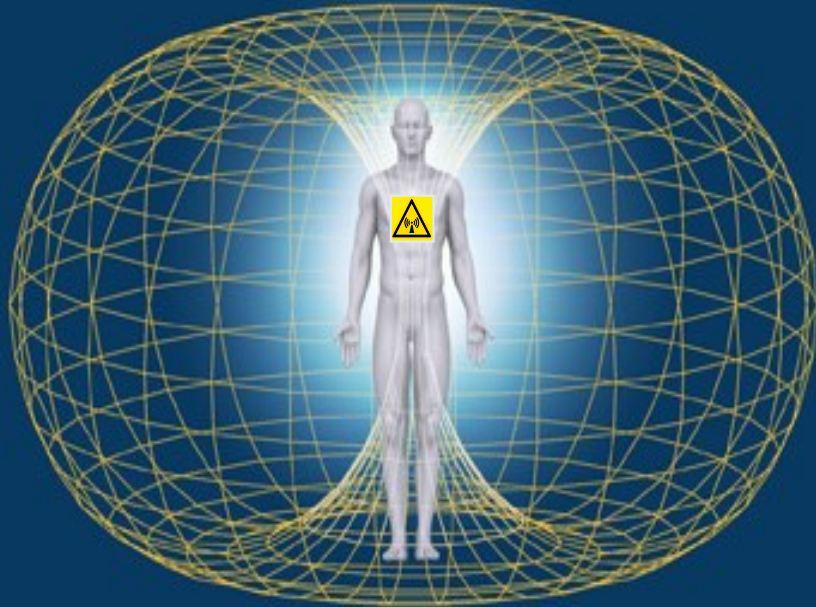


# Valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici



Effetti biofisici diretti e indiretti dell'esposizione a campi elettromagnetici (0 Hz – 300 GHz) e introduzione alla valutazione e gestione dei rischi derivanti dall'esposizione

***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

## 1° Parte

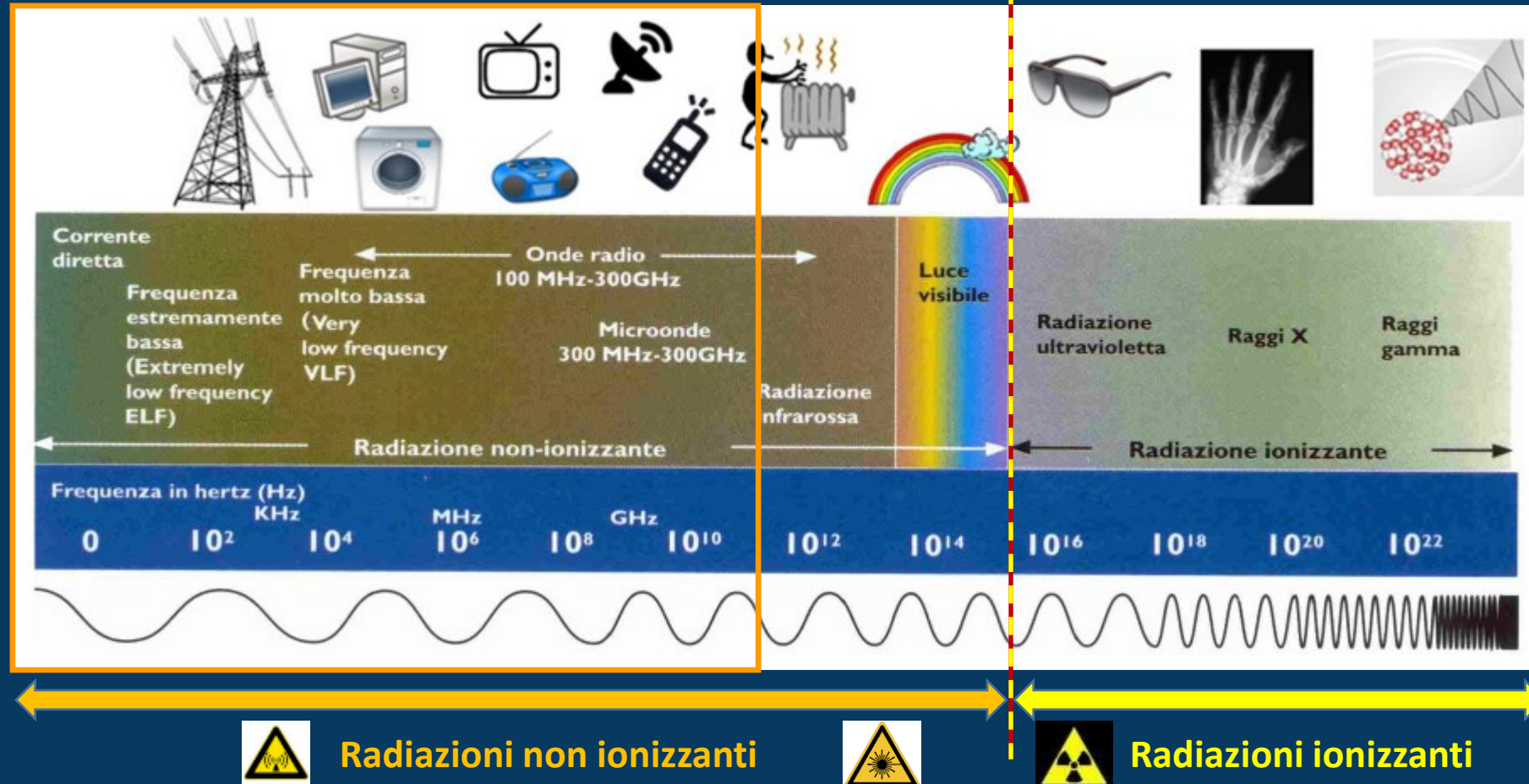
- ❖ Effetti biologici dei campi elettromagnetici
  - Effetti sanitari
  - Effetti sensoriali
  - Effetti indiretti
- ❖ Effetti dei CEM in funzione della frequenza
  - Campi statici
  - Campi in bassa frequenza
  - Campi in alta frequenza
- ❖ Le basi scientifiche dei limiti di esposizione
  - Linee Guida ICNIRP
  - Grandezze di base e di riferimento
  - Esposizione dei lavoratori e della popolazione

## 2° Parte

- ❖ Riferimenti normativi
  - Raccomandazione 1999/519/CE
  - 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
  - Zonizzazione
  - Formazione specifica
  - Sorveglianza sanitaria

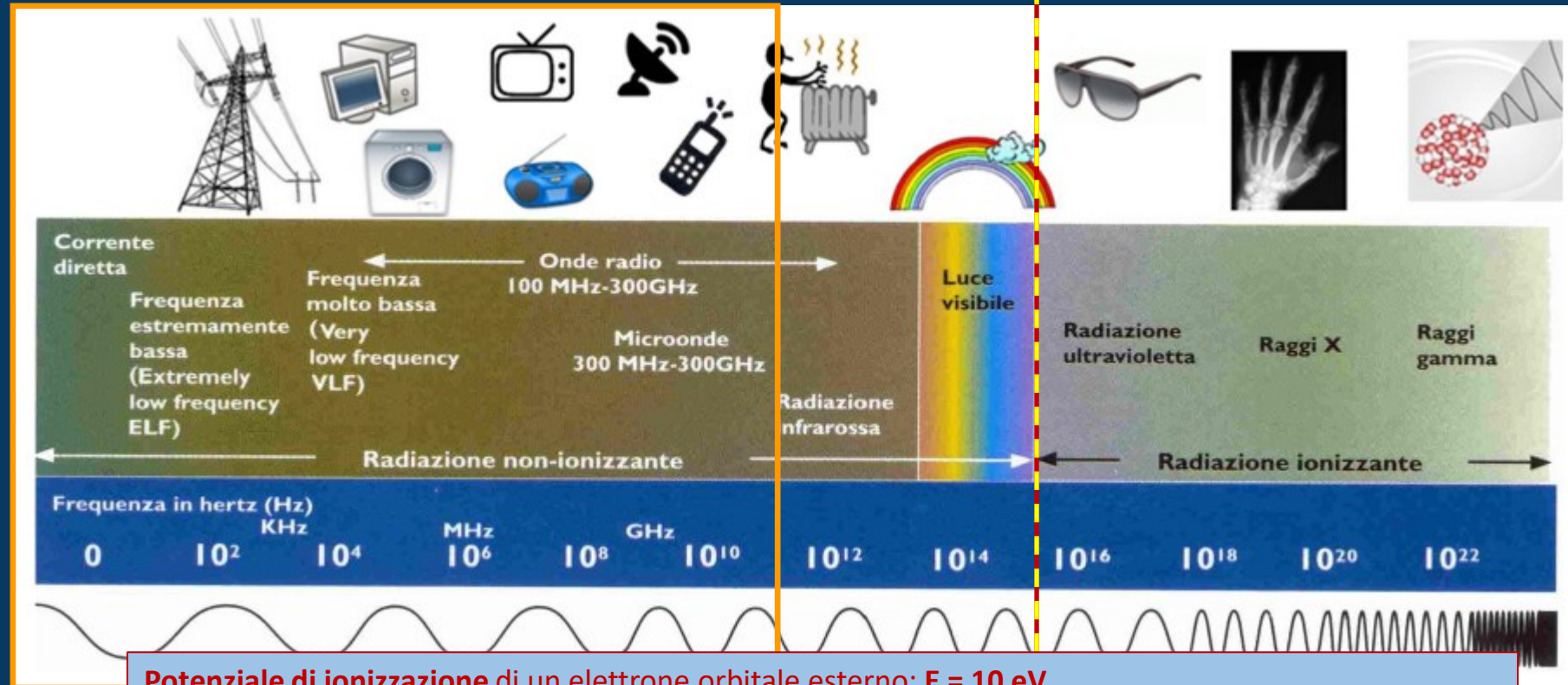
# Lo spettro elettromagnetico

Campi elettromagnetici (0 Hz – 300 GHz)



# Lo spettro elettromagnetico

Campi elettromagnetici (0 Hz – 300 GHz)



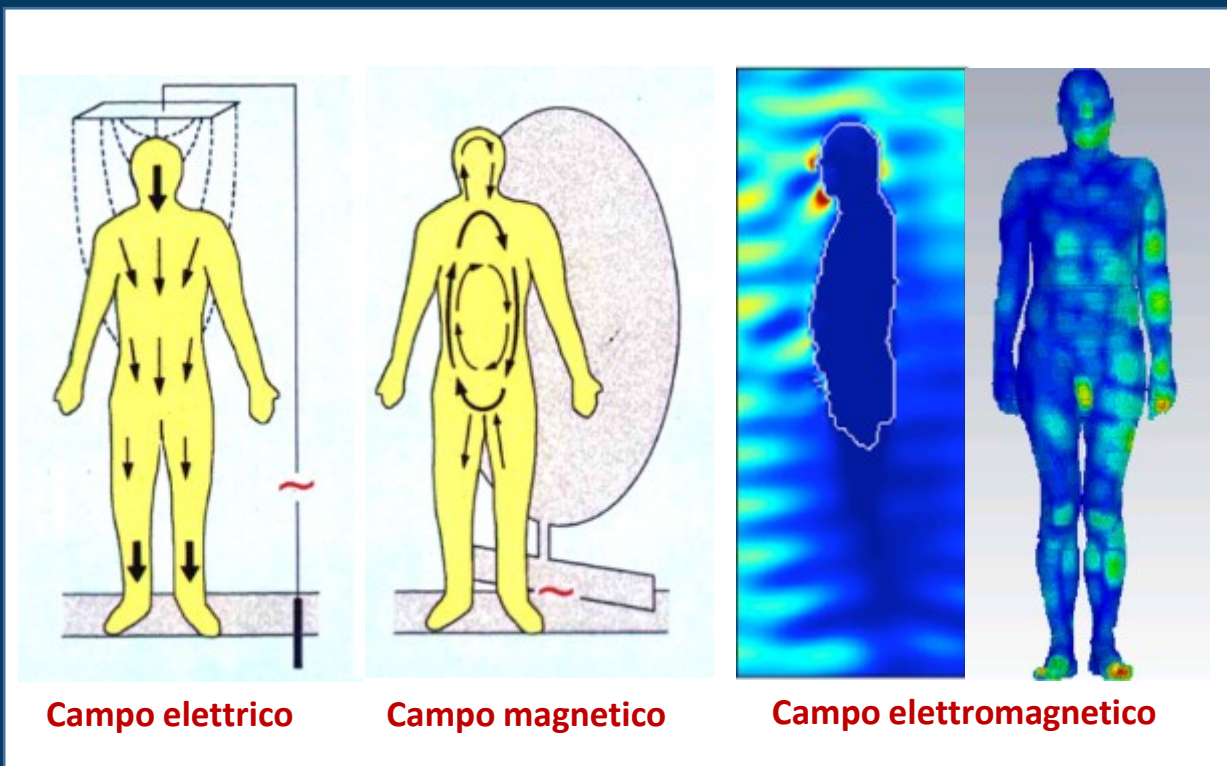
**Potenziale di ionizzazione di un elettrone orbitale esterno:  $E = 10 \text{ eV}$**

• *Legge di Planck*  $\rightarrow E = h \cdot f$

( $h = 4.13 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$ )

•  $f = 300 \text{ GHz} \rightarrow E = 1.2 \times 10^{-3} \text{ eV} \rightarrow$  *energia non sufficiente a causare ionizzazione!*

# Interazione tra CEM e sistemi biologici



- **Esposizione:** un corpo è immerso in un campo elettromagnetico
  - **Accoppiamento:** le forze del campo interagiscono con le cariche elettriche presenti nei tessuti e inducono delle grandezze fisiche nel corpo dell'individuo esposto
  - **Interazione:** le grandezze fisiche indotte dal campo esterno provocano nel corpo una deviazione dalle condizioni di equilibrio elettrico
  - **Effetto biologico:** variazione morfologica o funzionale rilevabile in tessuti o organi (non comporta necessariamente un danno per la salute)
  - **Danno:** quando l'effetto fisiologico indotto non può essere naturalmente compensato dall'organismo e determina una condizione di detrimento per la salute
- **Un effetto biologico non comporta necessariamente conseguenze avverse!**

# Effetti biofisici dell'esposizione a CEM

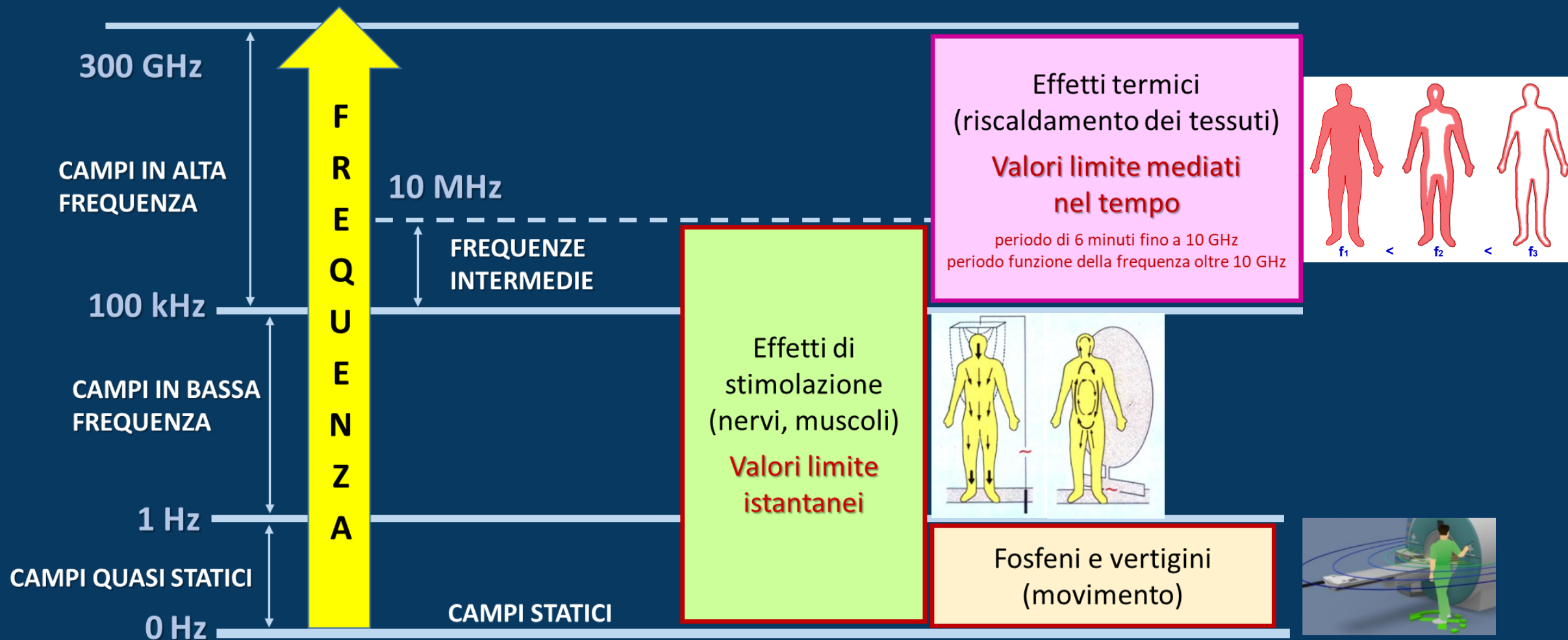
- ✓ **L'esposizione a CEM non provoca necessariamente effetti pericolosi** purché le variazioni indotte siano contenute entro l'intervallo che l'organismo può naturalmente compensare attraverso i meccanismi di riparazione o adattamento
- ✓ **Gli effetti avversi dei CEM accertati scientificamente sono 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 di insorgenza (ICNIRP)



