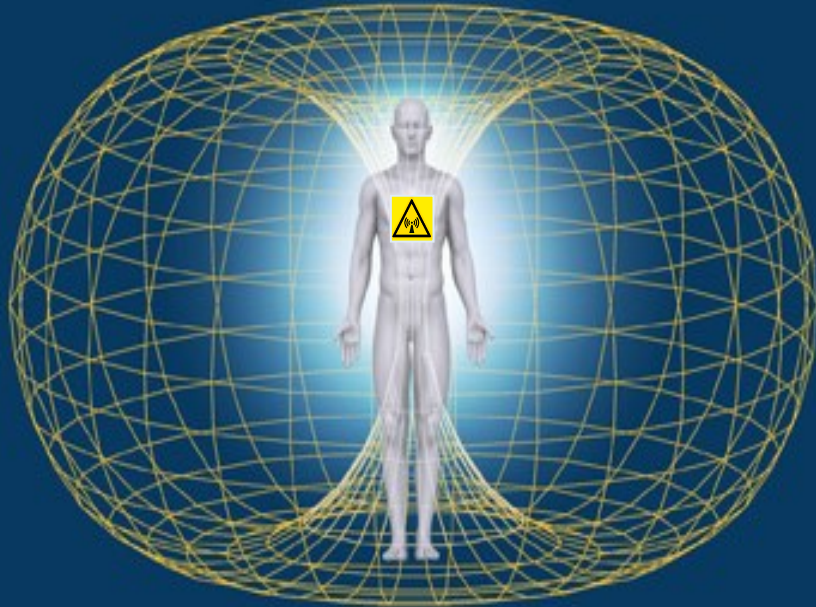


# Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici



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

***Vanni Lopresto***

***ENEA, Direzione Centrale Infrastrutture e Servizi  
Servizio di Prevenzione e Protezione  
Centro Ricerche Casaccia, Roma***

# Docente

## Vanni Lopresto

- 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

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

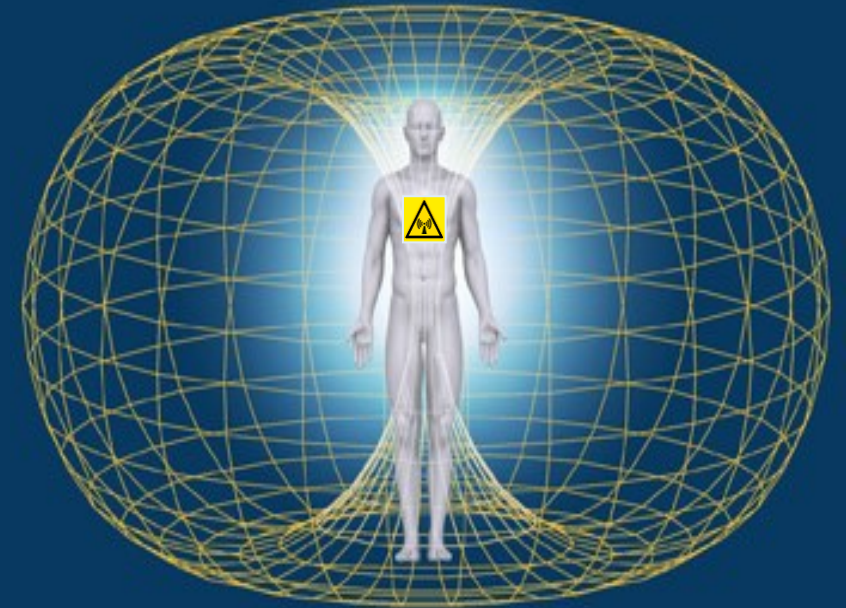
- Effetti biofisici diretti
- Effetti biofisici indiretti
- Criteri dei limiti di esposizione

## ❖ 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

- Identificazione delle sorgenti
- Valutazione dell'esposizione
- Misure di prevenzione e protezione
- Lavoratori particolarmente sensibili al rischio
- Formazione specifica e Sorveglianza sanitaria



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

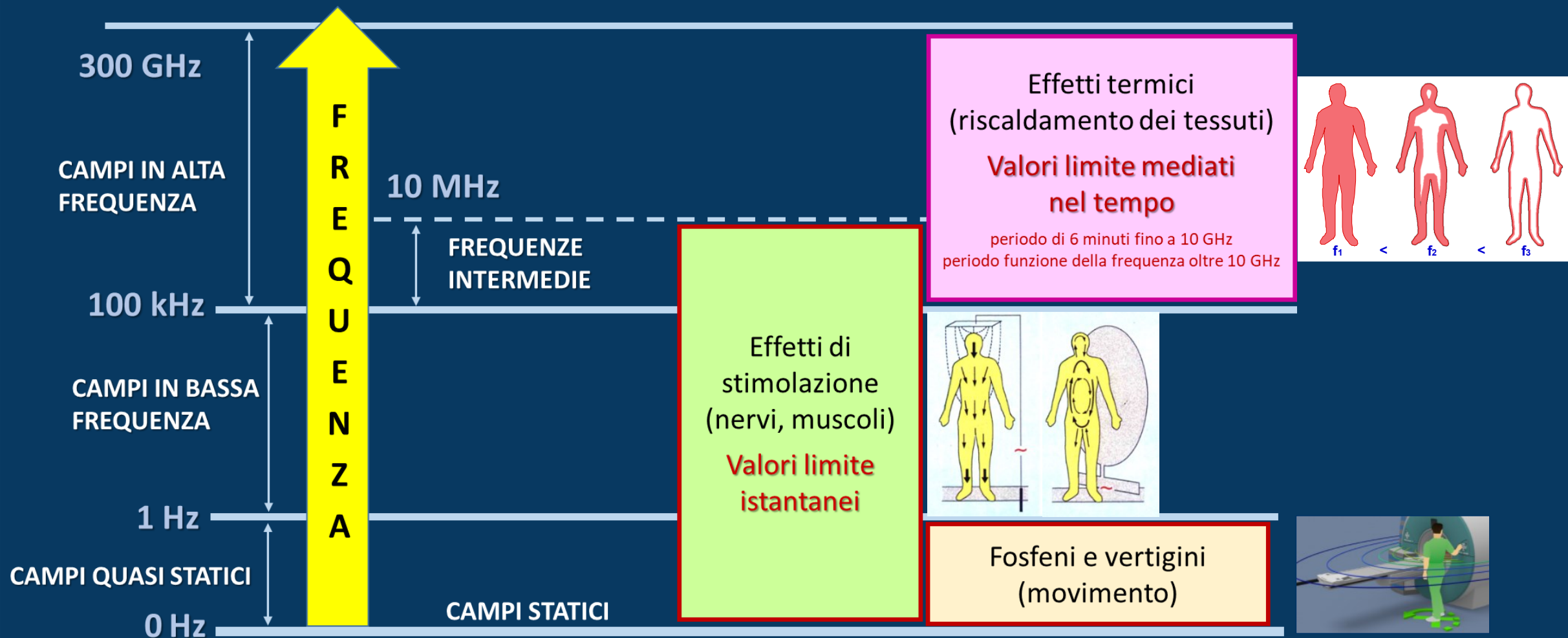
- ❖ **L'esposizione a CEM non provoca necessariamente effetti pericolosi** purché le variazioni indotte siano contenute entro l'intervallo che l'organismo può naturalmente compensare attraverso i meccanismi di riparazione o adattamento
- ❖ **Gli effetti avversi dei CEM accertati scientificamente sono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








