

ALLEGATO XXXVI
VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE E VALORI DI AZIONE
PER I CAMPI ELETTROMAGNETICI

Le seguenti grandezze fisiche sono utilizzate per descrivere l'esposizione ai campi elettromagnetici:

Corrente di contatto (I_c). La corrente che fluisce al contatto tra un individuo ed un oggetto conduttore caricato dal campo elettromagnetico. La corrente di contatto e' espressa in Ampere (A).

Corrente indotta attraverso gli arti (I_L). La corrente indotta attraverso qualsiasi arto, a frequenze comprese tra 10 e 110 MHz, espressa in Ampere (A).

Densita' di corrente (J). E' definita come la corrente che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. E' espressa in Ampere per metro quadro (A/m^2).

Intensita' di campo elettrico. E' una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. E' espressa in Volt per metro (V/m).

Intensita' di campo magnetico. E' una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. E' espressa in Ampere per metro (A/m).

Induzione magnetica. E' una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. E' espressa in Tesla (T)
Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensita' del campo magnetico sono legate dall'equazione $1 A \cdot m^{-1} = \pi \cdot 10^{-7} T$.

Densita' di potenza (S). Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte per le quali la profondita' di penetrazione nel corpo e' modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed e' espressa in Watt per metro quadro (W/m^2).

Assorbimento specifico di energia (SA) Si definisce come l'energia assorbita per unita' di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente direttiva esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR). Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unita' di massa di tessuto corporeo ed e' espresso in Watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR a corpo intero e' una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Tra le grandezze sopra citate, possono essere misurate direttamente l'induzione magnetica, la corrente indotta attraverso gli arti e la corrente di contatto, le intensita' di campo elettrico e magnetico, e la densita' di potenza.

A. VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE

Per specificare i valori limite di esposizione relativi ai campi elettromagnetici, a seconda della frequenza, sono utilizzate le seguenti grandezze fisiche:

- sono definiti valori limite di esposizione per la densita' di corrente relativamente ai campi variabili nel tempo fino a 1 Hz, al fine di prevenire effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale;
- fra 1 Hz e 10 MHz sono definiti valori limite di esposizione per la densita' di corrente, in modo da prevenire effetti sulle funzioni del sistema nervoso;
- fra 100 kHz e 10 GHz sono definiti valori limite di esposizione per il SAR, in modo da prevenire stress termico sul corpo intero ed eccessivo riscaldamento localizzato dei tessuti. Nell'intervallo di frequenza compreso fra 100 kHz e 10 MHz, i valori limite di esposizione previsti si riferiscono sia alla densita' di corrente che al SAR;
- fra 10 GHz e 300 GHz sono definiti valori limite di esposizione per la densita' di potenza al fine di prevenire l'eccessivo riscaldamento dei tessuti della superficie del corpo o in prossimita' della stessa.

TABELLA 1

Valori limite di esposizione (articolo 188, comma 1).

Tutte le condizioni devono essere rispettate.

	Densita' di corrente	SAR mediato	localizzato	SAR	Densita' di potenza
Intervallo di frequenza	(mA/m ²) (rms)	intero (W/kg)	(capo e tronco) (W/kg)	localizzato (arti) (W/kg)	(W/m ²)
Fino a 1 Hz	40	/	/	/	/
1 - 4 Hz	40/f	/	/	/	/
4 - 1000 Hz	10	/	/	/	/
1000 Hz - 100 kHz	f/100	/	/	/	/
100 kHz - 10 MHz	f/100	0,4	10	20	/
10 MHz - 10 GHz	/	0,4	10	20	/
10 - 300 GHz	/	/	/	/	50

Note:

1. f e' la frequenza in Hertz.

2. I valori limite di esposizione per la densita' di corrente si prefiggono di proteggere dagli effetti acuti, risultanti dall'esposizione, sui tessuti del sistema nervoso centrale nella testa e nel torace. I valori limite di esposizione nell'intervallo di frequenza compreso fra 1 Hz e 10 MHz sono basati sugli effetti nocivi accertati sul sistema nervoso centrale. Tali effetti acuti sono essenzialmente istantanei e non v'e' alcuna giustificazione scientifica per modificare i valori limite di esposizione nel caso di esposizioni di breve durata. Tuttavia, poiche' i valori limite di esposizione si riferiscono agli effetti nocivi sul sistema nervoso

centrale, essi possono permettere densita' di corrente piu' elevate in tessuti corporei diversi dal sistema nervoso centrale a parita' di condizioni di esposizione.