**Effetti biofisici diretti  
e indiretti**



# Effetti biofisici diretti dei CEM





# Effetti avversi di tipo diretto



## 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 avversi di tipo indiretto

-  **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 solitamente inferiori rispetto a quelle degli effetti diretti
- ❖ **Gli effetti indiretti possono comportare rischi anche gravi per la salute e/o la sicurezza**

# 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
- Più aumenta il tempo di latenza di un effetto più diventa difficile stabilire un **nesso causale** tra l'esposizione e un possibile effetto – che potrebbe avere un'origine **multifattoriale** o un'incidenza caratterizzata da **fluttuazioni statistiche**
- 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 né 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, attualmente, **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**

# Programma

## 1° Parte

- ❖ Effetti biologici dei campi elettromagnetici
  - Effetti sanitari
  - Effetti sensoriali
  - Effetti indiretti
- ❖ Effetti dei CEM in funzione della frequenza
  - Campi statici
  - Campi in bassa frequenza
  - Campi in alta frequenza
- ❖ Le basi scientifiche dei limiti di esposizione
  - Linee Guida ICNIRP
  - Grandezze di base e di riferimento
  - Esposizione dei lavoratori e della popolazione

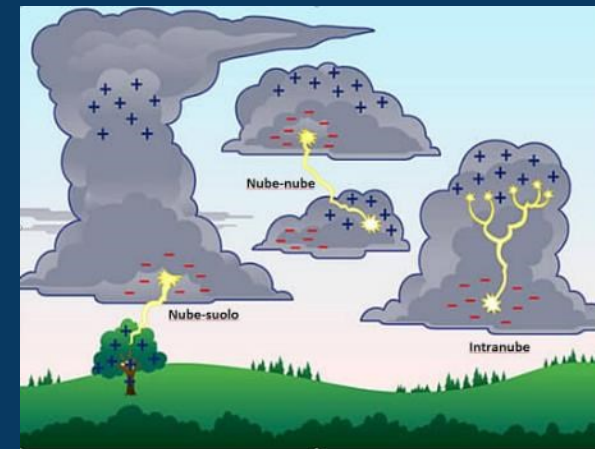
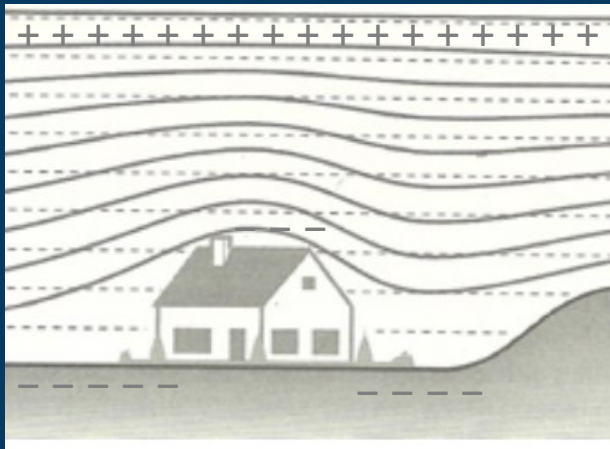
## 2° Parte

- ❖ Riferimenti normativi
  - Raccomandazione 1999/519/CE
  - 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
  - Zonizzazione
  - Formazione specifica
  - Sorveglianza sanitaria

# Campi elettrici statici naturali

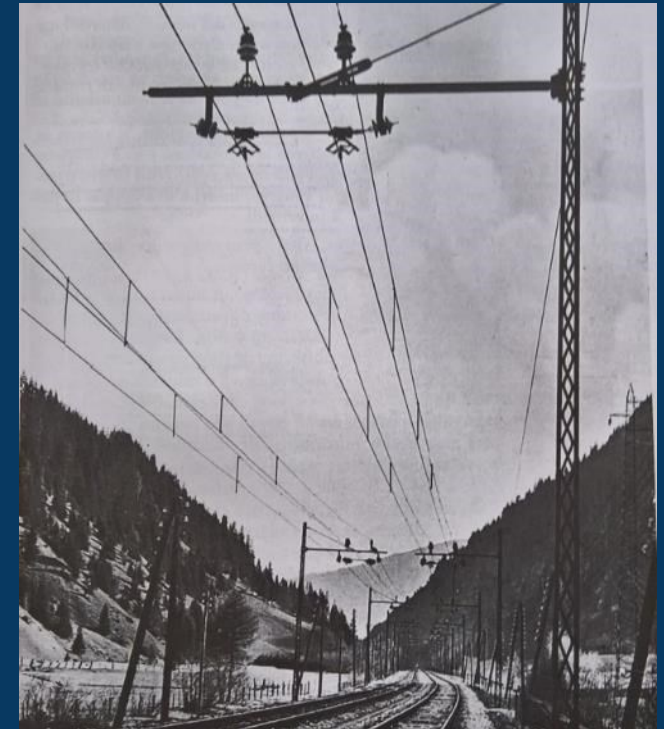
I campi elettrici statici sono presenti naturalmente nell'atmosfera:

- valori dell'ordine di 100 V/m con tempo sereno
- valori fino a 30 kV/m sotto alle nuvole temporalesche



# Campi elettrici statici artificiali

Le **linee elettriche in corrente continua** possono produrre all'interno dei vagoni valori di campo elettrico statico fino a 20 kV/m



# Effetti dei campi elettrici statici

## Effetti diretti

- I campi elettrici statici inducono **cariche elettriche sulla superficie del corpo**
- Una densità di carica sufficientemente elevata può essere percepita grazie all'azione sui peli cutanei e ad effetti come le **microscariche elettriche**
- La **soglia di percezione** di cariche elettriche di superficie è compresa tra 10 e 45 kV/m, ma varia tra gli individui e dipende dal grado d'isolamento da terra
- Per la maggior parte delle persone la sensazione fastidiosa di cariche elettriche di superficie non è avvertibile a intensità di campo inferiori a 25 kV/m (Raccomandazione 1999/519/CE)

## Effetti indiretti

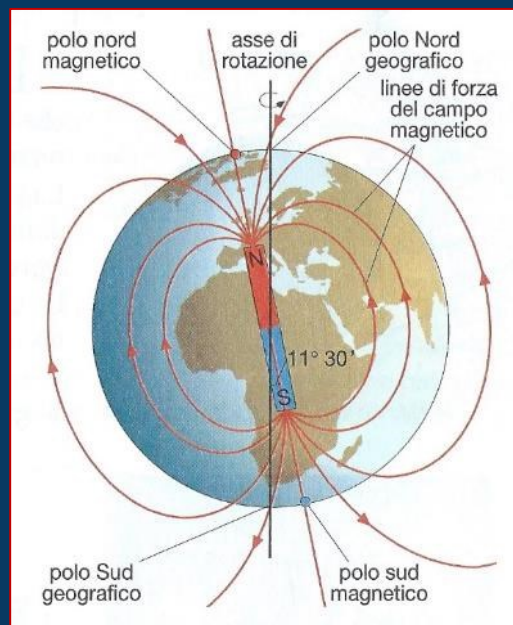
Possono verificarsi **scariche elettriche** quando:

- un individuo isolato da terra tocchi un oggetto conduttore messo a terra
- un individuo messo a terra tocchi un oggetto conduttore isolato da terra



# Campi magnetici statici naturali

Il **campo geomagnetico** sulla superficie terrestre varia tra  $30 \mu\text{T}$  all'equatore e  $70 \mu\text{T}$  ai poli, ed è probabilmente implicato nell'orientamento e nella migrazione degli uccelli e di altre specie animali





# Campi magnetici statici artificiali



**Campi magnetici statici artificiali** sono generati laddove si utilizzi una corrente continua (CC) – ad esempio:

- **linee elettriche in CC** (50-100  $\mu\text{T}$  a 1 m da linea interrata a 500 kV, 2 kA)
- **colonnine per ricarica rapida di veicoli elettrici** (fino a 500  $\mu\text{T}$  a 1 cm dal cavo di alimentazione in CC)
- **magneti superconduttori** (1,5 – 3 T nelle RM di diagnostica per immagini, 7 T e oltre nelle RM sperimentali ad alto campo)



Limite popolazione: 40 mT



Interferenza con DMIA: 500  $\mu\text{T}$

Rischio propulsivo per sorgenti > 100 mT



# Effetti diretti dei campi magnetici statici



Le conoscenze attuali non indicano alcun effetto sanitario rilevante a seguito di un'esposizione a valori di campo magnetico statico (CMS) fino a 8 T per gli individui non in movimento (ICNIRP 2009)

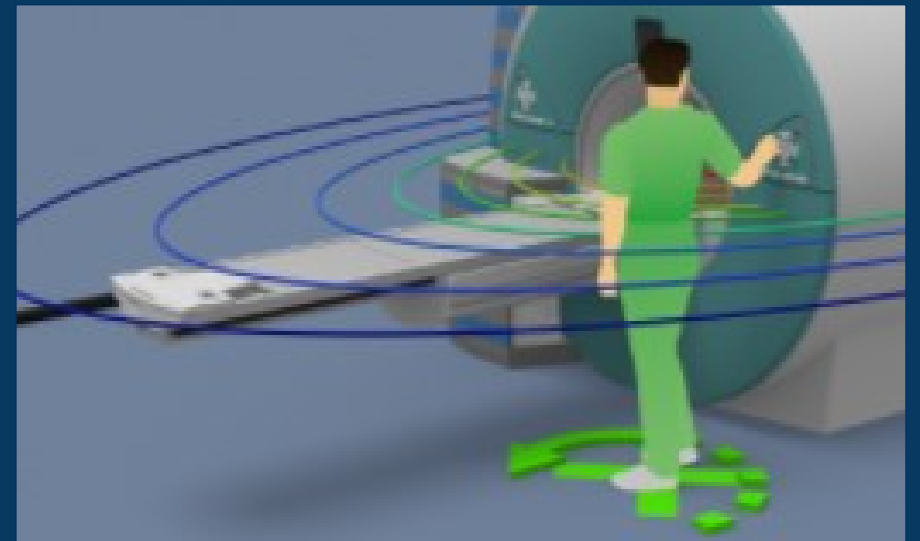
- ❖ E' stato osservato un aumento limitato della pressione sistolica del sangue per esposizioni a CMS maggiori di 8 T
- ❖ In base a modelli, si prevede una riduzione significativa del flusso sanguigno a livelli di campo superiori a 15 T

Il movimento in un gradiente spaziale di CMS può indurre all'interno del corpo un campo elettrico e quindi correnti elettriche variabili nel tempo con frequenze fino ad alcuni Hz

- ❖ I campi elettrici indotti dal movimento in un CMS > 2 T possono raggiungere valori significativi, tali da determinare effetti sensoriali causati dalla stimolazione del sistema vestibolare (con possibile manifestazione di **nausea e vertigini**) e del sistema nervoso centrale (con possibile manifestazione di **fosfeni**, sensazioni visive simili a lampi di luce causate dai campi elettrici e correnti indotti nella retina)
- ❖ Sebbene transitori, gli effetti sensoriali possono influire sul coordinamento dei movimenti e quindi possono determinare un impatto negativo sulla sicurezza di lavoratori impegnati in procedure delicate
- ❖ Il movimento in un CMS di intensità molto elevata ( $dB/dt > 2,7 \text{ T/s}$ ) può indurre anche effetti sanitari quali la stimolazione del sistema nervoso periferico (SNP) con possibile **eccitazione muscolare** (ICNIRP 2014)

# Protezione dagli effetti sensoriali indotti dal movimento nel campo magnetico statico

- 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)



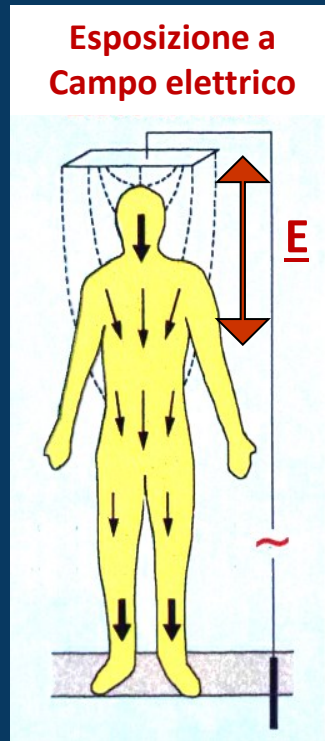
# Effetti indiretti dei campi magnetici statici



- Valori di campo magnetico statico di **intensità superiore a 0,5 mT** possono causare **interferenze con dispositivi medici attivi impiantati o portati sul corpo** (ad es. stimolatori cardiaci, defibrillatori, pompe per infusione di farmaci, ecc.)
- I **dispositivi medici passivi** (ad es. protesi o impianti) e gli **inclusi metallici ferromagnetici** (ad es. schegge, piercing, ecc. ) possono subire azioni di **torsione o dislocazione** per esposizioni a campi magnetici statici di **intensità superiore a 3 mT** nel campo periferico di sorgenti  $> 100$  mT
- Considerazioni analoghe al caso precedente valgono per gli **oggetti ferromagnetici portati sul corpo** (ad es. orologi, chiavi, occhiali) o **presenti nell'ambiente** (ad es. sedie, tavoli, cacciaviti, ecc.)

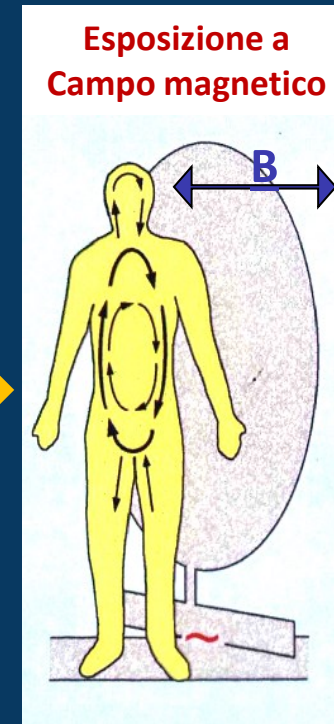


# Interazioni dei campi in bassa frequenza (1 Hz – 100 kHz)



Fino a circa 100 kHz i tessuti biologici possono essere considerati buoni conduttori elettrici

L'induzione di correnti è il meccanismo macroscopico di interazione tra i campi in bassa frequenza e il corpo umano



Le linee di forza del **campo elettrico** sono quasi perpendicolari alla superficie corporea esposta su cui sono indotte cariche elettriche oscillanti che producono un **flusso di corrente attraverso il corpo diretto verso terra**

Il **campo magnetico** induce la **circolazione di correnti all'interno del corpo** con intensità dipendente dalla intensità dello stesso campo magnetico e dalla dimensione della sezione corporea esposta

# Effetti diretti dei campi in bassa frequenza



Per esposizioni al di sopra di determinati **valori di soglia**, il campo elettrico indotto all'interno del corpo e le correnti circolanti sono in grado di causare la **stimolazione di tessuti elettricamente eccitabili (nervi e muscoli)** determinando **effetti non termici** di tipo sensoriale o sanitario a seconda del livello di esposizione

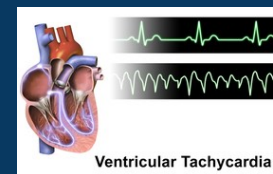
❖ Gli **effetti sensoriali** di stimolazione sono **effetti transitori** che influenzano le funzioni neuromuscolari determinando sensazioni fastidiose, ad esempio:

- magnetofosfeni (lampi di luce)
- formicolio, lievi contrazioni muscolari



❖ Gli **effetti sanitari** di stimolazione alterano in modo significativo le funzioni neuromuscolari con esiti che possono arrecare un **danno alla salute**, ad esempio:

- contrazioni muscolari, tetanizzazione, arresto respiratorio
- alterazione del ritmo cardiaco (aritmie, extrasistole, fibrillazioni ventricolari)



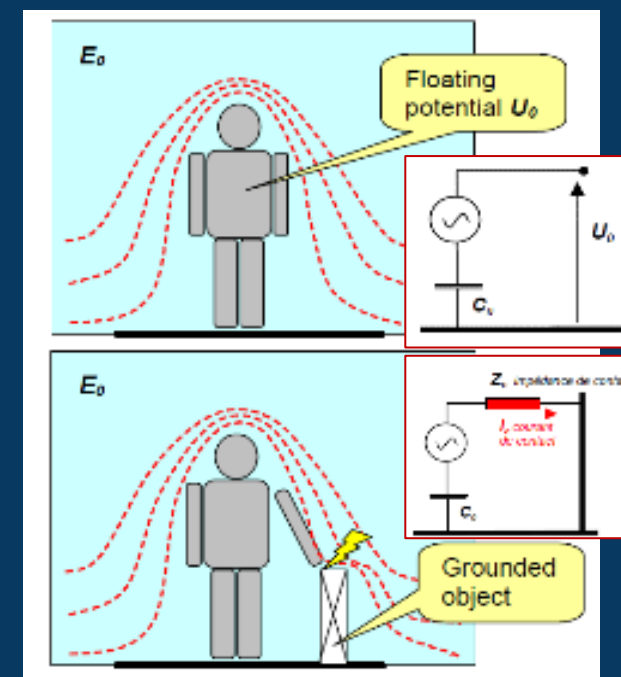
# Valori di soglia per gli effetti di stimolazione (10 – 400 Hz)