**Effetti biofisici diretti  
e indiretti**



# Effetti biofisici diretti dei CEM



# Effetti biofisici indiretti

-  **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

# Soglie degli effetti dell'esposizione a CEM e rischi per la salute e la sicurezza



## Misure tecniche, organizzative e procedurali



# Programma

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

- Effetti biofisici diretti
- Effetti biofisici indiretti
- Criteri 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

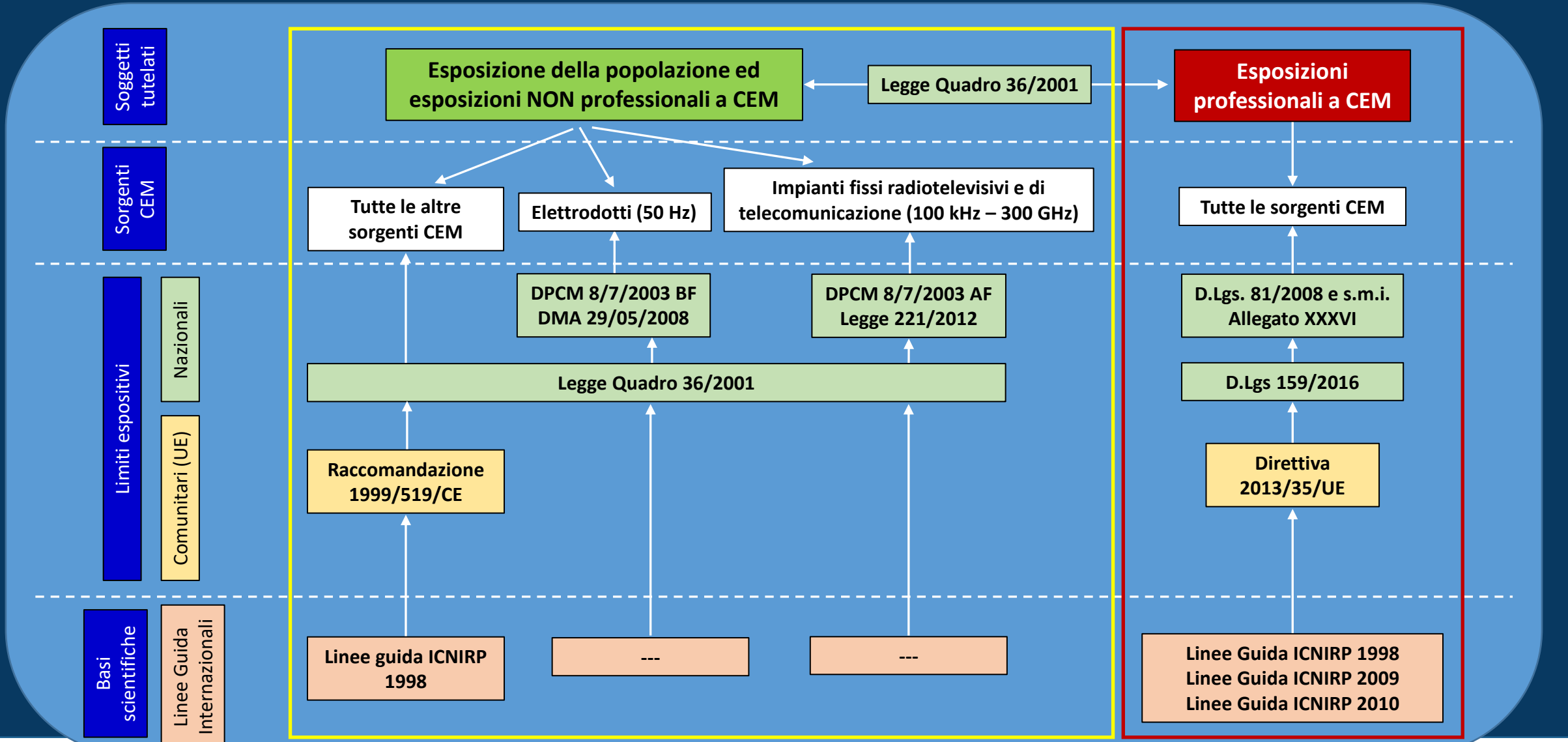
## ❖ Valutazione e gestione del rischio

- Identificazione delle sorgenti
- Valutazione dell'esposizione
- Misure di prevenzione e protezione
- Lavoratori particolarmente sensibili al rischio
- Formazione specifica e Sorveglianza sanitaria





# Quadro normativo di riferimento



# Legislazione nazionale

## Legge 36/2001

*Esposizione dei lavoratori e della popolazione a CEM (0 Hz – 300 GHz)*

DPCM 8/7/2003

**D.P.C.M. 8/7/2003 – SISTEMI FISSI DI TLC e RTV (100 kHz – 300 GHz)**

**D.P.C.M. 8/7/2003 – ELETTRODOTTI (50 Hz)**

**Raccomandazione 1999/519/CE – TUTTE LE ALTRE SORGENTI CEM**

## Direttiva 2013/35/EU

*Esposizione dei lavoratori a CEM (0 Hz – 300 GHz)*

D.Lgs. 159/2016

**D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. (Titolo VIII – Capo IV e Allegato XXXVI) – TUTTE LE SORGENTI CEM**

Popolazione



Esposizioni non professionali

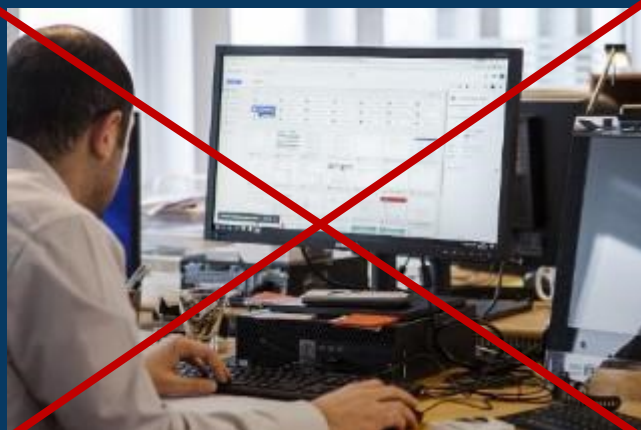
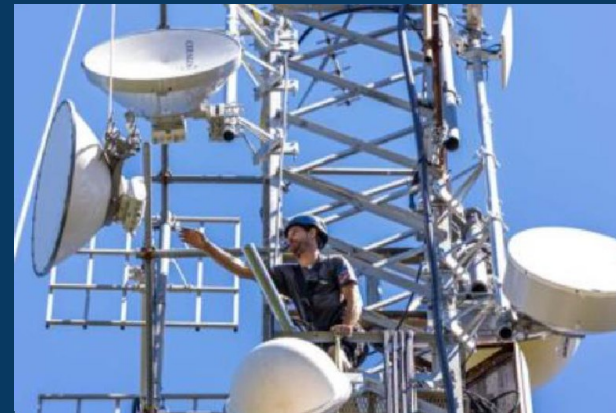


