December 2024 /
Published: 12 December 2024



**Grazie
dell'attenzione!**

vanni.lopresto@enea.it