Effetti acuti di tipo diretto (elenco non esaustivo)	Densità di corrente J [mA/m <sup>2</sup> ]	Induzione magnetica B [mT]
Assenza di effetti apprezzabili	< 1	< 0,5
Effetti biologici minori	1-10	0,5-5
Magnetofosfeni e possibili effetti transitori sul sistema nervoso	10-100	5 – 50
Contrazioni muscolari involontarie (convulsioni) con possibili effetti sanitari	100-1000	50-500
Extrasistole e fibrillazione ventricolare, blocco della respirazione	> 1000	> 500

# Effetti indiretti dei campi in bassa frequenza

## Scariche elettriche e Correnti di contatto

- Le **cariche superficiali indotte dai campi elettrici** possono essere percepite e provocare **scariche elettriche** anche dolorose quando si entra in contatto con un **oggetto conduttore ad un potenziale elettrico diverso da quello del corpo**
- Una **corrente di contatto** può manifestarsi quando in un campo elettrico il corpo entra in contatto con un **oggetto conduttore** (ad es. una struttura metallica) anche non direttamente sotto tensione che si trova **a un potenziale elettrico diverso da quello del corpo**
- La **scarica elettrica e la corrente transitoria a seguito del contatto** sono assimilabili alla scarica di un condensatore costituito da una persona e/o un oggetto caricato elettricamente o a potenziale flottante





# Protezione dalle scariche elettriche



- ❖ Nelle sottostazioni elettriche sussiste la possibilità di superare il VA  $(E)_{inf}$  di 10 kV/m a 50 Hz qualora si lavori al di sotto di conduttori elettrici con livelli di tensione superiore a 200 kV

$E_0 = 10 \text{ kV/m}$  (Valore di Azione inferiore @ 50 Hz per il campo elettrico ambientale del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)  
è il valore medio di soglia al di sopra del quale il 50% delle persone può sperimentare una **scarica elettrica dolorosa in caso di contatto** con un conduttore a un potenziale elettrico diverso da quello del corpo

# Protezione dalle scariche elettriche



- ❖ Nelle sottostazioni elettriche sussiste la **possibilità di superare il VA  $(E)_{inf}$  di 10 kV/m** a 50 Hz qualora si lavori al di sotto di conduttori elettrici **con livelli di tensione superiore a 200 kV**
- ❖ In tali circostanze, i lavoratori addetti devono essere informati della **possibilità di sperimentare scariche elettriche fastidiose**, devono ricevere una **formazione specifica** sui rischi e un **addestramento** sui metodi di lavoro e gli **strumenti per proteggersi dalle scariche**
- ❖ **Possibili metodi per ridurre i rischi e mitigare le scariche (da valutare caso per caso):**
  - Ridurre l'esposizione al campo elettrico mediante uso di tute conduttive o schermature metalliche
  - Collegare a terra il lavoratore mediante scarpe o ghette conduttive
  - Aumentare l'isolamento elettrico mediante uso di guanti isolanti (in genere non raccomandato)
  - Adottare gesti appropriati (ad es. contatti brevi e rapidi, aumento della superficie di contatto,...)

# Protezione dalle correnti di contatto

- In generale non vi sono rischi di superare il **VA (Ic) di 1 mA a 50 Hz** (soglia per gli effetti sensoriali dolorosi) durante i lavori nelle **sottostazioni elettriche** per i lavoratori che toccano strutture od oggetti metallici collegati a terra
- Il rischio di superare il VA (Ic) di 1 mA sussiste qualora il lavoratore entri in contatto con **grandi strutture od oggetti conduttori non collegati a terra** (ad es. autoveicoli)
- In questo caso una possibile soluzione è quella di **collegare a terra gli oggetti conduttori flottanti durante i lavori nelle sottostazioni**



# Campi elettrici e magnetici in bassa frequenza

## Esposizioni residenziali

Esposizioni residenziali (popolazione) a campi elettrici e magnetici in bassa frequenza sono determinate, ad esempio, dagli elettrodomestici e dalle linee elettriche in corrente alternata (50/60 Hz)



# Campi elettrici e magnetici in bassa frequenza

## Esposizioni professionali

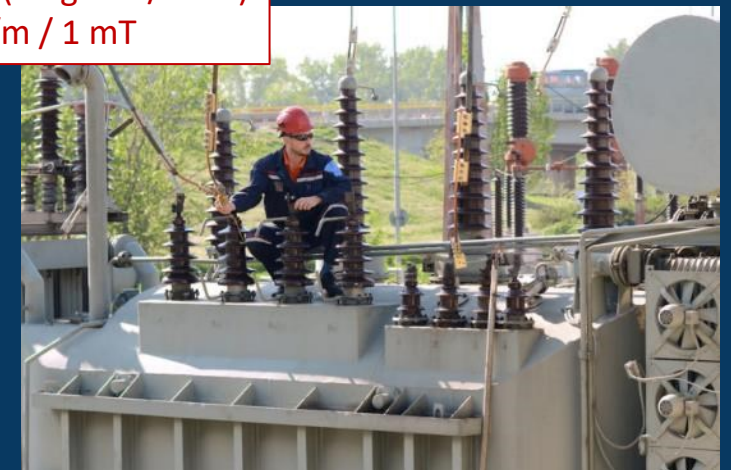
**Esposizioni professionali** a campi elettrici e magnetici in bassa frequenza sono determinate, ad esempio, da linee elettriche in alta tensione, cabine di trasformazione, apparecchiature industriali in corrente alternata (50/60 Hz), ecc.



$VA_{inf}$  @ 50 Hz (D.Lgs. 81/2008)  
10 kV/m / 1 mT



Picco ponderato



# Interazioni dei campi elettromagnetici in alta frequenza (100 kHz – 300 GHz)

Ad alta frequenza il campo elettrico e il campo magnetico sono tra loro correlati, pertanto si usa il termine **campo elettromagnetico**

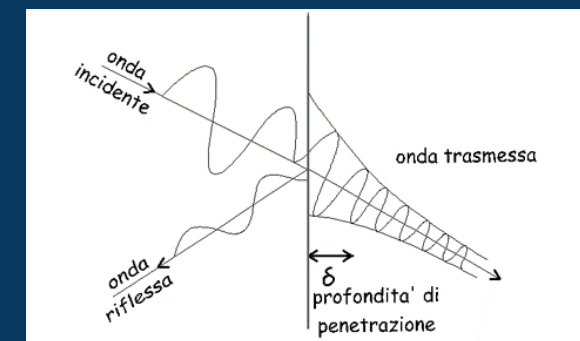
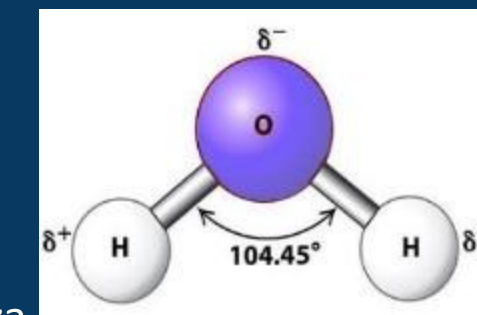
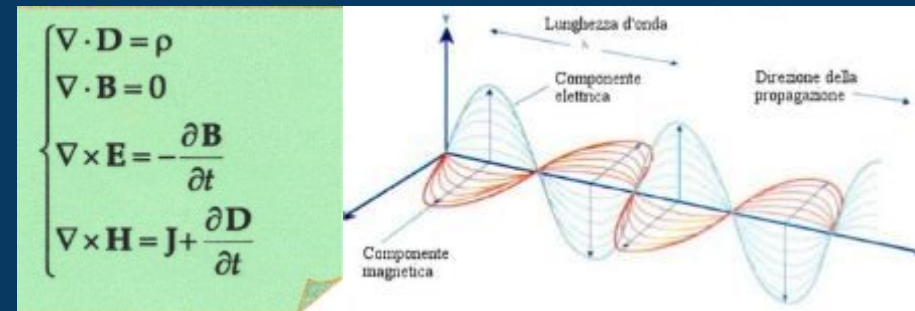
Il campo elettromagnetico trasmesso nel **mezzo biologico** interagisce con le **molecole dipolari dell'acqua** e con gli ioni contenuti nei tessuti biologici provocandone il rapido **movimento oscillatorio**

Le molecole d'acqua e gli ioni che oscillano sotto l'azione del campo sono sottoposte a un attrito molecolare che trasforma in calore l'energia del campo che si propaga nel mezzo biologico come un'onda

Il campo trasmesso subisce un'attenuazione a causa della deposizione di energia in funzione della **conducibilità elettrica  $\sigma$**  che varia con la frequenza

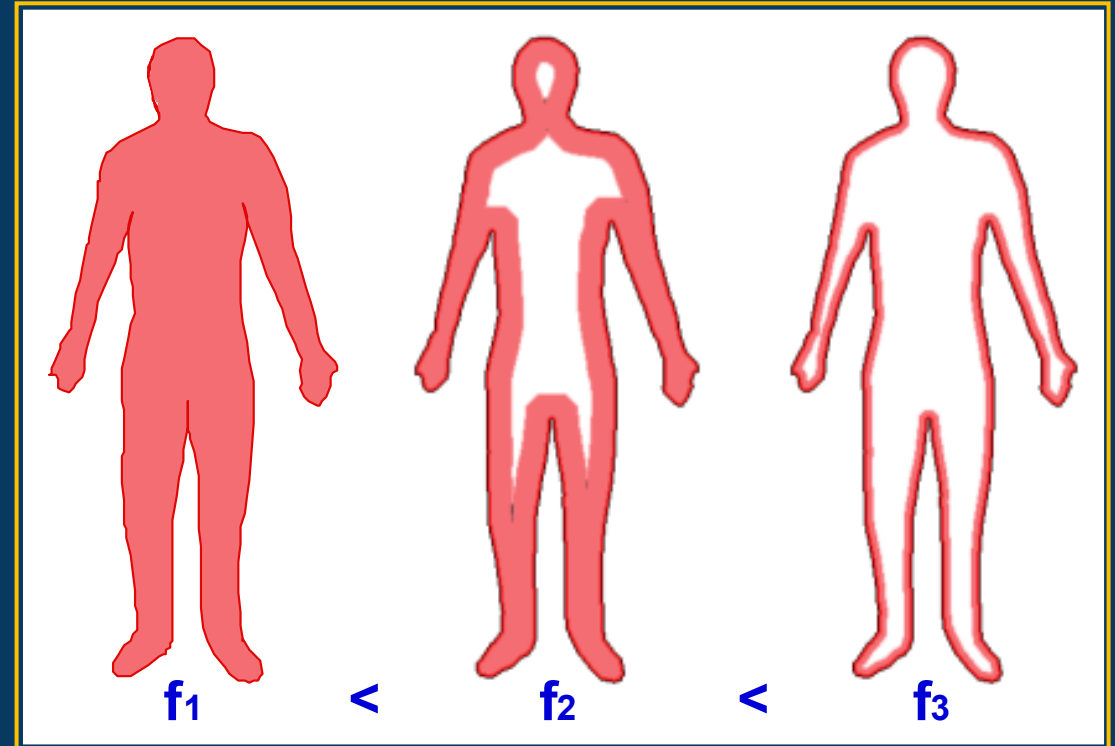
La **profondità di penetrazione  $\delta$**  (profondità alla quale l'intensità del campo si riduce al 37% del suo valore) è data da:  $\delta = \sqrt{2/(\omega \cdot \sigma \cdot \mu)}$

All'aumentare della **frequenza** ( $\omega = 2\pi f$ ) il campo ha sempre più difficoltà nel penetrare il mezzo, cioè **l'assorbimento di energia elettromagnetica diventa sempre più superficiale**



# Effetti diretti dei campi in alta frequenza

- ❖ Tra 100 kHz e 10 MHz sono presenti sia gli effetti di stimolazione neuromuscolare sia gli effetti di riscaldamento dei tessuti: all'aumentare della frequenza prevalgono questi ultimi
- ❖ Al di sopra di 10 MHz sono presenti solo gli **effetti termici**: all'aumentare della frequenza l'assorbimento di energia tende a diventare localizzato
- ❖ Al di sopra di 6 GHz l'assorbimento di energia è **prevalentemente superficiale** (livello cutaneo e sub-cutaneo) e oltre 10 GHz rimane confinato solo sulla cute esterna



**Fino a 300 MHz:**  
assorbimento di energia a corpo intero (può essere elevato in punti particolari)

**Da 300 MHz a 6 GHz:**  
assorbimento di energia localizzato e non uniforme (può essere elevato in punti particolari)

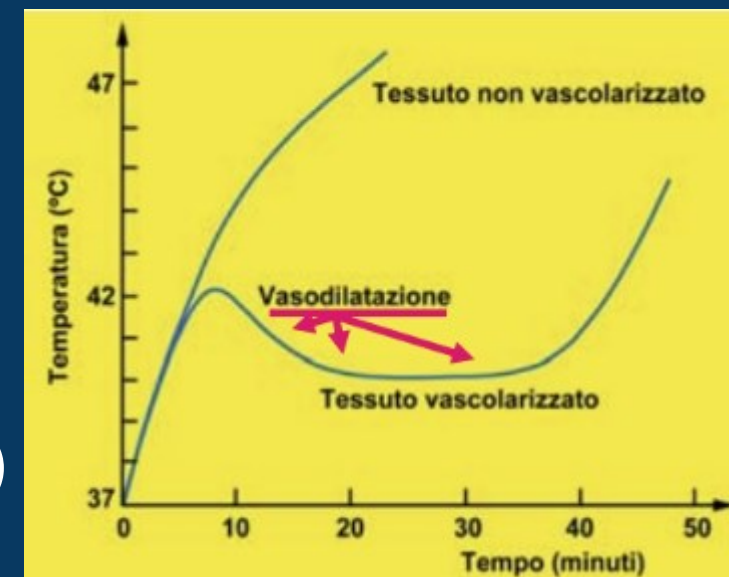
**Da 6 GHz a 300 GHz:**  
assorbimento di energia localizzato sulla superficie del corpo (oltre 10 GHz solo sulla cute esterna)

# Stress termico e valori di soglia per gli effetti sanitari (100 kHz – 300 GHz)



Gli effetti termici dei CEM in alta frequenza dipendono da:

- **Assorbimento di energia** (intensità + durata dell'esposizione)
- **Sistema di termoregolazione** – diversificato per organo (testicoli e cristallino sono particolarmente sensibili allo stress termico)
- **Stato fisiologico** – influenza la capacità di reazione allo stress termico (diversa per bambini, adulti, anziani, stato patologico)
- **Condizioni ambientali** (temperatura esterna, umidità, ventilazione)



- ❖ Assorbimenti di energia molto elevati possono indurre **incrementi di temperatura** che il sistema di termoregolazione dell'organismo non è in grado di compensare, con possibili **effetti sanitari**
- ❖ La sperimentazione su animale indica come **soglia di danno alla salute un innalzamento costante della temperatura corporea di 1°C**, corrispondente a un'esposizione di circa 30 minuti in condizioni ambientali moderate di un individuo adulto e in buona salute a un valore medio di potenza assorbita per unità di massa corporea (**SAR**) sul corpo intero di **4 W/kg**

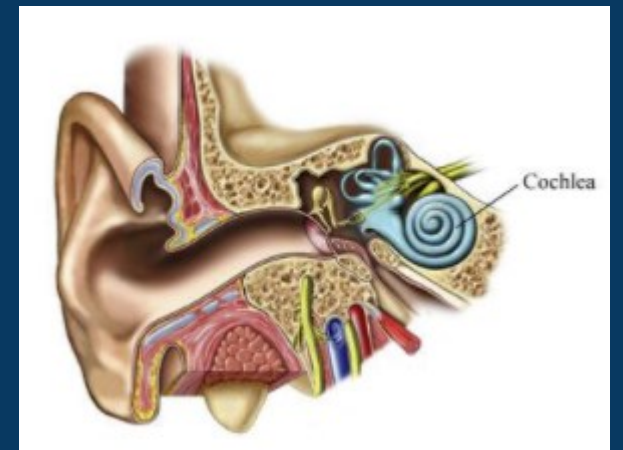
## Soglie di stress termico (ICNIRP 2020)

- **Esposizione a corpo intero:** +1°C di incremento della temperatura interna
- **Esposizione localizzata di organi sensibili:** (cervello, occhi, torace, testicoli): +2 °C di incremento localizzato della temperatura
- **Esposizione localizzata di tutti gli altri organi e tessuti:** +5 °C di incremento



# Effetti sensoriali dei campi in alta frequenza (300 MHz – 6 GHz)

- Nell'intervallo di frequenza compreso tra 300 MHz e 6 GHz, l'esposizione della testa a campi elettromagnetici impulsivi può dare luogo a sensazioni uditive descritte come un ronzio, un ticchettio o uno schioppetto a seconda delle caratteristiche di modulazione del campo
- Tali sensazioni uditive sono attribuite ad un'espansione termoelastica della corteccia uditiva del cervello, che produce microvibrazioni trasmesse al nervo acustico e tradotte in suono dalla coclea
- L'entità sensazioni uditive, che si manifestano solo al di sopra di un valore di soglia, dipende dall'energia assorbita per singolo impulso  
→ SA (assorbimento specifico) [mJ/kg]
- Un'esposizione ripetuta o prolungata a campi elettromagnetici impulsivi con effetti uditivi può essere fastidiosa e influire negativamente sulla capacità di un lavoratore di operare in modo sicuro (rischio per la sicurezza)

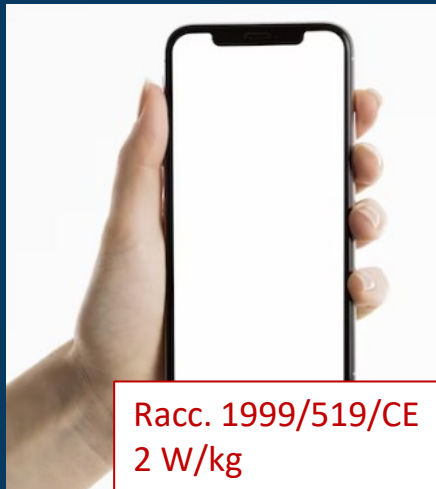


# Campi elettromagnetici in alta frequenza

## Esposizioni residenziali



**Esposizioni residenziali (popolazione)** ai CEM in alta frequenza sono prodotte, ad es., dai telefoni cellulari (esposizioni localizzate) e dai ripetitori di telefonia cellulare e radiotelevisivi



# Campi elettromagnetici in alta frequenza

## Esposizioni professionali



**Esposizioni professionali** sono, ad esempio, quelle dei lavoratori che operano in prossimità delle antenne delle stazioni base di radiocomunicazione e radiotelevisive o delle stazioni radar, dei forni industriali a induzione, ecc.