Esposizioni professionali

# Esposizioni dei lavoratori a CEM

- **L'esposizione professionale** riguarda l'esposizione di lavoratori informati/formati sui possibili rischi derivanti dall'esposizione ai CEM (art. 210-*bis* D.lgs. 81/08 e s.m.i.) e sulle misure di tutela da mettere in atto (art. 210 D.lgs. 81/08 e s.m.i.) **durante lo svolgimento di specifiche mansioni** (art. 3, lett. *f*) legge 36/2001) per cui è giustificata un'esposizione a valori di CEM superiori a quelli stabiliti per la popolazione
- I lavoratori esposti ai CEM per motivi professionali devono essere sottoposti a **sorveglianza sanitaria** che attesti il buono stato di salute e l'idoneità alla mansione specifica (artt. 41, 185 e 211 D.lgs. 81/08 e s.m.i.)
- **L'esposizione non professionale** riguarda l'esposizione dei lavoratori durante lo svolgimento di **mansioni che non giustificano un'esposizione a livelli di CEM superiori ai limiti per la popolazione**
- Nelle esposizioni non professionali ricadono anche le esposizioni dei **lavoratori particolarmente sensibili al rischio** (artt. 183 e 209 D.lgs. 81/08 e s.m.i.)

# Esposizione professionale dei lavoratori 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 <b>100 <math>\mu</math>T</b> (valore efficace su base istantanea)	<b>Limiti di esposizione</b> 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. <b>Il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione.</b>
			Valore di induzione magnetica <b>10 <math>\mu</math>T</b> (mediana su 24 h per permanenze $\geq$ 4 h)	<b>Valore di attenzione</b> 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 <b>nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere.</b> Il valore è da intendersi come <b>mediana dei valori nell'arco delle 24 ore</b> nelle normali condizioni di esercizio.
			Valore di induzione magnetica <b>3 <math>\mu</math>T</b> (mediana su 24 h per permanenze $\geq$ 4 h)	<b>Obiettivo di qualità</b> 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 <b>nuovi elettrodotti</b> in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di <b>luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere</b> e nella progettazione di <b>nuovi insediamenti</b> e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio. Il valore è da intendersi come <b>mediana dei valori nell'arco delle 24 ore</b> 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]	-	<b>Limiti di esposizione</b>
	$3 < f \leq 3000$ MHz	20 [V/m]	0,05 [A/m]	1 [W/m <sup>2</sup> ]	Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerati come valore di immissione, definiti ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che <b>non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione.</b>
	$3 < f \leq 300$ GHz	40 [V/m]	0,01 [A/m]	4 [W/m <sup>2</sup> ]	Sono da intendersi come valori rilevati ad un'altezza di 1,5 m sul piano di calpestio e <b>mediati su qualsiasi intervallo di sei minuti.</b>
	$100 \text{ kHz} < f \leq 300$ GHz	6 [V/m]	0,016 [A/m]	0,10 [W/m <sup>2</sup> ] (3 MHz – 300 GHz)	<b>Valori di attenzione</b> 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 <b>all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere e nelle pertinenze esterne utilizzate come luoghi abitabili</b> 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 <b>media dei valori nell'arco delle 24 ore.</b>
		6 [V/m]	0,016 [A/m]	0,10 [W/m <sup>2</sup> ] (3 MHz – 300 GHz)	<b>Obiettivi di qualità</b> Definiti come valori di immissione, <b>calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate</b> , 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 <b>media dei valori nell'arco delle 24 ore.</b>

# Esposizioni *non* professionali ai 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**)*

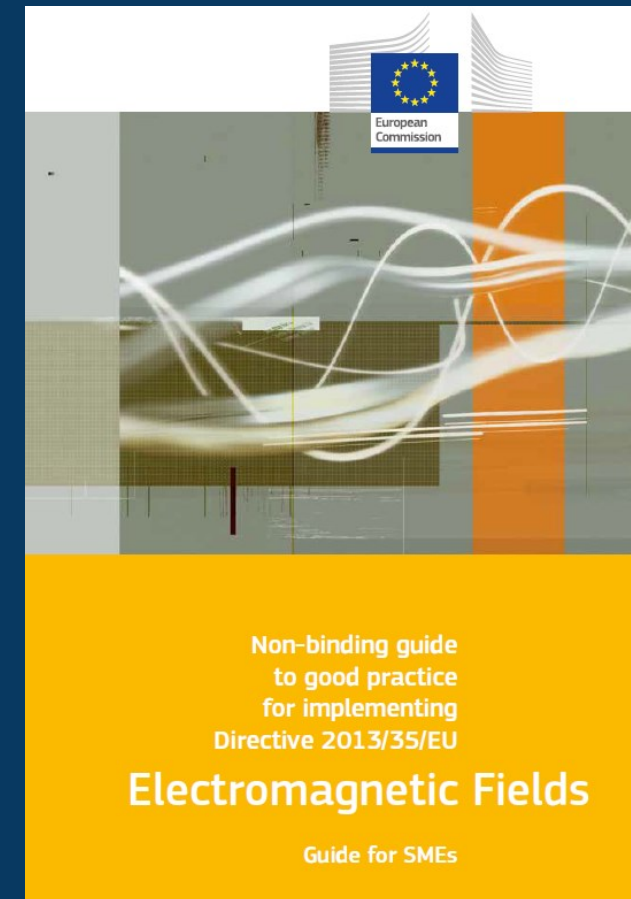
### DPCM 8/7/2003- Basse frequenze (Art. 1 – comma 3)

*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 europei	Limiti	Frequenza								
		50 Hz (Elettrodotti)		100 MHz (FM)	400 MHz (DVBT)	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	Limiti di esposizione	5 kV/m	100 $\mu$ T	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 $\mu$ T	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m
	Obiettivi di qualità	–	3 $\mu$ T	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m
Popolazione Raccomandazione 1999/519/CE	Livelli di riferimento	5 kV/m	100 $\mu$ T	28 V/m	28 V/m	41 V/m	58 V/m	61 V/m	61 V/m	61 V/m
Esposizioni professionali (lavoratori) 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							