3. Data la non omogeneita' elettrica del corpo, le densita' di corrente dovrebbero essere calcolate come medie su una sezione di 1 cm² perpendicolare alla direzione della corrente.

4. Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di picco della densita' di corrente possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per $(2)^{1/2}$.

5. Per le frequenze fino a 100 kHz e per i campi magnetici pulsati, la massima densita' di corrente associata agli impulsi puo' essere calcolata in base ai tempi di salita/discesa e al tasso massimo di variazione dell'induzione magnetica. La densita' di corrente indotta puo' essere confrontata con il corrispondente valore limite di esposizione. Per gli impulsi di durata t_p la frequenza equivalente per l'applicazione dei limiti di esposizione va calcolata come $f \leq 1/(2t_p)$.

6. Tutti i valori di SAR devono essere ottenuti come media su un qualsiasi periodo di 6 minuti.

7. La massa adottata per mediare il SAR localizzato e' pari a ogni 10 g di tessuto contiguo. Il SAR massimo ottenuto in tal modo costituisce il valore impiegato per la stima dell'esposizione. Si intende che i suddetti 10 g di tessuto devono essere una massa di tessuto contiguo con proprieta' elettriche quasi omogenee. Nello specificare una massa contigua di tessuto, si riconosce che tale concetto puo' essere utilizzato nella dosimetria numerica ma che puo' presentare difficolta' per le misurazioni fisiche dirette. Puo' essere utilizzata una geometria semplice quale una massa cubica di tessuto, purché le grandezze dosimetriche calcolate assumano valori conservativi rispetto alle linee guida in materia di esposizione.

8. Per esposizioni pulsate nella gamma di frequenza compresa fra 0,3 e 10 GHz e per esposizioni localizzate del capo, allo scopo di limitare ed evitare effetti uditivi causati da espansione tennoelastica, si raccomanda un ulteriore valore limite di esposizione. Tale limite e' rappresentato dall'assorbimento specifico (SA) che non dovrebbe superare 10 mJ/kg calcolato come media su 10 g di tessuto.

9. Le densita' di potenza sono ottenute come media su una qualsiasi superficie esposta di 20 cm² e su un qualsiasi periodo di $68/f^{105}$ minuti (f in GHz) per compensare la graduale diminuzione della profondita' di penetrazione con l'aumento della frequenza. Le massime

densita' di potenza nello spazio, mediate su una superficie di 1 cm², non dovrebbero superare 20 volte il valore di 50 W/m².

10. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale per quanto riguarda l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, e' necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.

B. VALORI DI AZIONE

I valori di azione di cui alla tabella 2 sono ottenuti a partire dai valori limite di esposizione secondo le basi razionali utilizzate dalla Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) nelle sue linee guida sulla limitazione dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP 7/99).

-----> Parte di provvedimento in formato grafico <-----

4. Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di azione di picco /per le intensita' di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per $(2)^{12}$. Per gli impulsi di durata t_p la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come $f \leq 1/(2t_p)$.

Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensita' di campo sono calcolati moltiplicando i pertinenti valori efficaci (rms) per 10^a , dove $a \leq (0,665 \log (f/10) + 0,176)$, f in Hz.

Per le frequenze comprese tra 10 MHz e 300 GHz, i valori di azione di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensita' di campo e per 1000 nel caso della densita' di potenza di onda piana equivalente.

5. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, e' necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.

6. Per i valori di picco di campi elettromagnetici pulsati modulati si propone inoltre che, per le frequenze portanti che superano 10

MHz, Seq valutato come media sulla durata dell'impulso non superiori di 1000 volte i valori di azione per Seq, o che l'intensita' di campo non superiori di 32 volte i valori di azione dell'intensita' di campo alla frequenza portante.