D.Lgs. 81/2008  
50 W/m<sup>2</sup>



D.Lgs. 81/2008  
140 V/m



D.Lgs. 81/2008  
0,2 μT



# Effetti indiretti dei CEM variabili nel tempo

- Campi elettromagnetici di elevato valore istantaneo possono causare **interferenze sul funzionamento dei dispositivi medici attivi** impiantati e portati sul corpo (compatibilità elettromagnetica)
- Gli **impianti e inclusi metallici** possono perturbare il campo elettrico indotto nel corpo, creando regioni localizzate di campi elevati a causa della maggiore conducibilità elettrica del metallo rispetto al tessuto biologico
- Gli impianti e inclusi metallici possono quindi subire un **riscaldamento induttivo**, provocando infiammazioni locali o, in caso di esposizioni di intensità particolarmente elevata, ustioni e lesioni termiche dei tessuti circostanti



# Programma

## 1° Parte

- ❖ Effetti biologici dei campi elettromagnetici
  - Effetti sanitari
  - Effetti sensoriali
  - Effetti indiretti
- ❖ Effetti dei CEM in funzione della frequenza
  - Campi statici
  - Campi in bassa frequenza
  - Campi in alta frequenza
- ❖ **Le basi scientifiche dei limiti di esposizione**
  - **Linee Guida ICNIRP**
  - **Grandezze di base e di riferimento**
  - **Esposizione dei lavoratori e della popolazione**

## 2° Parte

- ❖ Riferimenti normativi
  - Raccomandazione 1999/519/CE
  - 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
  - Zonizzazione
  - Formazione specifica
  - Sorveglianza sanitaria

# Basi scientifiche dei limiti



- ❖ Le **linee guida CEM dell'ICNIRP** (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) propongono un insieme di restrizioni per l'esposizione a 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)

# Linee Guida ICNIRP nel mondo



Riconoscimento ufficiale da parte di OMS, IARC, Unione Europea  
Adottate in oltre 35 nazioni

# Cronologia Linee Guida ICNIRP

1994 Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (fino a 300 GHz)

1998 Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (fino a 300 GHz)

2009 Campi magnetici statici

2010 Campi elettrici e magnetici in bassa frequenza (1 Hz – 100 kHz)

2014 Movimento in campo magnetico statico e campi magnetici quasi statici (0 – 1 Hz)

2020 Campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde (100 kHz – 300 GHz)





# 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**

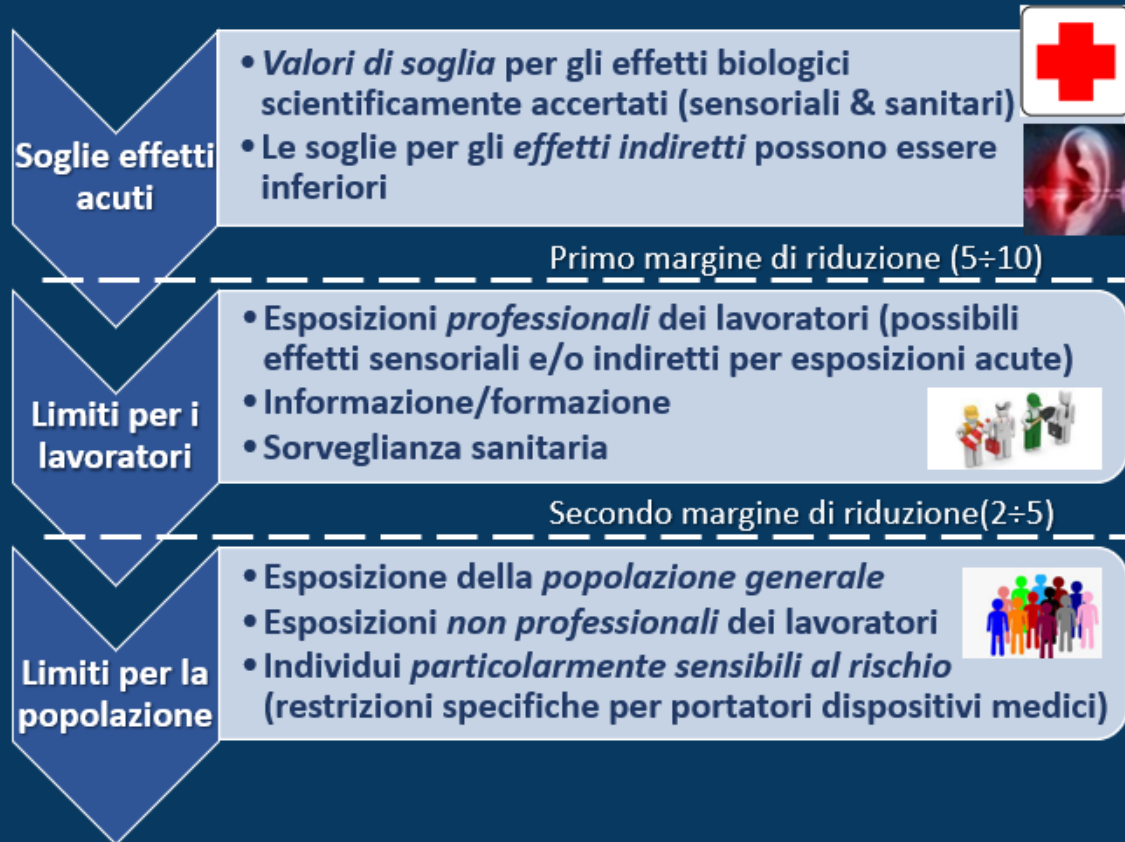
Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE  
(in parte recepita dai DPCM 8/7/2003)

- ❖ **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)

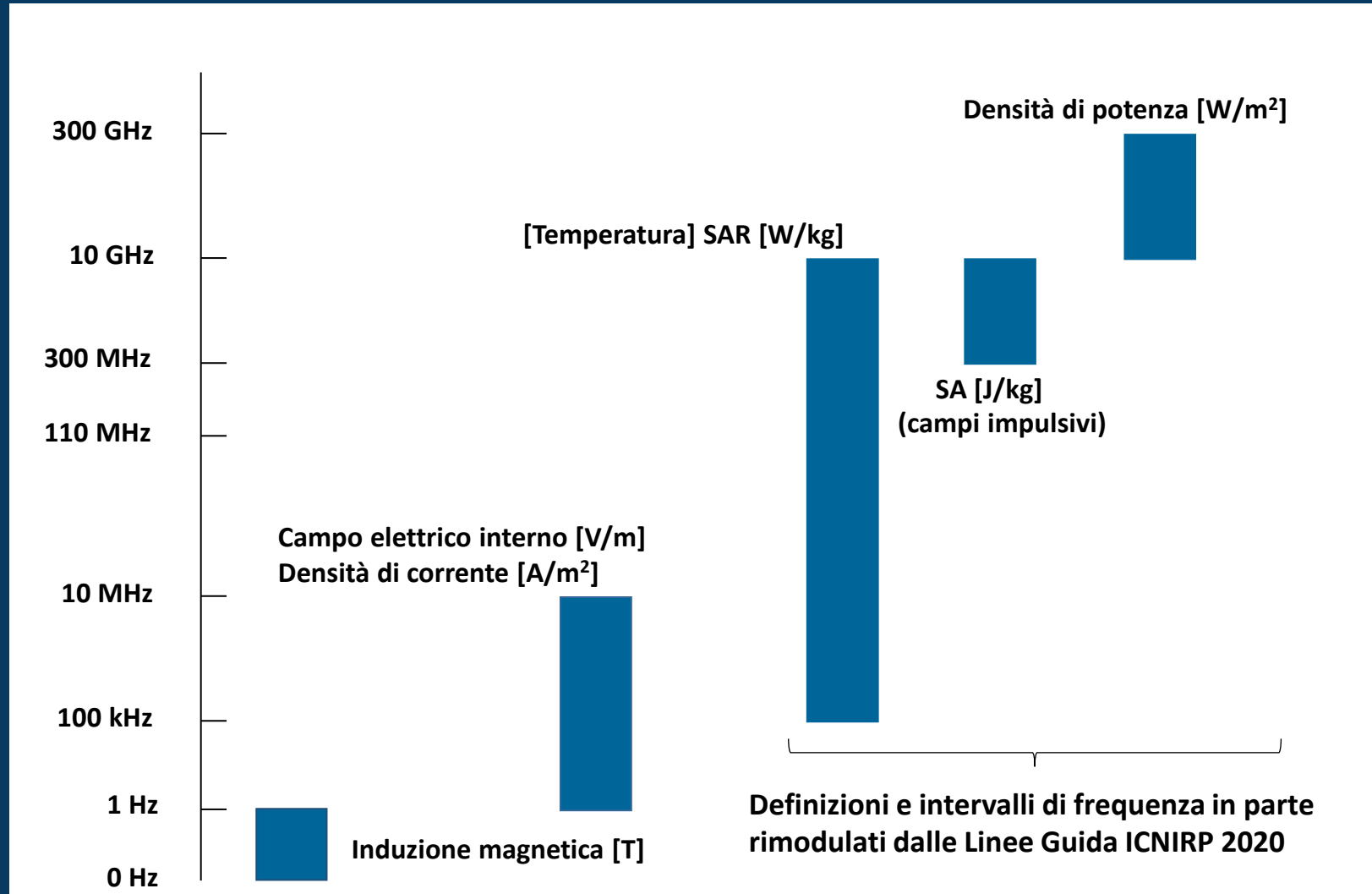


# Criteri per la definizione dei limiti di esposizione

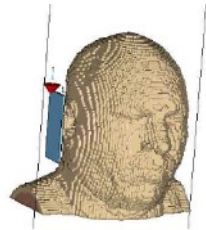
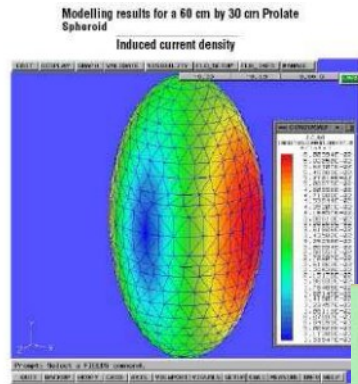


- ❖ Ai fini precauzionali (per tenere conto di fattori d'incertezza quali variabilità interindividuale, ecc.) per i **limiti di esposizione** si applicano dei **fattori di riduzione** rispetto ai **valori di soglia** accertati per l'insorgenza degli effetti acuti
- ❖ Tanto le soglie degli effetti quanto 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 persone con *rischi particolari*, si applica un ulteriore fattore di riduzione (per gli effetti d'interferenza con i dispositivi medici attivi/passivi si applicano restrizioni specifiche)

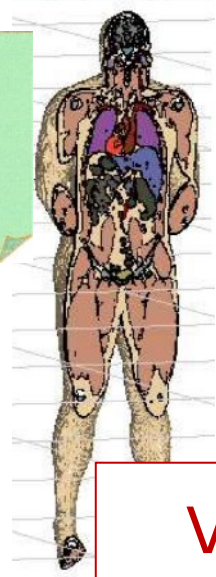
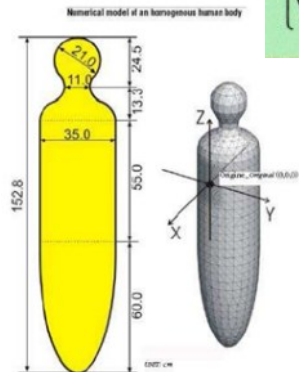
# Grandezze (limiti) di base



# Valutazione dei limiti di base

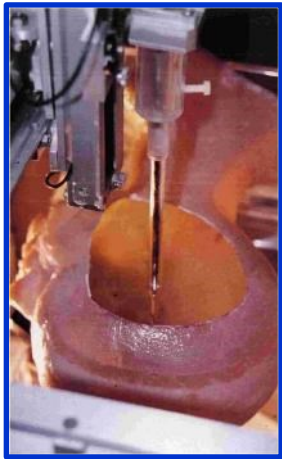


$$\begin{cases} \nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \end{cases}$$



$$SAR = \frac{\sigma \cdot |E_{int}|^2}{\rho}$$

$$SAR = c \cdot \frac{\partial T}{\partial t}$$



**Valutazioni complesse!**

Dosimetria numerica

Dosimetria sperimentale

# Dai Limiti di Base ai Livelli di Riferimento

## LIVELLI DI RIFERIMENTO (LR)

Grandezze ambientali  
(radiometriche)



Campo elettrico ambientale  $E$  [V/m]  
Campo magnetico ambientale  $H$  [A/m]  
Induzione magnetica  $B$  [T]  
Densità di potenza ambientale  $S$  [W/m<sup>2</sup>]

Sono definiti  
ulteriori LR per la  
protezione dagli  
effetti *indiretti*

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

## LIMITI DI BASE (LB)

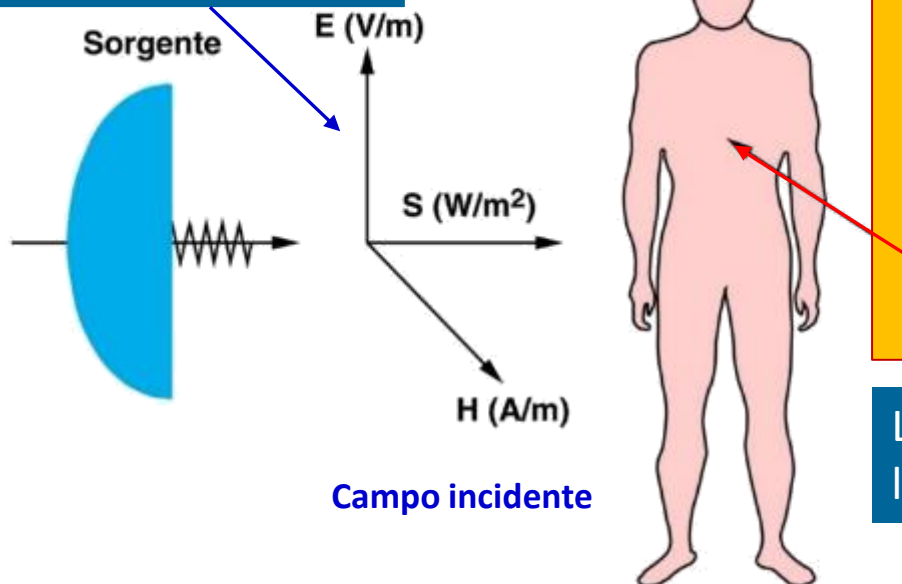
Grandezze di base (dosimetriche)



Induzione magnetica esterna  $B_0$  [T]  
Densità di corrente  $J$  [A/m<sup>2</sup>]  
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/m<sup>2</sup>]