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



# Portale Agenti Fisici – Indicazioni operative



COORDINAMENTO  
TECNICO  
INTERREGIONALE  
DELLA PREVENZIONE  
NEI LUOGHI DI LAVORO

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



LETTROMAGNETICI: MACCHINARI: **154** MISURE: **116**

## Banca Dati Campi Elettromagnetici - CEM o NIR

Marca:

Modello:

Tipologia:   
Qualsiasi

Alimentazione:

Misure di tutela:   
Qualsiasi

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

---

	<b>Tipologia:</b> Antenne delle stazioni radiobase, INTERNO zona acc[...] <b>Tutti - TUTTI</b> <b>Alimentazione:</b> NON IDENTIFICATA
	<b>Tipologia:</b> Antenne stazione radiobase: AREE LIBERO ACCESSO AL[...] <b>Tutti - TUTTI</b> <b>Alimentazione:</b> NON IDENTIFICATA
	<b>Tipologia:</b> Appareti di comunicazione senza fili es. Wi-Fi o B[...] <b>Tutti - Tutti</b> <b>Alimentazione:</b> NON IDENTIFICATA
	<b>Tipologia:</b> Appareti di comunicazione senza fili es. Wi-Fi o B[...] <b>Tutti - Tutti</b> <b>Alimentazione:</b> Elettrica 220V-380V

[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](#)



Regione Toscana  
Diritti Valori Innovazione  
Sostenibilità



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](#)

~

# Norma CEI EN 50499 (2020)

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

**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

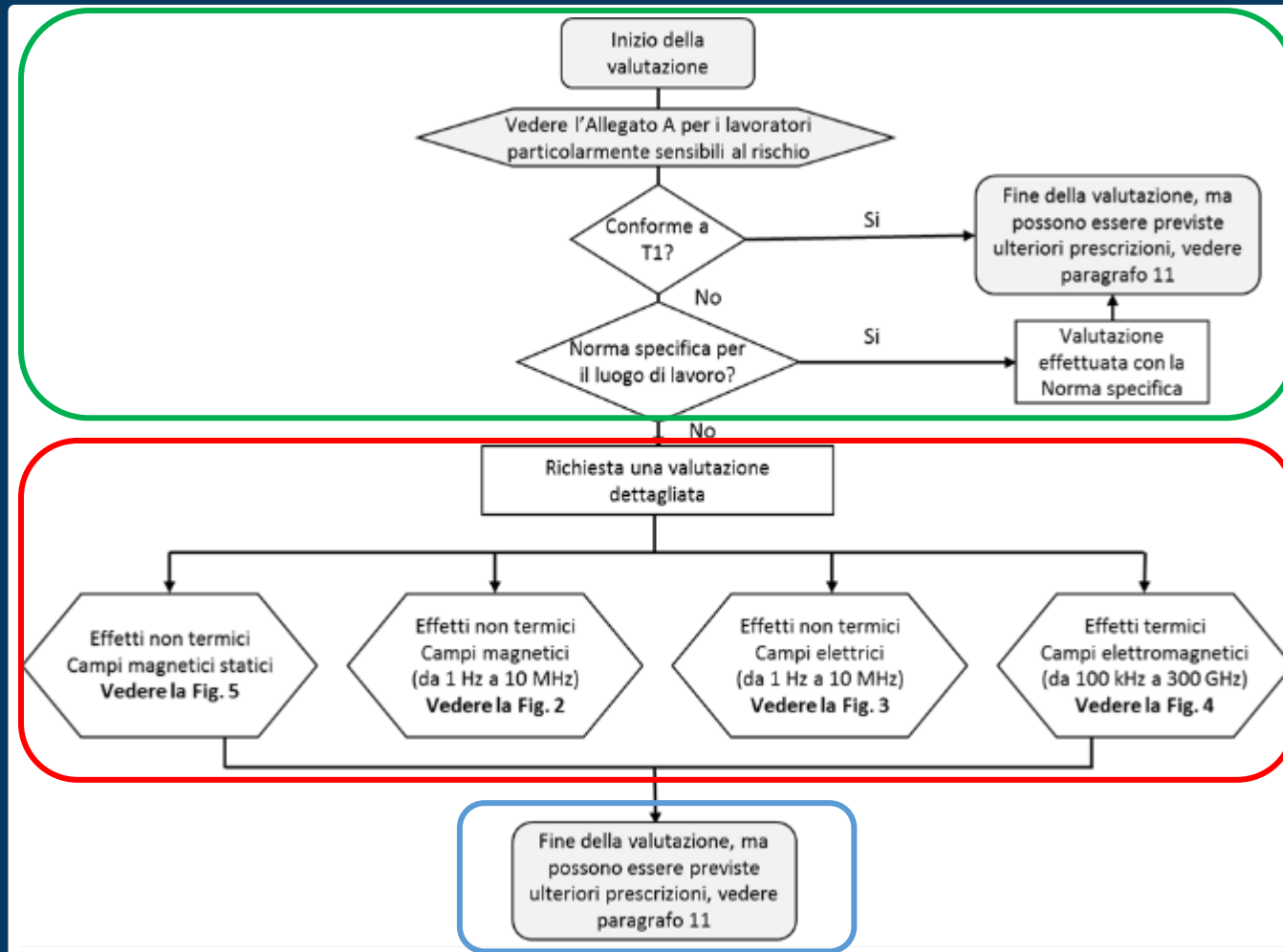
DATA PUBBLICAZIONE: 2020-01  
LINGUA: EN  
FASCICOLO: 17197 E  
COMITATO: CEI-CT106

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.

# 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



# Norma CEI 211-6

Art. 5 DPCM 8/7/2003 – BF

Tecniche di misurazione e determinazione dei livelli di esposizione

**MYNORMA**  
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: <b>2001-01</b>	INIZIO VALIDITÀ: <b>2001-02</b>
LINGUA: <b>IT</b>	PAGINE: <b>104</b>
FASCICOLO: <b>5908</b>	EDIZIONE: <b>PRIMA</b>
AMBITO DI APPLICABILITÀ: <b>NAZIONALE</b>	COMITATO: <b>CEI-CT106</b>

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.

# Norma CEI 211-7

Art. 6 DPCM 8/7/2003 – AF

Tecniche di misurazione e determinazione dei livelli di esposizione



**MYNORMA**  
COMITATO  
ELETTROTECNICO  
ITALIANO

NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI

IN VIGORE ⓘ

## CEI 211-7

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** INIZIO VALIDITÀ: **2001-02**

LINGUA: **IT** PAGINE: **92**

FASCICOLO: **5909** EDIZIONE: **PRIMA**

AMBITO DI APPLICABILITÀ: **NAZIONALE** 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 e 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.

# Guida CEI 106-45



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

**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

CEI  
GUIDA  
?

DATA PUBBLICAZIONE: **2021-01**  
LINGUA: IT  
FASCICOLO: **17850**  
COMITATO: **CEI-CT106**

INIZIO VALIDITÀ: **2021-01**  
PAGINE: **144**  
AMBITO DI APPLICABILITÀ: **NAZIONALE**

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.