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

## DOSIMETRIA

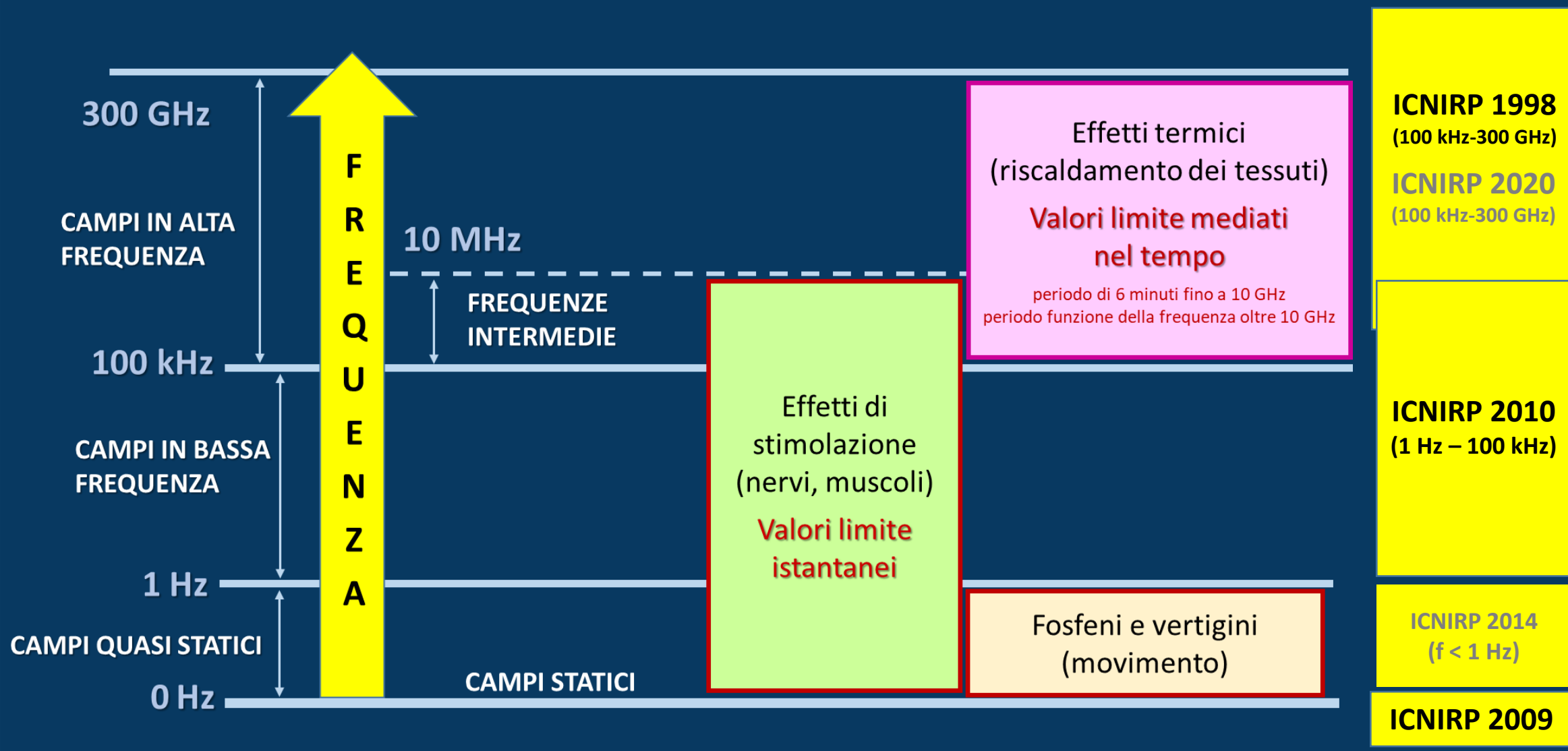


# Valutazione dei livelli di riferimento

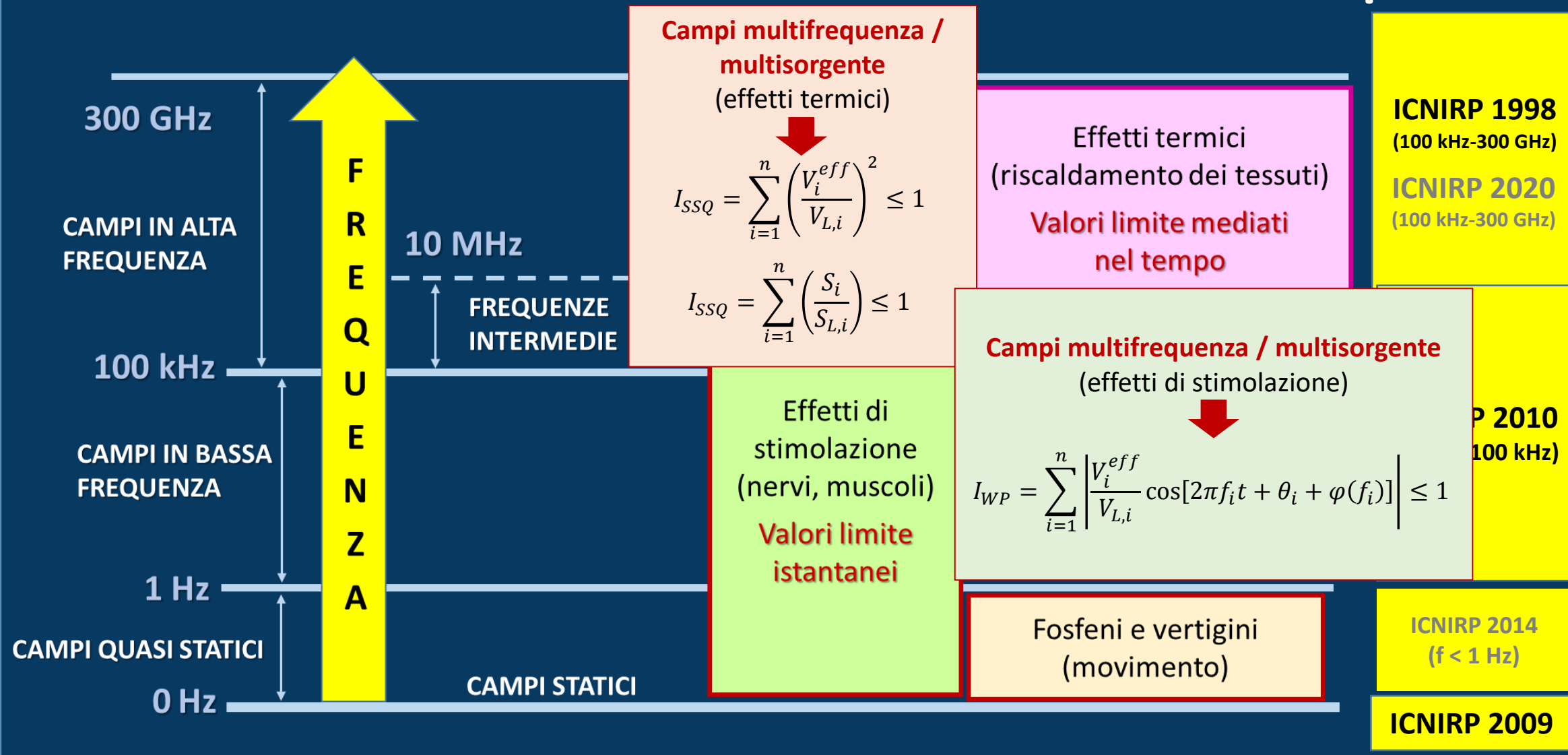
Grandezze  
AMBIENTALI



# Metrica dei limiti in funzione della frequenza



# Metrica dei limiti in funzione della frequenza





# Programma

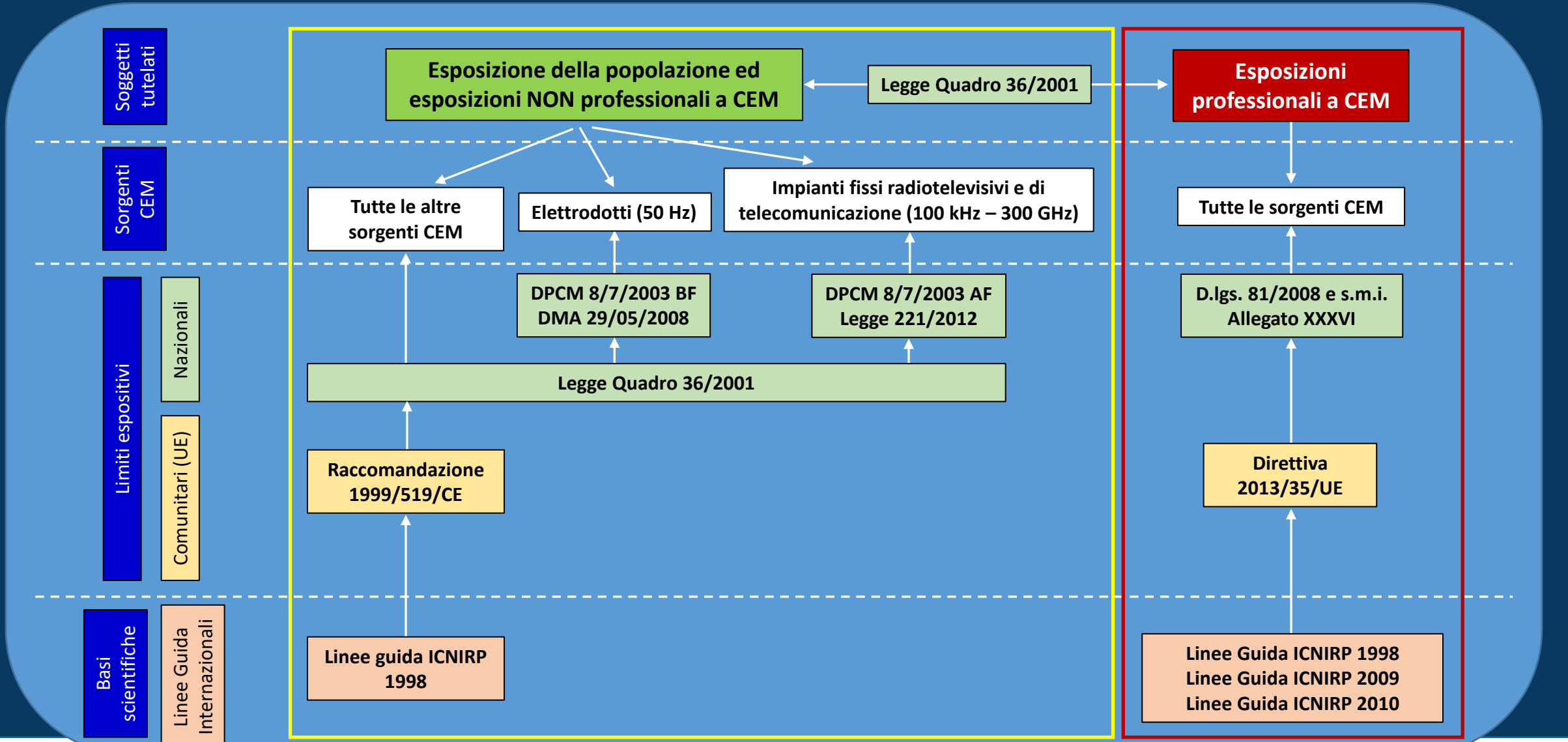
## 1° Parte

- ❖ Effetti biologici dei campi elettromagnetici
  - Effetti sanitari
  - Effetti sensoriali
  - Effetti indiretti
- ❖ Effetti dei CEM in funzione della frequenza
  - Campi statici
  - Campi in bassa frequenza
  - Campi in alta frequenza
- ❖ Le basi scientifiche dei limiti di esposizione
  - Linee Guida ICNIRP
  - Grandezze di base e di riferimento
  - Esposizione dei lavoratori e della popolazione

## 2° Parte

- ❖ Riferimenti normativi
  - Raccomandazione 1999/519/CE
  - 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
  - Zonizzazione
  - Formazione specifica
  - Sorveglianza sanitaria

# Quadro normativo di riferimento



# Diverse denominazioni dei limiti

	Limiti in termini di <i>grandezze di base</i>		Limiti in termini di <i>grandezze ambientali</i>	
	Effetti sensoriali	Effetti sanitari	Effetti sensoriali	Effetti sanitari
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

# 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

EN

Official Journal of the European Communities

L 199/59



II

(Acts whose publication is not obligatory)



COUNCIL

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)

# 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

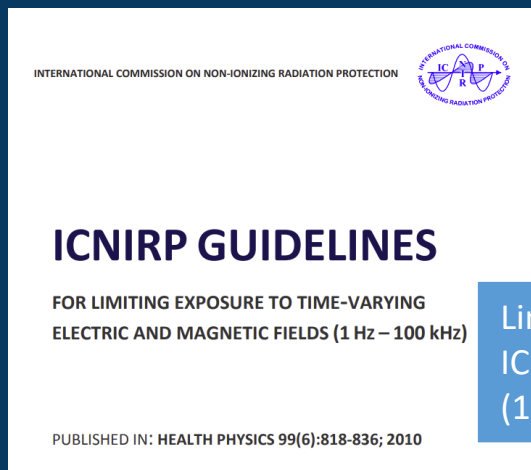
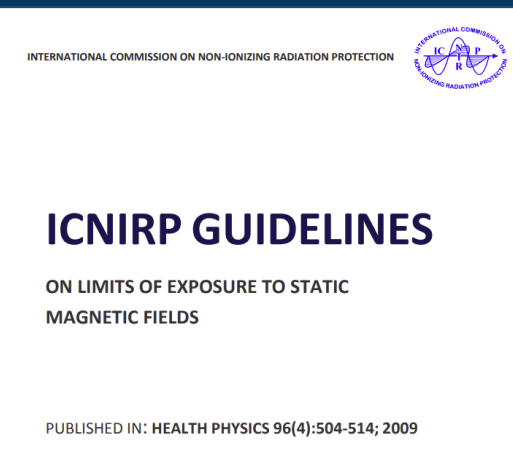
**29 AVR. 2016**

**2016**

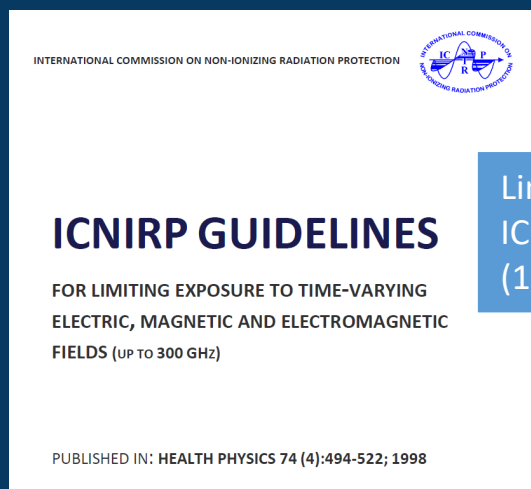
# Direttiva 2013/35/UE



Limiti occupazionali  
ICNIRP 2009  
(campi magnetici statici)




Limiti occupazionali  
ICNIRP 2010  
(1 Hz – 100 kHz)



Limiti occupazionali  
ICNIRP 1998  
(100 kHz – 300 GHz)

29.6.2013 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 179/1

I  
(Atti legislativi)

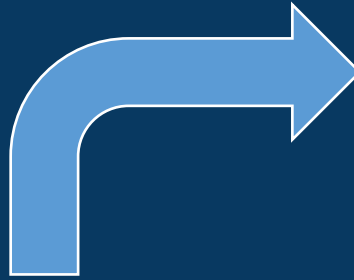


DIRETTIVE


DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO  
del 26 giugno 2013

sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE


# Direttiva 2013/35/UE



29.6.2013 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 179/1



I  
(Atti legislativi)



DIRETTIVE

DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO  
del 26 giugno 2013  
sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE

18-8-2016

GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA

Serie generale - n. 192

## DECRETO LEGISLATIVO 1° agosto 2016, n. 159.

Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.



**D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81**  
Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106

**TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO**

Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

(Decreto integrativo e ... 8)  
Ordinario n. 142/L)

**TITOLO VIII – CAPO IV**  
**ALLEGATO XXXVI**

# Peculiarità della legislazione nazionale

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



# Esposizione dei lavoratori a CEM

## Limiti normativi nazionali

### 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

### 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

Popolazione



Esposizioni non professionali



Esposizioni professionali

# Esposizione professionale dei lavoratori a CEM

## Definizione

Legge 22 febbraio 2001, n. 36

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

### Articolo 3

- 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
- 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

Nelle «*Indicazioni operative del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome (in collaborazione con INAIL – ISS)*» si precisa che:

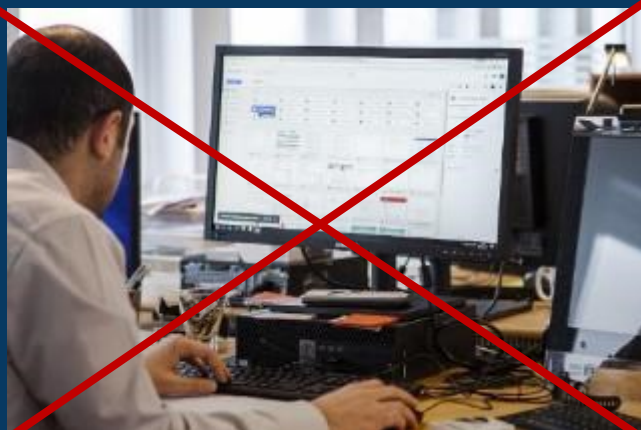
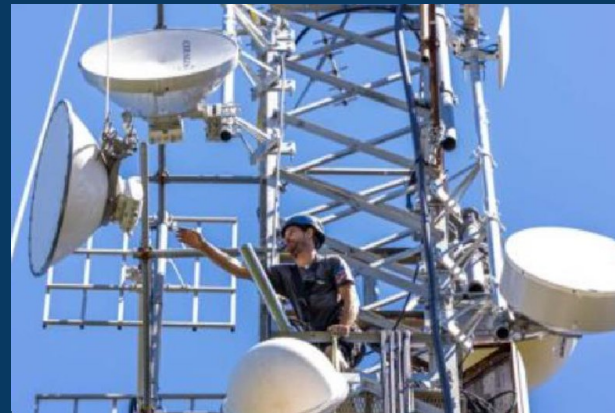
*“Sono da intendersi come **esposizioni di carattere professionale** quelle strettamente correlate e necessarie alla specifica mansione assegnata”*

**Le eventuali esposizioni ai CEM non correlate con la specifica mansione del lavoratore devono essere contenute entro i limiti fissati dalla normativa vigente per la tutela della popolazione (Guida CEI 106-45)**



# Esposizione professionale dei lavoratori a CEM

## Esempi



# Esposizioni professionale dei lavoratori a CEM

## Significato

- **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 fissati dalla legislazione vigente per la protezione della 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.)