# Programma

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

- Effetti biofisici diretti
- Effetti biofisici indiretti
- Criteri 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

- Identificazione delle sorgenti
- Valutazione dell'esposizione
- 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.

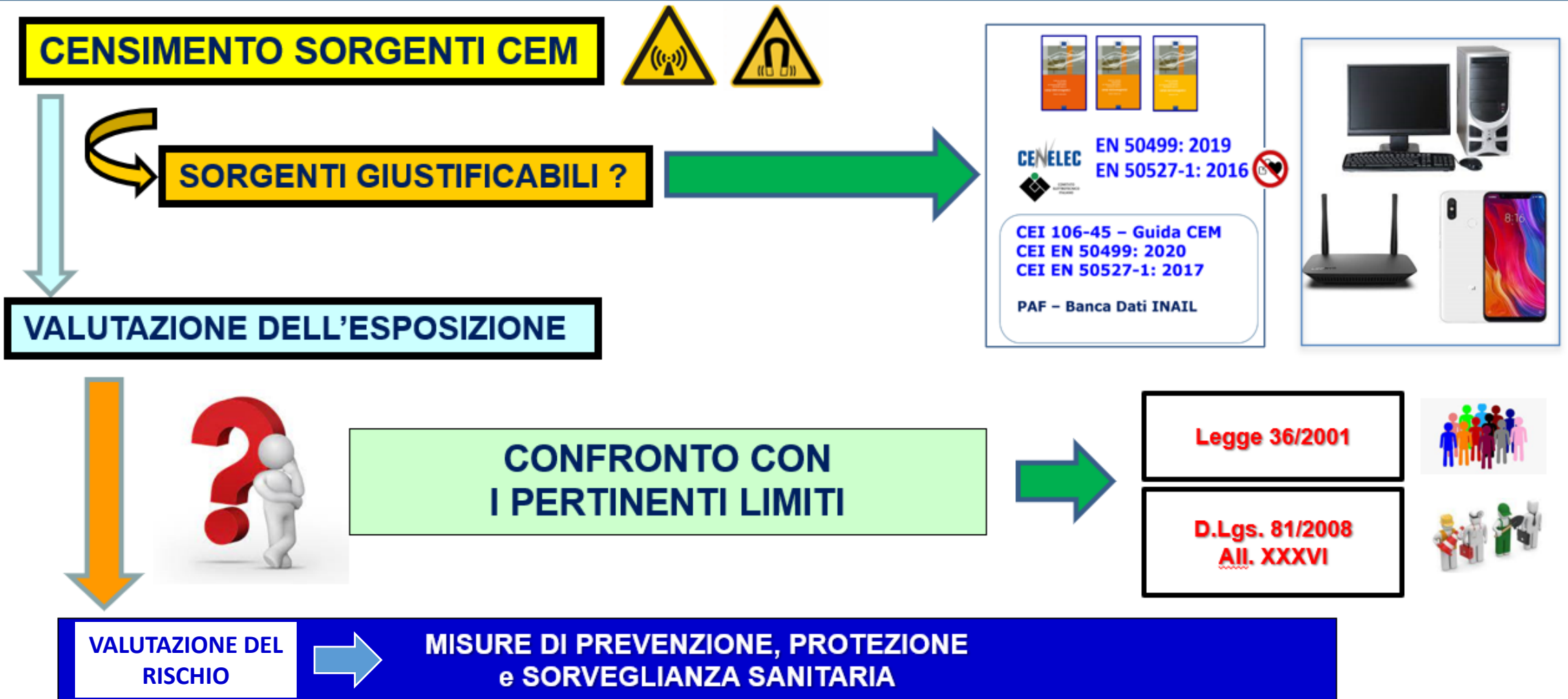


# Valutazione del rischio CEM (art. 209)

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



# 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**

# 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 <b>Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/CE</b> 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 <b>Raccomandazione Europea 1999/519/CE</b> , 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.



# Luoghi e Sorgenti CEM conformi a priori (giustificabili)




**EVENTUALI  
MISURE ORGANIZZATIVE**



**ADEGUATO DISTANZIAMENTO  
DELLE POSTAZIONI VDT**



## TABELLA 1 – CEI EN 50499 (2020)

Voce	Descrizione	Note
T.1.19	<p><b>Reti di alimentazione elettrica (50 Hz)</b> 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.</p> <p>I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi magnetici:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• tutte le installazioni elettriche o i singoli circuiti con <b>valore nominale della corrente di fase non superiore a 100 A</b>;</li><li>• [...]</li></ul>	<p>Ai sensi della legge 36/2001, nei <b>luoghi adibiti a permanenze prolungate (≥ 4 ore giornaliere)</b> deve essere verificato il rispetto del Valore di attenzione (10 µT) e/o dell'Obiettivo di qualit� (3 µT) del DPCM 8 luglio 2003 BF</p> 

# 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 <b>valore nominale della corrente di fase superiore a 100 A</b> 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	in 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**

# Misure di prevenzione

Nei luoghi di lavoro in cui siano presenti apparecchiature o impianti emettitori di CEM è possibile individuare un insieme di **misure di tutela di tipo organizzativo e/o procedurale** che, se messe in atto, consentono di:

- **prevenire l'esposizione** di individui con controindicazioni assolute o relative ai livelli esposizione associati agli apparati
- **ridurre al minimo l'esposizione** dei lavoratori ai CEM emessi dagli apparati

## **Misure organizzative comuni alla maggior parte delle situazioni espositive:**

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

# Misure organizzative di prevenzione: Delimitazione e segnalazione

W005  
UNI EN ISO 7010:2020



W006  
UNI EN ISO 7010:2020



P007  
UNI EN ISO 7010:2020



P014  
UNI EN ISO 7010:2020



**MISURE ORGANIZZATIVE**



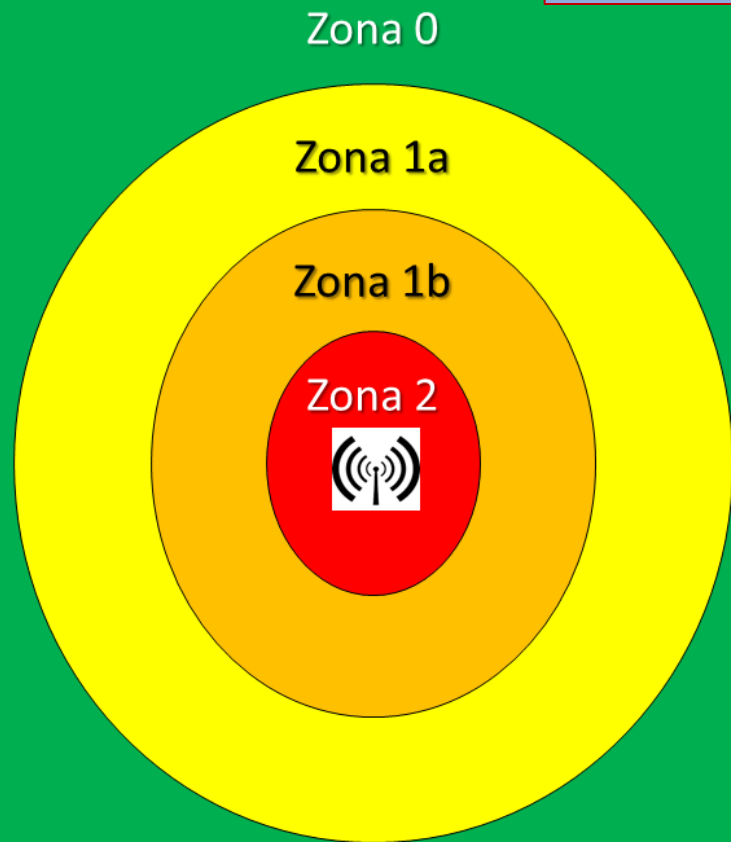
**ZONIZZAZIONE**  
**(NORMA CEI EN 50499)**

# Delimitazione e segnalazione delle aree Zonizzazione



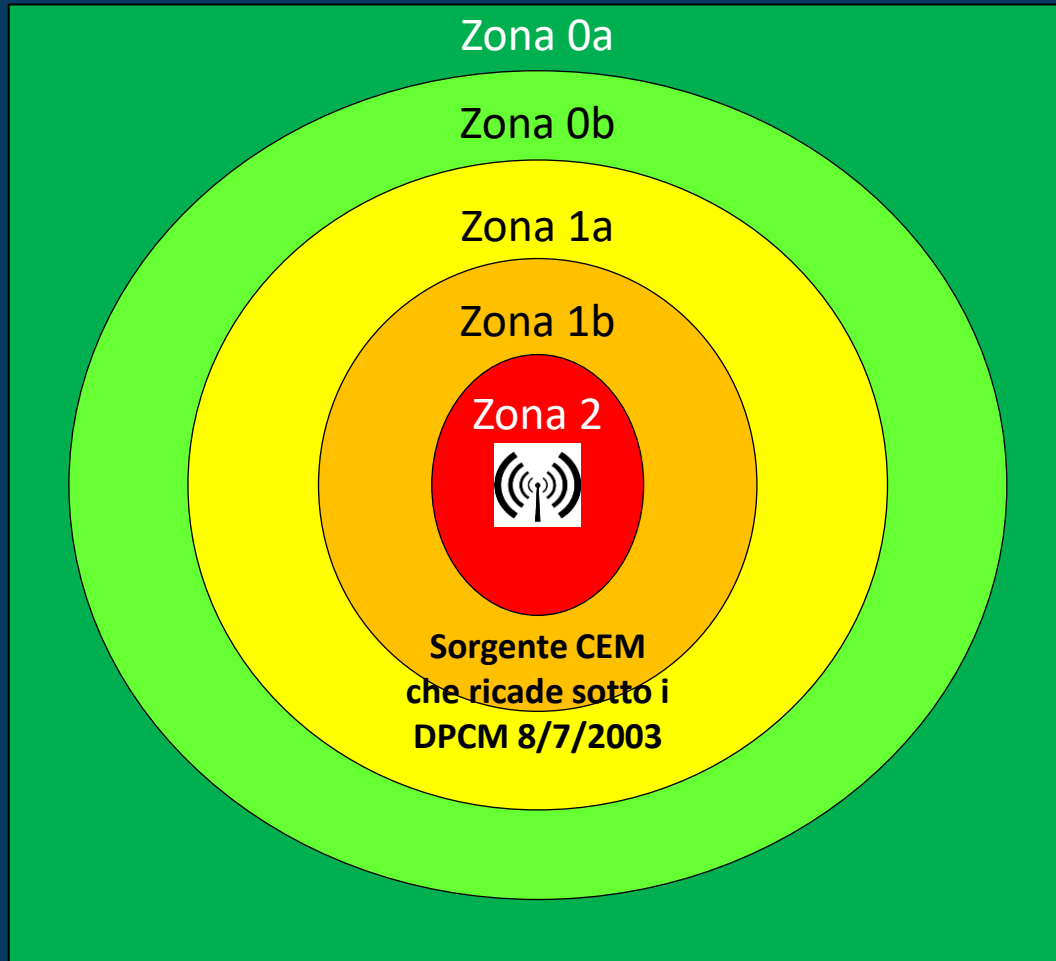
# Zonizzazione (CEI EN 50499:2020)

## Norma CEI EN 50499 (2020) Delimitazione e Segnalazione delle Zone con Rischi CEM



Zona 0	<p>Esposizione conforme ai LR della Raccomandazione 1999/519/CE (popolazione) o tutte le sorgenti CEM giustificabili (Tabella 1 CEI EN 50499:2020)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ accessibile al pubblico e a tutti i lavoratori</li> <li>✓ eventuali restrizioni per i portatori di DMA (VA 0,5 mT per CMS)</li> </ul>	
Zona 1a	<p>Esposizione conforme ai limiti per gli effetti sensoriali (<math>VA_{inf}</math> o <math>VLE_{sens}</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>accesso limitato</b> ai soli lavoratori esposti per motivi professionali</li> <li>✓ accesso <b>non consentito</b> ai lavoratori con rischi specifici</li> </ul>	
Zona 1b	<p>Esposizione conforme ai limiti per gli effetti sanitari (<math>VA_{sup}</math> o <math>VLE_{san}</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>accesso limitato</b> ai soli lavoratori esposti per motivi professionali</li> <li>✓ accesso <b>non consentito</b> ai lavoratori con rischi specifici</li> <li>✓ possono essere necessarie <b>misure di controllo</b> per limitare gli effetti sensoriali ed escludere <b>rischi per la sicurezza</b></li> </ul>	
Zona 2	<p>L'esposizione può superare i VLE per gli effetti sanitari</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>accesso vietato a chiunque</b></li> <li>✓ accesso consentito ai soli lavoratori esposti per motivi professionali qualora siano attuate <b>misure correttive</b> per ridurre l'esposizione almeno entro i <math>VLE_{san}</math> e siano esclusi rischi per la sicurezza</li> </ul>	

# Zonizzazione (CEI 106-45:2021)



**Zona 0a:** esposizione conforme ai Limiti di esposizione 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 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 ( $\geq 4$  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:** possono essere superati i VLE per gli effetti sanitari

- **accesso vietato** a chiunque
- accesso consentito ai soli lavoratori esposti per motivi professionali (non portatori di rischi specifici) qualora siano attuate **misure correttive** per ridurre l'esposizione almeno entro i  $VLE_{san}$  e siano esclusi rischi per la sicurezza



# Misure di protezione: DPI



- ❖ 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)
- ❖ **L'efficienza dei DPI per i CEM dipende dalla frequenza del campo**, pertanto i DPI adatti per una gamma di frequenza difficilmente sono adatti per altre gamme
- ❖ **La scelta dei DPI 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 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 devono essere sottoposti a manutenzione e ispezione adeguate per garantire che siano sempre idonei all'impiego previsto**