# 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, ma 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 professionali ai CEM

## VLE effetti non termici (0 Hz – 10 MHz)



D.LGS. 81/2008 E S.M.I. TABELLE ALLEGATO XXXVI (PARTE II)	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA		TIPO DI EFFETTO		CONDIZIONE DI ESPOSIZIONE	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE	
				SENSORIALE	SANITARIO			
A1	0 – 1 Hz	Induzione magnetica esterna $B_0$ [T]	I VLE per le frequenze inferiori a 1 Hz sono limiti per il campo magnetico statico la cui misurazione non è influenzata dalla presenza del soggetto esposto	2	-	Condizioni di lavoro normali	I <b>VLE relativi agli effetti sensoriali</b> sono connessi a disturbi dell'organo di equilibrio umano (vertigini e altri effetti fisiologici) risultanti principalmente da movimenti in un campo magnetico statico.	
				8		Esposizione localizzata degli arti		
				-	8	Condizioni di lavoro controllate	Il <b>VLE relativo agli effetti sanitari</b> è applicabile su base temporanea durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla prassi o dal processo.  Le condizioni di lavoro controllate prevedono l'adozione di misure di protezione specifiche quali il <b>controllo dei movimenti</b> al fine di prevenire possibili effetti sensoriali e l'informazione dei lavoratori.	
A2	$1 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	Campo elettrico interno (in situ)		-	1,1		I <b>VLE relativi agli effetti sanitari</b> sono correlati alla stimolazione elettrica di tutti i tessuti del sistema nervoso centrale e periferico all'interno del corpo, compresa la testa.  I <b>VLE relativi agli effetti sensoriali</b> sono correlati agli effetti del campo elettrico sul sistema nervoso centrale nella testa, cioè fosfeni retinici e modifiche minori e transitorie di talune funzioni cerebrali.  f è la frequenza espressa in Hertz [Hz].	
	$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$E_{\text{int}}$ [V/m]			$3,8 \times 10^{-4} f$			
A3	$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	Campo elettrico interno (in situ) $E_{\text{int}}$ [V/m]			-		I <b>VLE sono valori di picco</b> in termini temporali che sono pari ai valori efficaci moltiplicati per $\sqrt{2}$ per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione si basa di norma sul metodo del picco ponderato. Possono essere applicate procedure di valutazione alternative scientificamente provate e convalidate purché conducano a risultati comparabili.	
	$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$							$0,7 / f$
	$25 \text{ Hz} \leq f < 400 \text{ Hz}$							$0,07 / f$

# Esposizioni professionali ai CEM VA effetti non termici (1 Hz – 10 MHz)



D.LGS. 81/2008 E S.M.I. TABELLE ALLEGATO XXXVI (PARTE II)	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA	VA <sub>INF</sub> (VALORI EFFICACI)	VA <sub>SUP</sub> (VALORI EFFICACI)	VA ESPOSIZIONE LOCALIZZATA DEGLI ARTI (VALORI EFFICACI)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO/ NOTE
B1	1 Hz ≤ f < 25 Hz	<b>Intensità di campo elettrico ambientale</b> E [V m <sup>-1</sup> ]	2,0 × 10 <sup>4</sup>	2,0 × 10 <sup>4</sup>	-	<p><u>Il rispetto dei Valori di Azione inferiori per il campo elettrico VA<sub>inf</sub> (E)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• garantisce il rispetto dei VLE sanitari e sensoriali</li> <li>• permette di prevenire le scariche elettriche nell'ambiente di lavoro;</li> </ul> <p><u>Il rispetto dei Valori di Azione superiori per il campo elettrico VA<sub>sup</sub> (E)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• garantisce il rispetto dei VLE sanitari e sensoriali per il campo elettrico</li> <li>• <u>non assicura la prevenzione delle scariche elettriche nell'ambiente di lavoro a meno che non siano intraprese specifiche misure di protezione</u></li> </ul> <p>I VA sono valori di picco in termini temporali, pari ai valori efficaci (RMS) moltiplicati per √2 per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione si basa di norma sul <b>metodo del picco ponderato</b> nel dominio del tempo. Possono essere applicate procedure di valutazione alternative scientificamente provate convalidate, purché conducano a risultati comparabili.</p>
	25 Hz ≤ f < 50 Hz		5,0 × 10 <sup>5</sup> /f	2,0 × 10 <sup>4</sup>		
	50 Hz ≤ f < 1,64 kHz		5,0 × 10 <sup>5</sup> /f	1,0 × 10 <sup>6</sup> /f		
	1,64 kHz ≤ f < 3 kHz		5,0 × 10 <sup>5</sup> /f	6,1 × 10 <sup>2</sup>		
	3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz		1,7 × 10 <sup>2</sup>	6,1 × 10 <sup>2</sup>		
B2	1 Hz ≤ f < 8 Hz	<b>Induzione magnetica ambientale</b> B [mT]	2,0 × 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f	<p><u>Il rispetto dei Valori di Azione inferiori per l'induzione magnetica VA<sub>inf</sub> (B)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nell'intervallo di frequenza 1 Hz – 400 Hz garantisce il rispetto dei VLE<sub>sens</sub>;</li> <li>• al di sopra dei 400 Hz, coincidendo con i VA<sub>sup</sub> (B), garantisce il rispetto dei VLE<sub>san</sub></li> </ul> <p><u>Il rispetto dei Valori di Azione superiori per l'induzione magnetica VA<sub>sup</sub> (B)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• garantisce il rispetto dei VLE sanitari</li> <li>• <u>possono essere necessarie misure tecniche e organizzative per prevenire esposizioni superiori ai VLE sensoriali.</u></li> </ul> <p><b>I Valori di Azione per l'induzione magnetica per l'esposizione localizzata degli arti VA<sub>arti</sub> (B)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• garantiscono il rispetto dei VLE sanitari relativi alla stimolazione elettrica dei tessuti limitatamente agli arti, tenuto conto del fatto che il campo magnetico presenta un accoppiamento più debole negli arti che nel corpo.</li> <li>• Questi valori possono essere utilizzati in caso di esposizione strettamente confinata agli arti, restando ferma la necessità di valutare il rispetto dei VA su tutto il corpo del lavoratore.</li> </ul>
	8 Hz ≤ f < 25 Hz		2,5 × 10 <sup>4</sup> /f	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f	
	25 Hz ≤ f < 300 Hz		1,0 × 10 <sup>3</sup>	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f	
	300 Hz ≤ f < 3 kHz		3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	3,0 × 10 <sup>5</sup> /f	9,0 × 10 <sup>5</sup> /f	
	3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz		1,0 × 10 <sup>2</sup>	1,0 × 10 <sup>2</sup>	3,0 × 10 <sup>2</sup>	



# VA per le correnti di contatto e le interferenze con i dispositivi medici (0 Hz – 10 MHz)



D.LGS. 81/2008 E S.M.I. TABELLE ALLEGATO XXXVI (PARTE II)	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA	VA CORRENTI DI CONTATTO $I_c$ (VALORI EFFICACI)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO/ NOTE
B3	fino a 2,5 kHz	Corrente di contatto stazionaria $I_c$ [mA]	1,0	Le correnti di contatto derivano dal contatto con un oggetto conduttore (per es. una struttura metallica) che, pur non essendo direttamente in tensione, in presenza di un campo elettrico si trova a un potenziale diverso dal corpo del lavoratore.
	$2,5 \text{ kHz} \leq f < 100 \text{ kHz}$		$0,4 \times f$ [kHz]	
	$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$		40	
D.LGS. 81/2008 E S.M.I. TABELLE ALLEGATO XXXVI (PARTE II)	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA	VA INDUZIONE MAGNETICA DI CAMPI MAGNETICI STATICI	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO/ NOTE
B4	0 Hz – 1 Hz	Induzione magnetica esterna $B_0$ [mT]	0,5	Valore di azione per prevenire il <b>rischio di interferenza con dispositivi medici impiantati attivi</b> , ad esempio stimolatori cardiaci.
			3	Valore di azione per prevenire il <b>rischio di attrazione e propulsivo</b> di oggetti ferromagnetici nel campo periferico di sorgenti di campo magnetico statico ad alta intensità (> 100 mT). Si applica a <b>dispositivi medici impiantati passivi o inclusi metallici</b> se contenenti materiali ferromagnetici o conduttivi (per es. piercing, schegge, ecc.) al fine di prevenire il rischio di torsioni o spostamenti.

# Esposizioni professionali

## VLE Effetti termici (100 kHz – 300 GHz)



D.Lgs. 81/2008 E S.M.I TABELLE ALLEGATO XXXVI PARTE III	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA	TIPO DI EFFETTO		CONDIZIONE DI ESPOSIZIONE	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
			ENSORIALE	SANITARIO		
A1	$100 \text{ kHz} \leq f < 6 \text{ GHz}$	<b>Tasso di assorbimento specifico</b> SAR [ $\text{W kg}^{-1}$ ]	-	0,4	Esposizione a corpo intero	<p>I <b>VLE relativi agli effetti sanitari</b> (<math>VLE_{\text{san}}</math>) proteggono dal riscaldamento termico dei tessuti od organi derivante dall'esposizione a campi elettromagnetici.</p> <p>I <math>VLE_{\text{san}}</math> sul SAR [<math>\text{W/kg}</math>] sono relativi a <b>valori mediati per ogni periodo di sei minuti</b>.</p> <p>Il rispetto dei <math>VLE_{\text{san}}</math> sul SAR per l'<b>esposizione localizzata</b> deve essere assicurato in termini di valore medio su ogni elemento di massa pari a 10 g di tessuto contiguo con proprietà elettriche approssimativamente omogenee; il massimo valore di SAR così ricavato deve essere impiegato per la verifica di conformità con il pertinente VLE.</p>
				10	Esposizione localizzata della testa e del tronco	
				20	Esposizione localizzata degli arti	
A2	$0,3 \text{ GHz} \leq f \leq 6 \text{ GHz}$	<b>Assorbimento specifico locale di energia</b> SA [ $\text{mJ kg}^{-1}$ ]	10	-	Esposizione della testa a campi impulsivi a microonde	<p>Il <b>VLE relativo agli effetti sensoriali</b> (<math>VLE_{\text{sens}}</math>) è finalizzato alla prevenzione degli effetti uditivi provocati dall'esposizione della testa a campi elettromagnetici impulsivi a microonde.</p> <p>Il <math>VLE_{\text{sens}}</math> sul SA [<math>\text{mJ/kg}</math>] è riferito all'energia assorbita per ogni massa di 10 g di tessuto all'interno della testa.</p>
A3	$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	<b>Densità di potenza incidente sulla superficie corporea</b> S [ $\text{W m}^{-2}$ ]	-	50	-	<p>I <math>VLE_{\text{san}}</math> proteggono dal riscaldamento termico dei tessuti od organi derivante dall'esposizione a campi elettromagnetici.</p> <p>I <math>VLE_{\text{san}}</math> riferiti alla <b>densità di potenza S</b> [<math>\text{W/m}^2</math>] sono relativi a valori mediati su intervalli temporali diversi in funzione della frequenza: tra 6 e 10 GHz sono mediati per ogni periodo di sei minuti, al di sopra di 10 GHz sono mediati su periodi di <math>68/f^{1,05}</math> minuti (dove f è la frequenza in GHz) per tenere conto della graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza.</p> <p>Il rispetto del VLE sulla <b>densità di potenza S</b> deve essere garantito in termini di valore medio per ogni superficie corporea esposta di 20 <math>\text{cm}^2</math> con la condizione aggiuntiva che la densità di potenza mediata su ogni superficie di 1 <math>\text{cm}^2</math> non superi il valore di 1000 <math>\text{Wm}^{-2}</math>.</p>

# Esposizioni professionali VA Effetti termici (100 kHz – 300 GHz)



TABELLE ALL. XXXVI PARTE III		INTERVALLO DI FREQUENZA	CAMPI AMBIENTALI			VA (I <sub>C</sub> ) per la corrente di contatto stazionaria [mA] (valore efficace)	VA (I <sub>L</sub> ) per la corrente indotta in qualsiasi arto [mA] (valore efficace)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
			VA (E) per l'intensità del campo elettrico [V/m] (valore efficace)	VA (B) per l'induzione magnetica [mT] (valore efficace)	VA (S) per la densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]			
B1	B2	100 kHz ≤ f < 1 MHz	610	2,0 × 10 <sup>6</sup> /f	-	40	-	<p>I VA(E) e VA(B) derivano dai VLE relativi al SAR e dalla densità di potenza. Il VA(S) viene a coincidere con il corrispondente VLE.</p> <p>I [VA(E)]<sup>2</sup>, [VA(B)]<sup>2</sup> e [VA(I<sub>L</sub>)]<sup>2</sup> devono essere <b>mediati per ogni periodo di 6 minuti</b>.</p> <p>I <b>VA(S)</b> sono relativi a valori mediati su intervalli temporali diversi in funzione della frequenza: tra 6 e 10 GHz sono mediati per ogni periodo di 6 minuti, al di sopra di 10 GHz sono mediati su periodi di 68 / f<sup>1,05</sup> minuti (dove f è la frequenza in GHz) per tenere conto della graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza.</p> <p>I <b>VA(E)</b> e <b>VA(B)</b> corrispondono ai <b>valori del campo imperturbati</b> e sono intesi come <b>valori massimi calcolati o misurati</b> sul posto di lavoro nello spazio occupato dal corpo o da parti del corpo del lavoratore. In specifiche condizioni di esposizione non uniforme possono essere utilizzati criteri relativi alla media spaziale dei campi misurati.</p> <p>Il rispetto del <b>VA(S)</b> deve essere garantito in termini di valore medio per <b>ogni superficie corporea esposta di 20 cm<sup>2</sup></b>, con la condizione aggiuntiva che la densità di potenza mediata su ogni superficie di 1 cm<sup>2</sup> non superi il valore di 1000 W/m<sup>2</sup>.</p> <p>Nel caso di <b>segnali impulsivi a radiofrequenza</b>, la densità di potenza di picco mediata sull'ampiezza dell'impulso non deve superare di 1000 volte il rispettivo VA(S).</p> <p>Per <b>campi a frequenze multiple</b> (campi non sinusoidali) l'analisi è basata sulla sommatoria dei contributi, descritta nelle norme tecniche di riferimento (Guida CEI 106-45, Allegato C).</p> <p>In caso di esposizione a una <b>sorgente molto localizzata</b>, distante pochi cm dal corpo, il campo elettrico interno (in situ) e la conformità ai VLE possono essere determinati caso per caso mediante dosimetria.</p>
		1 MHz ≤ f < 10 MHz	6,1 × 10 <sup>8</sup> / f					
		10 MHz ≤ f ≤ 100 MHz	61	0,2				
	100 MHz ≤ f ≤ 110 MHz							
			110 MHz ≤ f < 400 MHz	3 × 10 <sup>-3</sup> f <sup>1/2</sup>	1,0 × 10 <sup>-5</sup> f <sup>1/2</sup>			
			400 MHz ≤ f < 2 GHz					
			2 GHz ≤ f < 6 GHz					
6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz			140					0,45

# 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 [μT]</b> (valore efficace su base istantanea)	<b>Limite 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 [μT]</b> (mediana su 24 h per permanenze ≥ 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 [μT]</b> (mediana su 24 h per permanenze ≥ 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 ai 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 (come modificati dalla legge n. 221 del 17 dicembre 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 kHz < f ≤ 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**)*

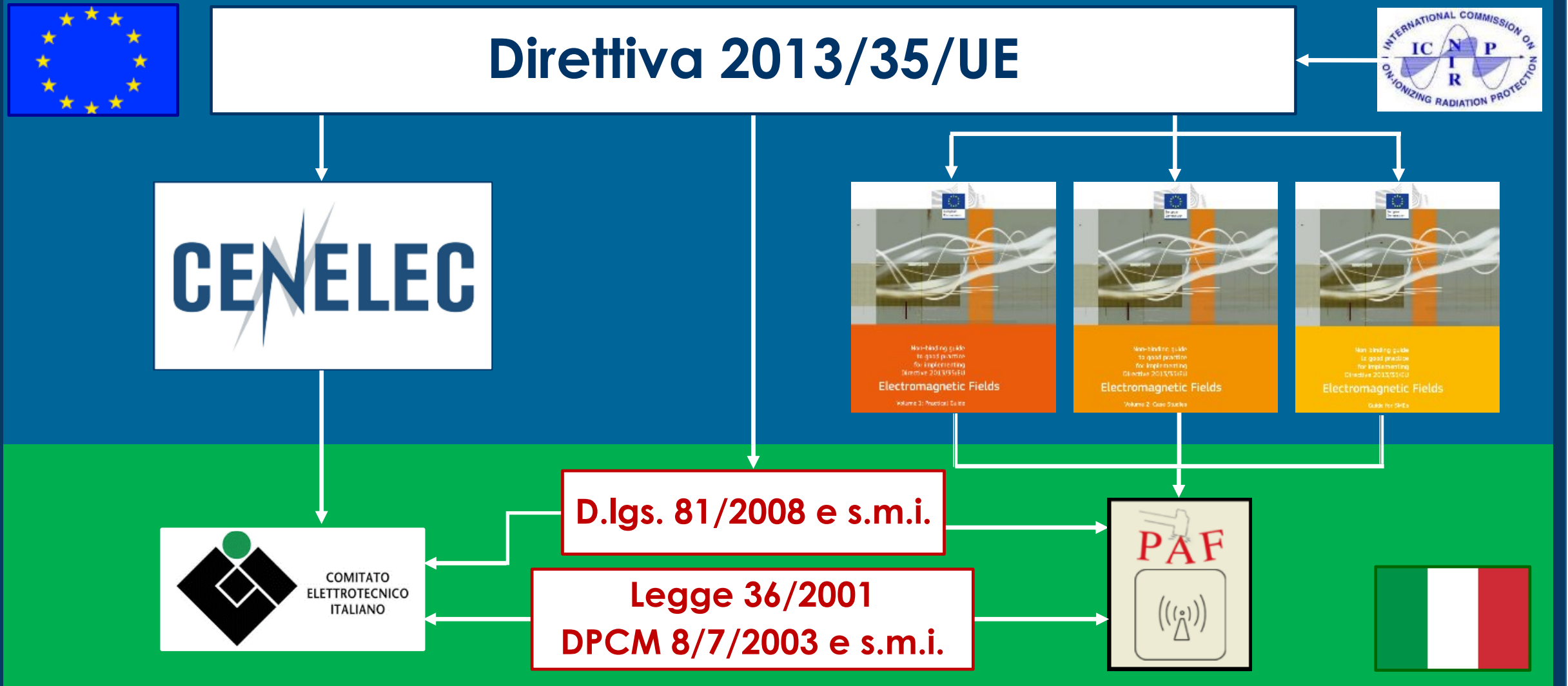


# Confronto limiti per le esposizioni a CEM

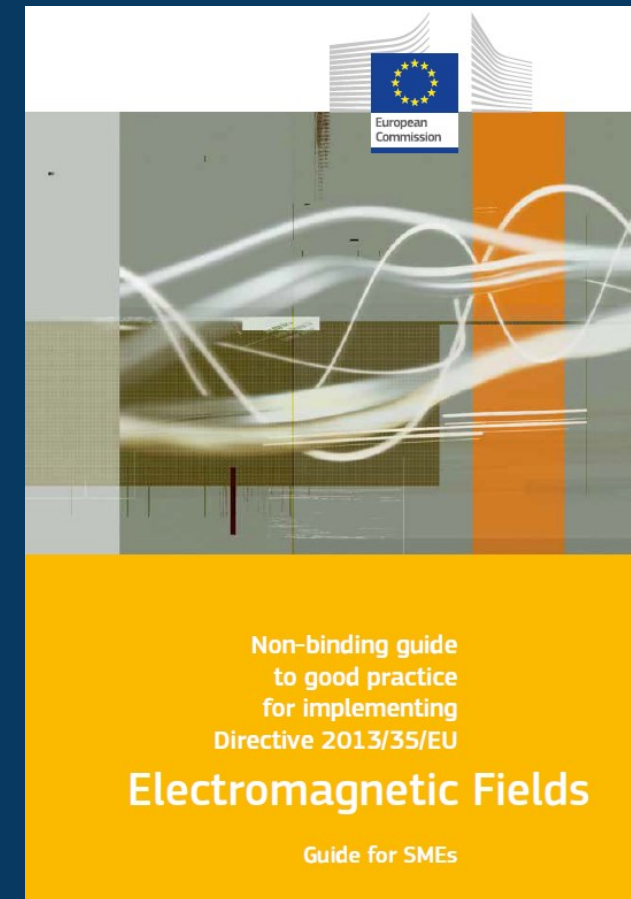
Riferimenti legislativi nazionali ed europei	Limiti	Frequenza								
		50 Hz (Elettrodotti)		100 MHz (FM)	400 MHz (DVBT)	900 MHz (2G-GSM)	1800 MHz (2G-GSM)	2100 MHz (3G-UMTS)	2600 MHz (4G-LTE)	3700 MHz (5G)
Popolazione ed Esposizioni non professionali Legge 36/2001 DPCM 8/7/2003	Limiti di esposizione	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							

# Esposizione dei lavoratori ai CEM

## Gerarchia delle fonti normative



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



# Portale Agenti Fisici – Indicazioni operative



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 – Indicazioni operative

INDICE		
SEZIONE A		
EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA		
A.1	Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire?	2
A.2	Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio/esposti a rischi particolari?	2
A.3	Cosa si intende per eventuali effetti a lungo termine dei CEM e perché questi sono esclusi dall'ambito di applicazione del D.lgs 81/08 e s.m.i.?	3
A.4	E' possibile verificare la sussistenza di controindicazioni specifiche all'esposizione da parte del RSPD/Datore di Lavoro senza ricorrere al Medico Competente?	5
A.5	Quali misure di tutela specifiche possono essere applicate per la donna in gravidanza esposta per motivi professionali e per altri soggetti particolarmente sensibili, esclusi i portatori di Dispositivi Medici?	6
A.6	Come si valuta il rischio per portatori di di protesi, altri dispositivi medici impiantati passivi, inclusi metallici es. schegge, piercing etc.?	8
A.7	Come si valuta il rischio per portatori di pacemaker ed altri dispositivi medici impiantati attivi (DMIA)?	9
A.8	Come si valuta il rischio per lavoratori con dispositivi medici portati sul corpo	17
A.9	In quali casi attivare la sorveglianza sanitaria?	19
SEZIONE B		
METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA DEI CEM		
B.1	Quali requisiti deve avere la strumentazione di misura?	22
B.2	Con quale periodicità deve essere tarata la strumentazione di misura?	25
B.3	Come si tiene conto della variabilità spaziale dell'intensità del campo? In quante e quali posizioni va verificato il rispetto dei valori di azione?	26
B.4	Come si tiene conto della variabilità temporale dell'intensità di campo? Quale deve essere la durata delle misure ai fini del confronto con i valori di azione?	28
B.5	Quali indicazioni si possono dare per le esposizioni in presenza di segnali complessi?	31

B.6	Che cosa sono gli indici di esposizione e perché sono forniti spesso come valori percentuali?	33
B.7	Quando e come valutare le correnti di contatto?	33
B.8	Si possono utilizzare i misuratori personali?	34
B.9	Come si stima l'incertezza di misura?	34
B.10	Come tenere conto dell'incertezza di misura nel confronto con i differenti valori limite?	38
SEZIONE C		
VALUTAZIONE DEL RISCHIO		
C.1	Quali fonti sono utilizzabili per la valutazione del rischio?	42
C.2	Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la "giustificazione" secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata?	44
C.3	È disponibile un elenco di situazioni lavorative per le quali è necessario procedere sempre ad una valutazione dettagliata (situazioni non "giustificabili")?	46
C.4	Quali sono le esposizioni di carattere professionale?	48
C.5.1	Come comportarsi nel caso di esposizioni non professionali a sorgenti gestite dal datore di lavoro?	50
C.5.2	Come comportarsi nel caso di esposizioni non professionali a sorgenti non gestite dal datore di lavoro?	51
C.6	È sempre necessario effettuare misurazioni specifiche di esposizione ai fini della valutazione del rischio CEM?	51
C.7	Le attrezzature per le quali esiste una certificazione di compatibilità elettromagnetica possono essere "giustificate"?	53
C.8	Quali metodi numerici utilizzare per l'eventuale confronto con i VLE?	53
C.9	Con quali valori confrontarsi per gli effetti diretti e indiretti del campo magnetico statico?	55
C.10	Come confrontarsi con la valutazione rischio incendi / esplosioni dovuti a scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche?	56
C.11	In quali situazioni il rischio di campo elettrico statico può essere rilevante? Come confrontarsi con i pertinenti VA?	58

SEZIONE D		
GESTIONE DEL RISCHIO		
D.1	Cosa si intende per "personale qualificato" e quali requisiti deve avere ai fini della valutazione del rischio CEM ?	60
D.2	Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al documento di valutazione del rischio CEM?	61
D.3.1	In quali casi è necessario effettuare specifica informazione / formazione ?	64
D.3.2	Quali sono i contenuti della informazione / formazione?	64
D.4	Quali misure di tutela è necessario attuare se si rispettano i valori di azione?	66
D.5	Come comportarsi all'esito della valutazione ?	67
D.6	Come e quando effettuare la zonizzazione con l'uso della segnaletica?	68
D.7	Esistono Dispositivi di Protezione Individuale per i CEM?	70
SEZIONE E		
VIGILANZA		
E.1	In quali casi sussiste l'obbligo di comunicare all'organo di vigilanza territorialmente competente il superamento del VA inferiori o dei VLE relativi agli effetti sensoriali?	74
E.2	Quali dati e informazioni utili ai fini della valutazione dei rischi derivanti da esposizione a CEM i fabbricanti sono obbligati a fornire?	75
E.3	Come deve essere gestito il rischio derivante da "campi elettromagnetici" nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?	78
E.4	Quali informazioni deve chiedere il datore di lavoro in fase di acquisto di nuovi macchinari - attrezzature che emettono CEM?	80

# Portale Agenti Fisici – Banca dati



ELETTROMAGNETICI: 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](#)

~

# Norme tecniche

**CENELEC**  
EUROPEAN COMMITTEE  
FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION

FAQs | Sitemap | Contact us | Feeds/Alerts

You & CENELEC | About CENELEC | News & Views | Standards Development | Members & Experts | Meeting Centre | Advanced Search

About CENELEC > Who we are

## Who we are

CENELEC is the European Committee for Electrotechnical Standardization and is responsible for standardization in the electrotechnical engineering field. CENELEC prepares voluntary standards, which help facilitate trade between countries, create new markets, cut compliance costs and support the development of a Single European Market.

CENELEC creates market access at European level but also at international level, adopting international standards wherever possible, through its close collaboration with the International Electrotechnical Commission (IEC), under the [Frankfurt Agreement](#).

In an ever more global economy, CENELEC fosters innovation and competitiveness, making technology available industry-wide through the production of voluntary standards.

Through the work of its members together with its experts, the industry federations and consumers, European Standards are created in order to encourage technological development, to ensure interoperability and to guarantee the safety and health of consumers and provide environmental protection.

Designated as a European Standards Organization by the European Commission, CENELEC is a non-profit technical organization set up under Belgian law. It was created in 1973 as a result of the merger of two previous European organizations: CENELCOM and CENEL.



IL CEI

NORMAZIONE

NOTIZIE

CEINORME

## Missione del CEI



La missione del CEI, quale organismo nazionale "super partes", è quella di pubblicare in Italia documenti normativi di buona tecnica, partecipare all'elaborazione delle corrispondenti normative europee ed internazionali, provvedere al loro recepimento con specifico riguardo ai documenti normativi europei armonizzati ai fini di Direttive comunitarie e Regolamenti, diffondere la cultura tecnico-scientifica in generale e quella della normazione tecnica in particolare.

Per adempiere alla propria missione, il CEI coordina e svolge le seguenti attività (estratto dallo Statuto CEI):

- elaborare, pubblicare, promuovere e diffondere le norme tecniche nel settore elettrotecnico, elettronico e delle telecomunicazioni per materiali, apparecchi, macchine, impianti, processi e loro programmi, stabilendo i relativi requisiti di qualità e sicurezza;
- provvedere alla simbologia, alla nomenclatura, alla terminologia e all'unificazione nei settori di competenza;
- stabilire criteri, metodi di prova e limiti finalizzati al raggiungimento di adeguati livelli di sicurezza, affidabilità e qualità dei prodotti o dei processi, nonché elaborare regole e procedure per prove e controlli di rispondenza alle norme tecniche; fissare criteri di valutazione di laboratori, costruttori, singoli operatori, ai fini del loro accreditamento da parte dei competenti organismi;
- studiare i problemi di carattere scientifico e tecnologico connessi alle esigenze di impiego, funzionamento, sicurezza o altro di prodotti nel settore elettrico, elettronico e delle telecomunicazioni diffondendo la loro conoscenza e utilizzazione nazionale;
- promuovere e sviluppare la cultura tecnica con attività formative e informative di vario genere, con iniziative documentali ed editoriali complementari, anche attraverso corsi di formazione, convegni, seminari e con il supporto di manuali, guide, software applicativi e commentari tecnici;
- promuovere e favorire l'attività di certificazione;
- partecipare alle attività delle organizzazioni internazionali di normazione, rendere operativa l'armonizzazione delle norme tecniche e deliberare sui progetti normativi al fine di assolvere i mandati ricevuti secondo le politiche comunitarie.

# 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

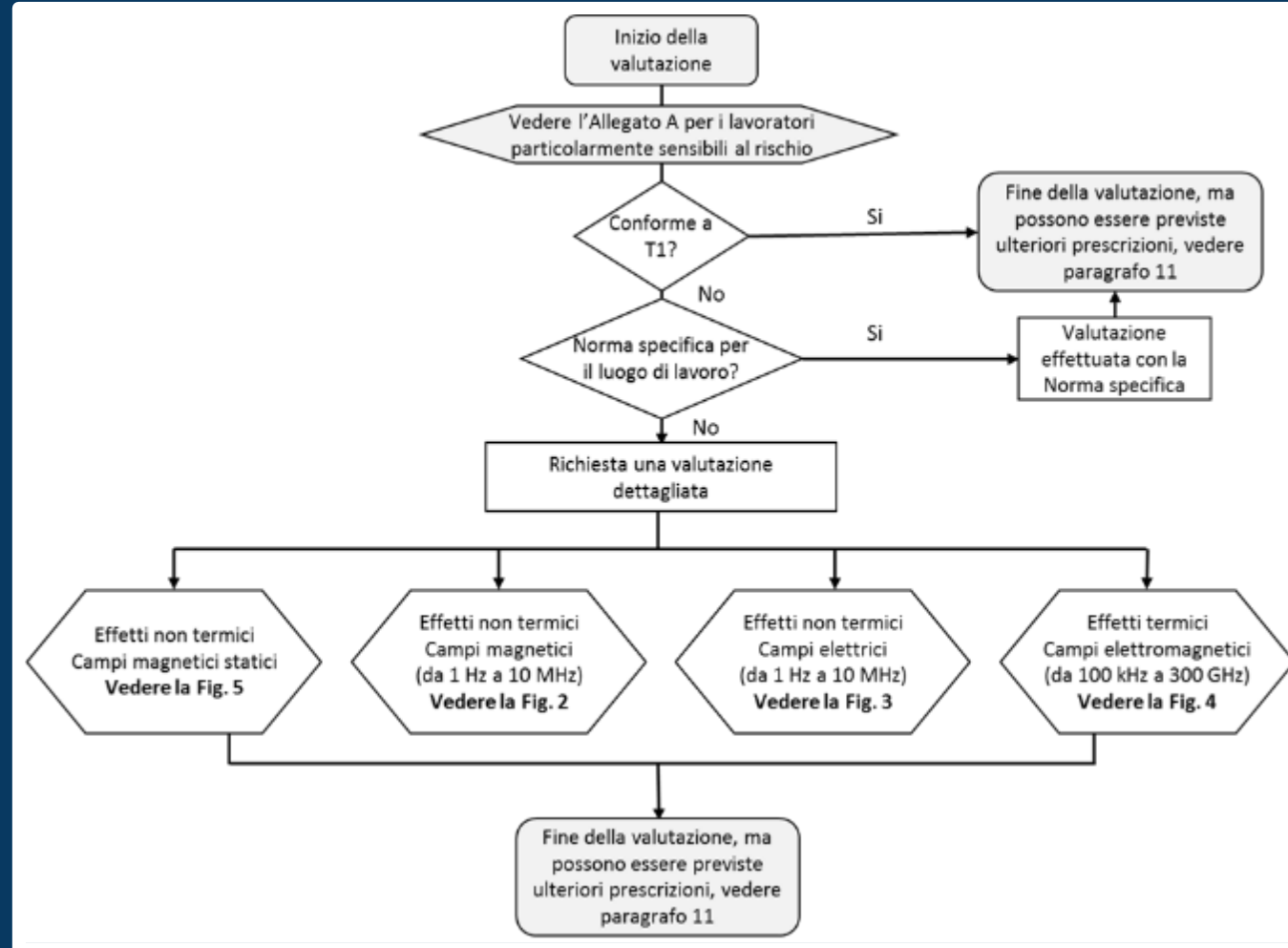
INIZIO VALIDITÀ: 2020-02  
PAGINE: 42  
AMBITO DI APPLICABILITÀ: INTERNAZIONALE

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



# 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

CEI GUIDA ?