# Metodologia di valutazione del rischio

- ❖ La valutazione del rischio deve tenere 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
- ❖ Il rischio residuo può pertanto essere calcolato secondo la seguente 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 ( $\leq 1$ ) che tiene conto delle eventuali misure di prevenzione e/o protezione attuate
- ❖ Gli indici **D** e **P** possono essere quantificati utilizzando una **scala articolata in 4 valori**, ciascuno corrispondente, rispettivamente, ad un **livello di probabilità** più o meno alto e ad una **gravità del danno** più o meno rilevante



# Valutazione della gravità

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

Esiti	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 inferiori induzione magnetica (fino a 400 Hz)	<b>Lieve</b>	<b>1</b>
Piccole scariche elettriche	> VA inferiori 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		

Esiti	Livelli di esposizione	Gravità	Indice di gravità (D)
Moderata stimolazione nervosa con contrazione muscolare	> VLE sanitari (effetti non termici)	<b>Moderata</b>	<b>2</b>
Percezione di calore, sudorazione per moderato aumento della temperatura dei tessuti	> VLE sanitari (effetti termici)		
Propulsione di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici	> VA propulsivo (sorgenti CMS > 100 mT)	<b>Grave</b>	<b>3</b>
Interferenza con dispositivi medici impiantabili o indossabili	> LR popolazione > VA interferenza DMIA (CMS > 0,5 mT)		
Contrazione dei muscoli, aritmia cardiaca	>> VLE sanitari (effetti non termici)		
Aumento considerevole della temperatura dei tessuti, stress termico, ustioni	>> VLE sanitari (effetti termici)		
Accensione di atmosfere infiammabili Innesco di detonatori	> VA inferiori campo elettrico (scariche elettriche)		



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	Definizioni e criteri
1	Improbabile	<ul style="list-style-type: none"> <li>la mancanza rilevata potrebbe provocare un danno per la concomitanza di più eventi improbabili e indipendenti;</li> <li>non sono noti episodi già verificatisi;</li> <li>il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe incredulità</li> </ul>
2	Possibile (poco probabile)	<ul style="list-style-type: none"> <li>la mancanza rilevata può provocare un danno solo in circostanze sfortunate di eventi;</li> <li>sono noti solo rarissimi episodi già verificatisi;</li> <li>il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe grande sorpresa.</li> </ul>

3	Probabile	<ul style="list-style-type: none"> <li>la mancanza rilevata può provocare un danno anche se non in modo automatico o diretto;</li> <li>già noto, all'interno dell'unità produttiva, qualche episodio in cui alla mancanza rilevata ha fatto seguito a un danno;</li> <li>il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe una moderata sorpresa.</li> </ul>
4	Molto probabile	<ul style="list-style-type: none"> <li>esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata ed il verificarsi del danno ipotizzato per i lavoratori;</li> <li>si sono già verificati danni per la stessa mancanza rilevata in situazioni simili;</li> <li>il verificarsi del danno alla mancanza rilevata non susciterebbe alcun stupore (in altre parole l'evento sarebbe largamente atteso).</li> </ul>



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

# Matrice di valutazione del rischio CEM

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

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



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

Livello di rischio	Livello di tollerabilità	Livello di priorità d'intervento
<b>Rischio molto alto</b> (R > 8)	<b>Rischio inaccettabile</b> 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.	<b>Priorità P1</b> Le azioni correttive sono indilazionabili e devono essere attuate immediatamente.
<b>Rischio alto</b> (4 < R ≤ 8)	<b>Rischio non tollerabile</b> 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.	<b>Priorità P2</b> Le azioni correttive sono da programmare e attuare con urgenza.
<b>Rischio medio</b> (2 ≤ R ≤ 4)	<b>Rischio tollerabile</b> 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.	<b>Priorità P3</b> Le azioni correttive e/o migliorative sono da programmare e attuare nel breve-medio termine.
<b>Rischio basso</b> (R = 1)	<b>Rischio accettabile (irrelevante)</b> 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. E' richiesto il monitoraggio per assicurare che siano mantenuti i controlli.	<b>Priorità P4</b> Le azioni migliorative sono da programmare e attuare nel medio-lungo termine.

# 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 dispositivi medici attivi (DMA) impiantati o portati sul corpo

## Esempi (lista non esaustiva)

- Stimolatori cardiaci e defibrillatori
- Monitor cardiaci impiantabili (*loop recorder*)
- Dispositivi di assistenza ventricolare
- Pompe per infusione di farmaci
- Impianti cocleari
- Impianti per neurostimolazione
- ...



## Effetti indiretti dei CEM sui DMA

- Interferenza, malfunzionamento
- Torsione, dislocazione
- Rischio di attrazione e propulsivo
- Riscaldamento delle parti metalliche conduttive