DATA PUBBLICAZIONE: **2001-01** INIZIO VALIDITÀ: **2001-02**  
LINGUA: **IT** PAGINE: **92**  
FASCICOLO: **5909** 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 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

## 1° Parte

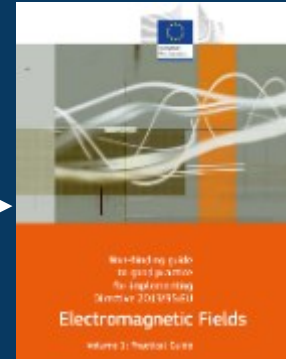
- ❖ Effetti biologici dei campi elettromagnetici
  - Effetti sanitari
  - Effetti sensoriali
  - Effetti indiretti
- ❖ Effetti dei CEM in funzione della frequenza
  - Campi statici
  - Campi in bassa frequenza
  - Campi in alta frequenza
- ❖ Le basi scientifiche dei limiti di esposizione
  - Linee Guida ICNIRP
  - Grandezze di base e di riferimento
  - Esposizione dei lavoratori e della popolazione

## 2° Parte

- ❖ Riferimenti normativi
  - Raccomandazione 1999/519/CE
  - 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**
  - **Zonizzazione**
  - **Formazione specifica**
  - **Sorveglianza sanitaria**

# Valutazione del rischio CEM

«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.

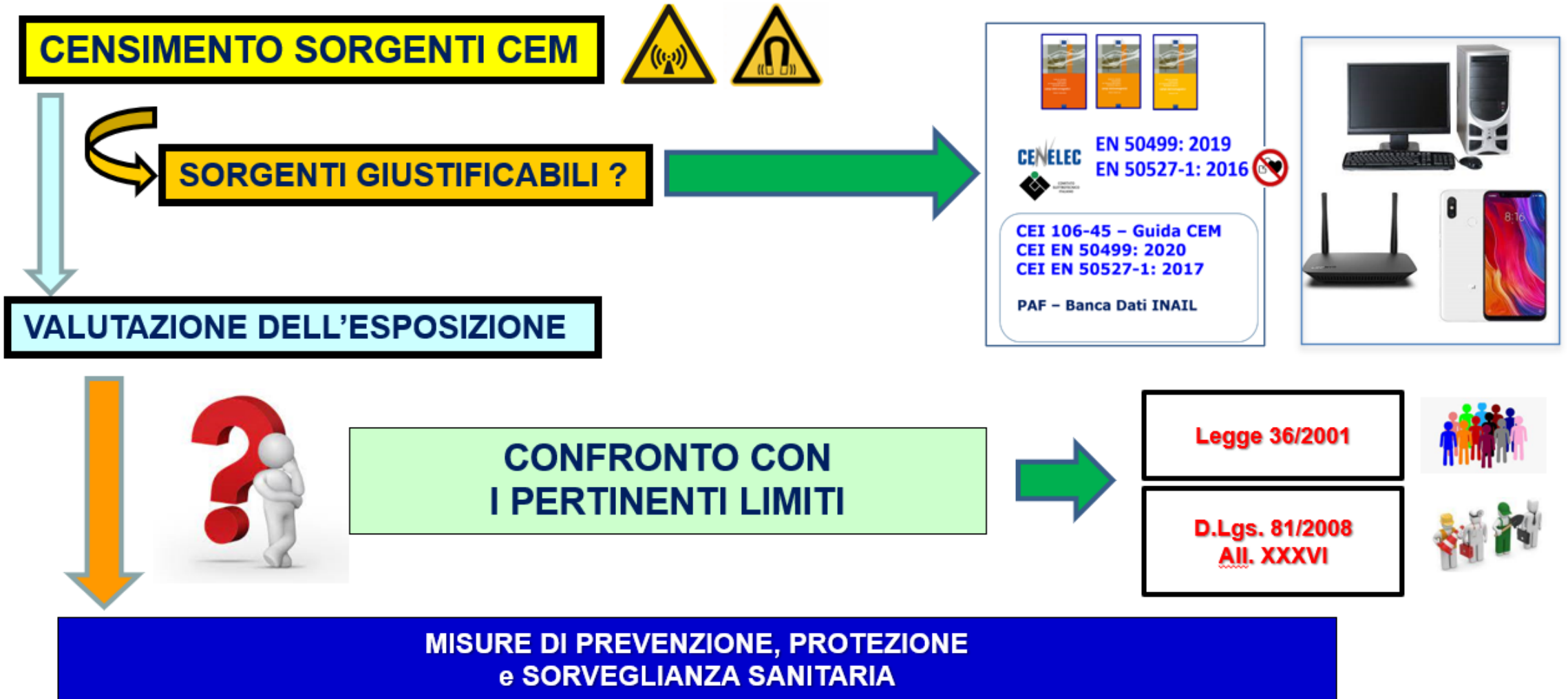


# Valutazione del rischio CEM

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 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.

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




**EVENTUALI  
MISURE ORGANIZZATIVE**



**ADEGUATO DISTANZIAMENTO  
DELLE POSTAZIONI VDT**



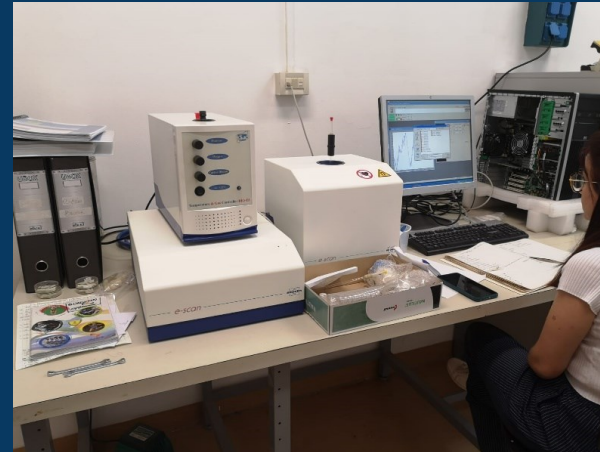
## TABELLA 1 – CEI EN 50499 (2020)

Voce	Descrizione	Note
T.1.19	<p>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.</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 luoghi adibiti a permanenze prolungate (<math>\geq 4</math> ore giornaliere) deve essere verificato il rispetto del Valore di attenzione (<math>10 \mu\text{T}</math>) e/o dell'Obiettivo di qualit� (<math>3 \mu\text{T}</math>) 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**

# Metodi di valutazione del rischio CEM

La valutazione del rischio CEM può comportare diversi gradi di complessità:

... da una **semplice valutazione** in base alla quale il rischio viene definito BASSO, MEDIO o ALTO a seguito a seguito di un'**analisi qualitativa**, effettuata ai sensi commi 3 e 4 dell'articolo 209 del D.lgs. 81/2008 e s.m.i.

... fino a una **valutazione approfondita** a seguito di un'**analisi quantitativa**, effettuata **sulla base di misurazioni o calcoli** ai sensi dei commi 1 e 2 dell'articolo 209 del D.lgs. 81/2008 e s.m.i.

# 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 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 risulti che i campi sono prevedibilmente più intensi, è necessario effettuare una **valutazione più approfondita**, che potrebbe includere una valutazione quantitativa sulla base di calcoli o misurazioni per stabilire l'entità dei rischi

# Matrice di valutazione del rischio

- ❖ La valutazione quantitativa dei rischi 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

# Matrice di valutazione del rischio

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.

# 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 di prevenzione: Pittogrammi per identificare e limitare il rischio CEM

W005  
UNI EN ISO 7010:2020



Campo elettromagnetico

W006  
UNI EN ISO 7010:2020



Campo magnetico

P007  
UNI EN ISO 7010:2020



VIETATO L'ACCESSO  
ALLE PERSONE  
NON AUTORIZZATE

P007  
UNI EN ISO 7010:2020



Vietato l'accesso ai portatori  
di dispositivi cardiaci impiantabili attivi

P014  
UNI EN ISO 7010:2020



Vietato l'accesso ai portatori  
di impianti metallici

**MISURE ORGANIZZATIVE**

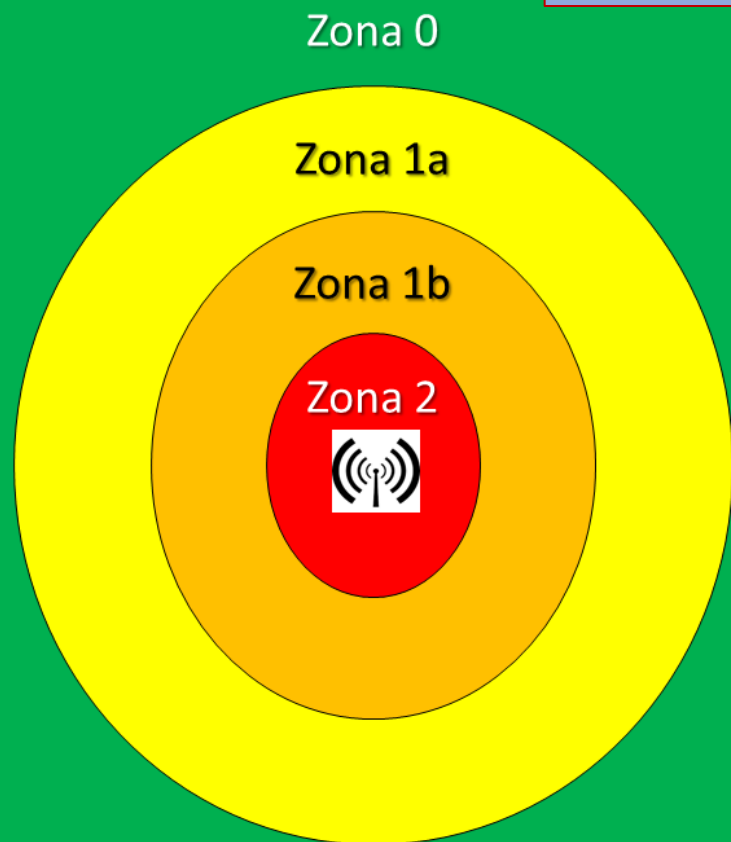


**ZONIZZAZIONE**  
**(NORMA CEI EN 50499)**



# Zonizzazione (CEI EN 50499:2020)

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

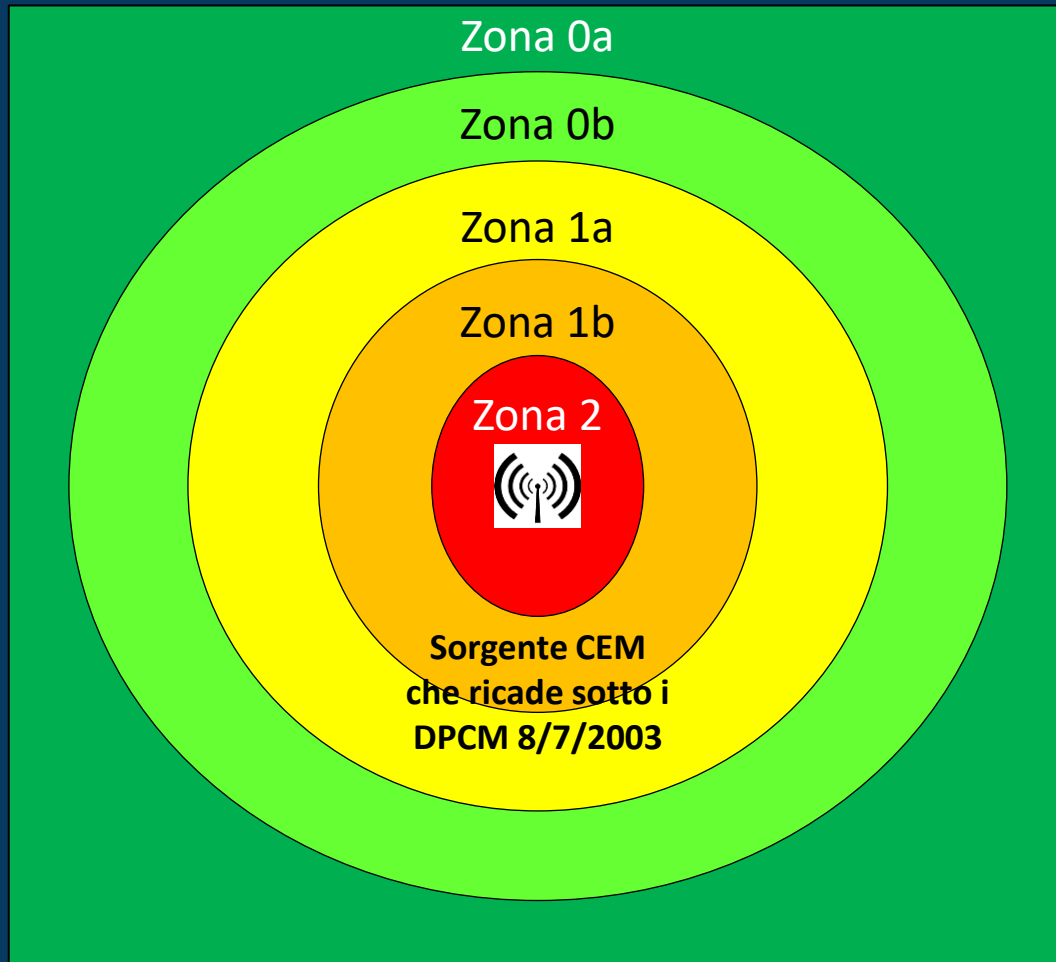


Zona 0	<p>Esposizione conforme ai LR della Raccomandazione 1999/519/CE (popolazione) o tutte le sorgenti CEM giustificabili (Tabella 1 CEI EN 50499:2020)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ accessibile al pubblico e a tutti i lavoratori</li> <li>✓ eventuali restrizioni per i portatori di DMA (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>✓ <b>accesso 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>✓ <b>accesso 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>	

# Delimitazione e segnalazione delle aree (zonizzazione)



# 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**

# 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**

# 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)

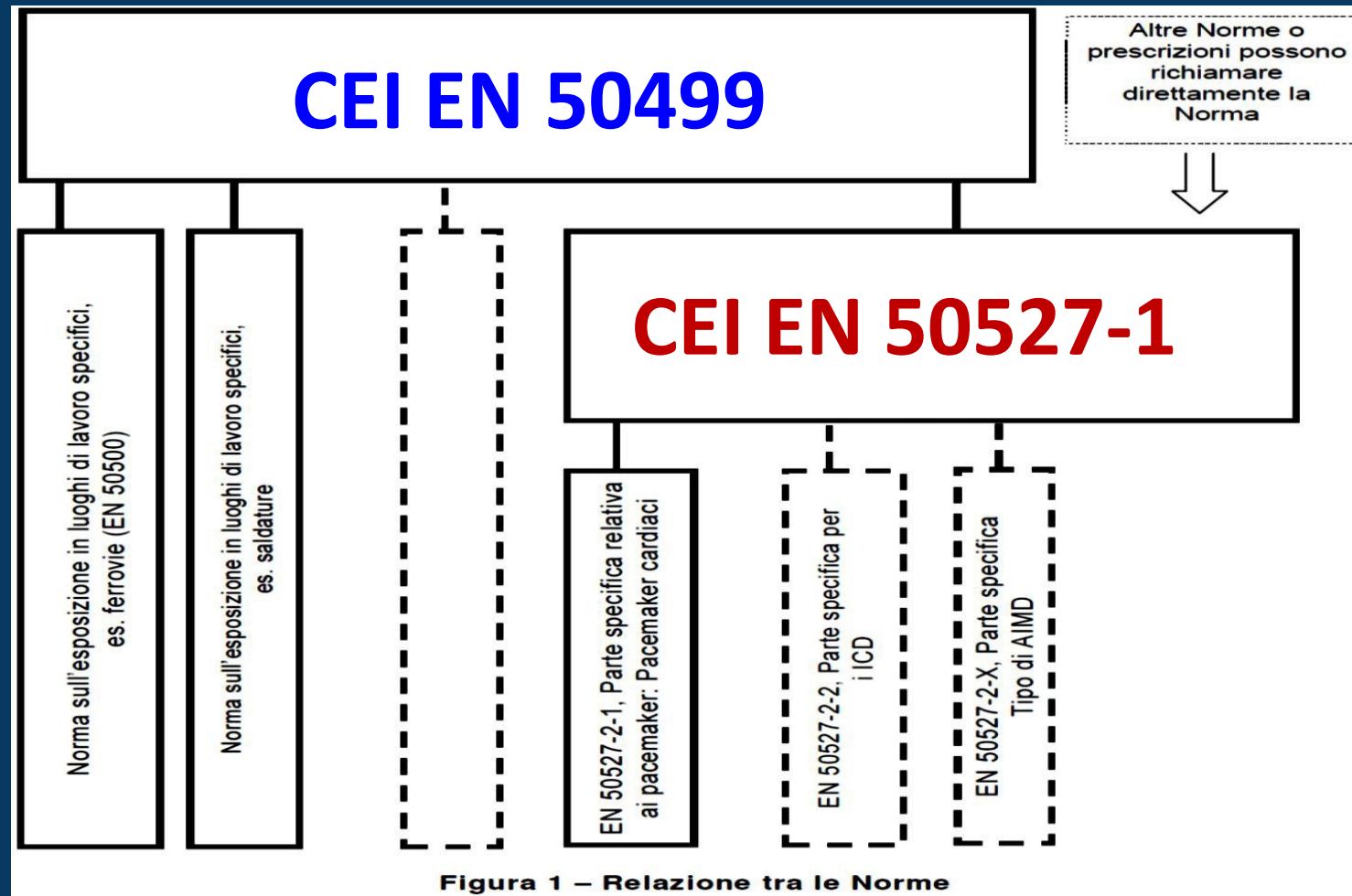


### Esposizione a campi in alta frequenza (CEI EN 50527-1)

- 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

# Sorveglianza sanitaria



Artt. 41 e 211 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

- **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



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 "esposizione 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 "esposizione 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 "esposizione 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

A norma dell'articolo 181 del D.lgs. 81/2008 e s.m.i., 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



# 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)