# Limiti per i portatori di DMA



## In generale:

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



### Esposizione a campi magnetici statici

- CEI EN 50527-1: 1 mT (anche *quasi*-statici)
- D.Lgs 81/2008: VA 0,5 mT

### Esposizione a campi in bassa frequenza

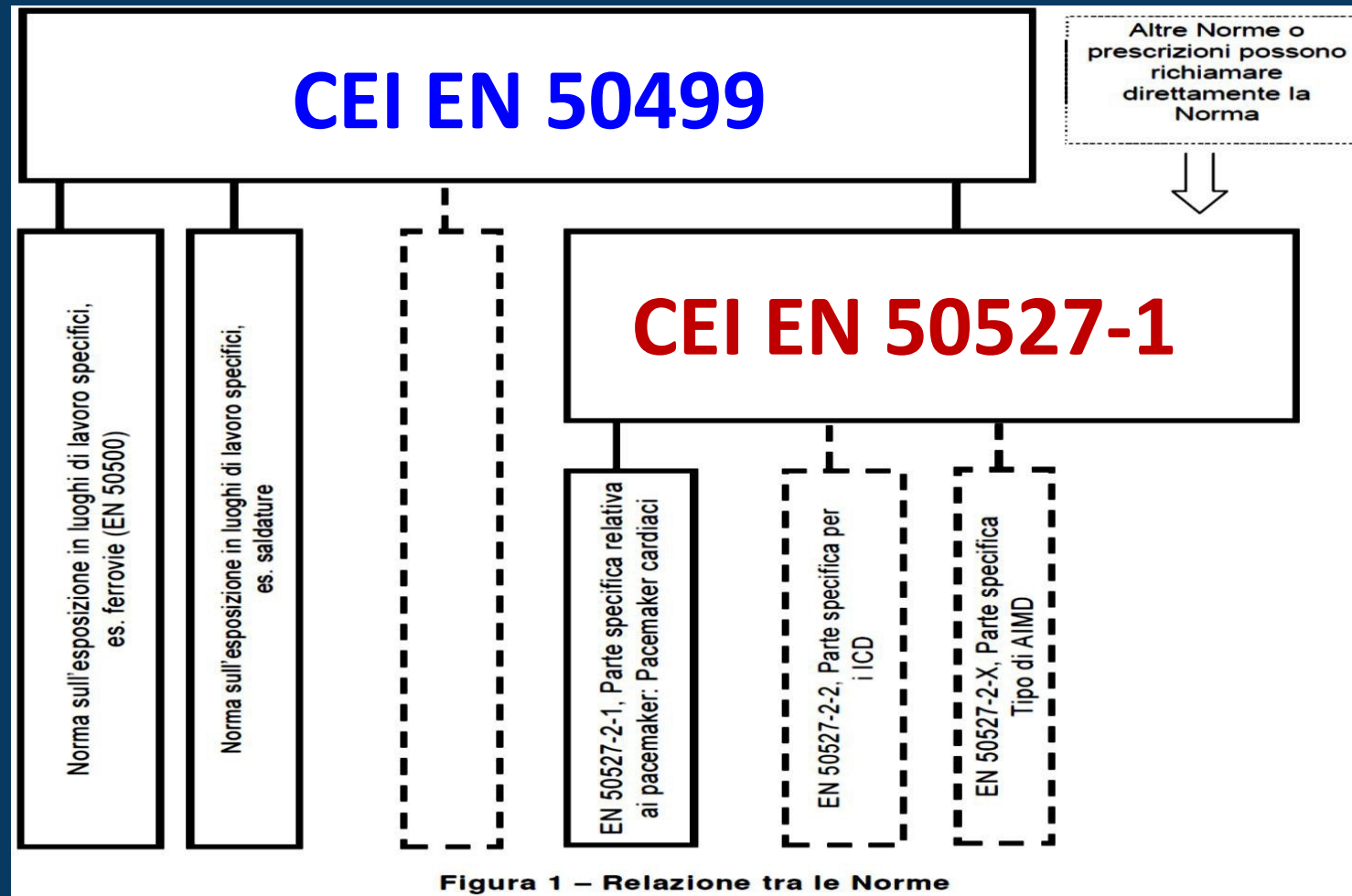
- Campi elettrici @50/60 Hz: 1 kV/m (ACGIH)
- Campi magnetici @50/60 Hz: 100  $\mu$ T (ACGIH)



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

- Conformità ai LR **senza includere alcuna media temporale**
- Possibili **fenomeni di interferenza a distanza inferiore a 15 cm** se la potenza di picco della sorgente è compresa tra 120 mW e 2 W

# Valutazione esposizione a CEM per i lavoratori portatori di DMA



# Lavoratori portatori di DMP o inclusi metallici

## Esempi (lista non esaustiva)

- Protesi articolari
- Clip chirurgiche, perni, placche, viti
- Stent vascolari
- Valvole cardiache, anelli per anuloplastica, cateteri cardiaci
- Impianti contraccettivi metallici (intrauterini)
- Inclusi metallici (schegge, piercing, tatuaggi con pigmenti metallici)



## Effetti indiretti dei CEM su DMP e inclusi metallici

- Torsione, dislocazione
- Rischio di attrazione e propulsivo
- Riscaldamento delle parti metalliche conduttive



# Limiti per i portatori di DMP o inclusi metallici



## Campi magnetici statici

Azioni magnetomeccaniche su parti  
ferromagnetiche

Torsione e dislocazione  
Rischio di attrazione e propulsivo

**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

## Campi in bassa frequenza e campi RF (campo vicino)

Induzione di correnti  
(conducibilità del metallo superiore a  
quella dei tessuti biologici)

Riscaldamento localizzato e  
ustioni termiche

La conformità livelli di riferimento (LR) della  
**Raccomandazione 1999/519/CE** garantisce una protezione  
adeguata contro gli effetti avversi dei CEM variabili nel tempo  
(ulteriori restrizioni per esposizioni a CMS)

## Campi in alta frequenza (RF & MW)

Deposizione di energia  
(conducibilità del metallo  
superiore a quella dei tessuti  
biologici)

Riscaldamento localizzato e  
ustioni termiche

# 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 (fisici, chimici, biologici) incluse le radiazioni non ionizzanti

La conformità 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 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 a rischio deve essere edotto della necessità di comunicarlo al Medico Competente per effettuare una valutazione specifica e, se del caso, 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

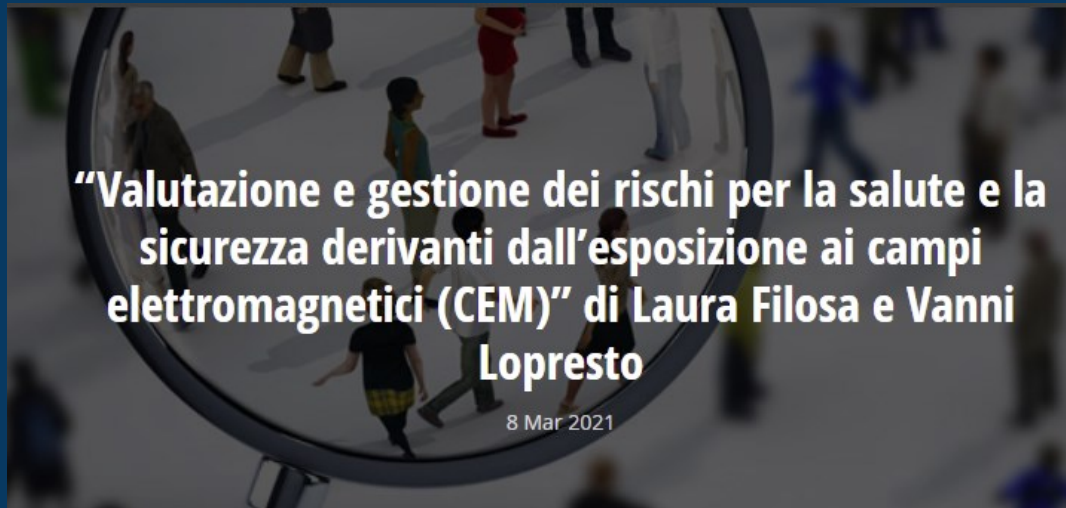


Tipologia rischio	Tipologia visita	Periodicità visita	Accertamenti	Periodicità accertamenti
Rischio Campi elettromagnetici - campi magnetici statici e quasi statici (0-1 Hz)	Visita idoneità D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.	<b>12 mesi</b> per i lavoratori riconosciuti come "particolarmente sensibili" e per quelli 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
		<b>48 mesi</b> 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)	<b>straordinaria</b> 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.	<b>12 mesi</b> 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
		<b>48 mesi</b> 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)	<b>straordinaria</b> 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.	<b>12 mesi</b> 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
		<b>48 mesi</b> 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)	<b>straordinaria</b> 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

# Per chi volesse approfondire...



**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 300GHz 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.



Grazie dell'attenzione!

[vanni.lopresto@enea.it](mailto:vanni.lopresto@enea.it)