



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

I EDIZIONE - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

Modulo A.1: Organizzazione sanitaria
(Formazione di base)

I limiti di Esposizione Massima Permissa e tempi espositivi

Ing. Settimio Pavoncello

Ente – Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

E-mail: settimio.pavoncello@pec.ording.roma.it - Tel. 333/3978240

In collaborazione con

INAIL

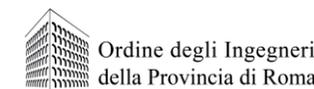
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

LUISS BUSINESS SCHOOL

Organizzato da



07/11/2015



Dove trovare le informazioni?

The screenshot shows the WHO website's 'Electromagnetic fields (EMF)' page. At the top, there are navigation links for 'Health topics', 'Data', 'Media centre', 'Publications', 'Countries', 'Programmes', 'Governance', and 'About WHO'. The main heading is 'Electromagnetic fields (EMF)'. Below it, there is a section for 'EMF training resources' with a sub-heading 'Course on "Methodology in Bioelectromagnetics Research"'. The text describes the course's purpose for young scientists and its focus on bioelectromagnetics research. A 'Logon details' box provides the username 'emfcourse' and password 'emfresearch'. There are also 'Share' and 'Print' icons.

The screenshot shows the ICNIRP website's 'Publications' page. The header includes the ICNIRP logo and navigation links for 'HOME', 'FREQUENCIES', 'APPLICATIONS', 'PUBLICATIONS', and 'WORKSHOPS'. The main heading is 'PUBLICATIONS'. The text states that ICNIRP provides scientific information and science-based advice on protection from non-ionizing radiations (NIR) through a wide range of publications. It mentions that all ICNIRP publications are listed here and most are available as downloads. A 'CONTINUE' button is visible at the bottom.

<http://www.who.int/peh-emf/en/>

<http://www.icnirp.org/>



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO
1 EDIZIONE - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Dove trovare le informazioni?



Project no.
SSPE-CT-2004-502173
Project title
EMF-NET: EFFECTS OF THE EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS: FROM SCIENCE TO PUBLIC HEALTH AND SAFER WORKPLACE

Instrument:
Co-ordination action
Thematic Priority:
Priority 8, POLICY ORIENTED RESEARCH – AREA 2.3, Call Identifier FP6-2002-SSP-1

Deliverable D49 - Fact Sheet
EMF-NET Main Task MT2 WORKEN

Due date of deliverable: March 2008, Actual submission date: April 2008

Start date of project: March 2004 Duration: 54 months

Organisation name of lead contractors for these deliverables:
CIOP-PIB (MT2 coordinator), FIOH, ISPESL, NIWL, VITO

EMF-NET: EFFECTS OF THE EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS: FROM SCIENCE TO PUBLIC HEALTH AND SAFER WORKPLACE



Electromagnetic fields in the working environment
June 2006



MSSLS

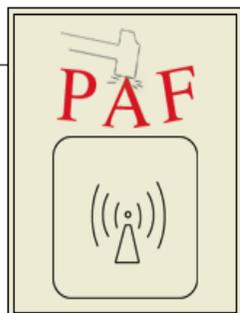
SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Dove trovare le informazioni?



POSIZIONE: PAF > CAMPI ELETTROMAGNETICI



NORMATIVA E LINEE GUIDA Campi Elettromagnetici [0 Hz - 300 GHz]

In collaborazione con



A livello nazionale, il riferimento normativo per la sicurezza nei luoghi di lavoro è il decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 "Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro". Le disposizioni specifiche in materia di protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai campi elettromagnetici sono contenute nel Capo IV del Titolo VIII - Agenti fisici - e derivano dal recepimento della direttiva 2004/40/CE, fissato inizialmente al 30 aprile 2008, e successivamente posticipato dalle direttive 2004/46/CE e 2012/11/CE.

Il 26 giugno 2013 è stata approvata la nuova DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) che ha abrogato la direttiva 2004/40/CE a decorrere dal 29 giugno 2013.

Gli Stati membri dovranno conformarsi alla direttiva entro il primo luglio 2016.

In attesa della opportuna riformulazione del Titolo VIII Capo IV del D.lgvo 81/08, ai fini del recepimento della nuova direttiva, resta valido il principio generale di cui all'art.28 del D.lgvo 81/2008, ribadito relativamente agli agenti fisici all'art.181, che impegna il datore di lavoro alla valutazione di tutti i rischi per la salute e la sicurezza, inclusi quelli derivanti da esposizioni a campi elettromagnetici, ed all'attuazione delle appropriate misure di tutela, a decorrere dal 1 gennaio 2009 (art. 306).

In questo contesto la presente sessione del portale e i dati contenuti nella banca dati CEM, per quanto suscettibili di perfezionamento ed integrazioni alla luce della nuova Direttiva, rappresentano comunque un riferimento valido ai fini della valutazione del rischio prevista dagli artt.28 e 181 del DLgs.81/2008.

Ai fini della valutazione del rischio, nelle more del recepimento, rimangono comunque validi i criteri di valutazione del rischio definiti dal documento Coordinamento Tecnico Regioni - Ispesl Prime indicazioni applicative del Decreto legislativo 81/2008, Titolo VIII; Prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione a campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro (pubblicate nel dicembre 2008), basati sullo standard EN 50499 : "Procedure per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a campi elettromagnetici".

INAIL



Regione Toscana
Diritti Valori Innovazione
Sostenibilità



Azienda
USL 7
Siena Servizio
Sanitario
della
Toscana

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda
Unità Sanitaria Locale di Modena

eventi

Seminario sulle metodologie di misura e valutazione dei campi elettromagnetici (CEM) e delle radiazioni ottiche artificiali (ROA) negli ambienti di lavoro

Bologna

14 ottobre 2015

news

Valutazione del rischio da esposizione a

- 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

Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria USL 7 Siena

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro S.O. 108/L - G.U. n. 101 del 30 aprile 2008

Titolo VIII

Agenti Fisici

- **Capo I** **Disposizioni generali**
- **Capo IV** **Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione ai campi elettromagnetici**



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - Anno Accademico 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Articolo 181 - Valutazione dei rischi

1. Nell'ambito della valutazione di cui all'articolo 28, **il datore di lavoro valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici** in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi.
2. La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici è **programmata ed effettuata, con cadenza almeno quadriennale, da personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione** in possesso di specifiche conoscenze in materia.

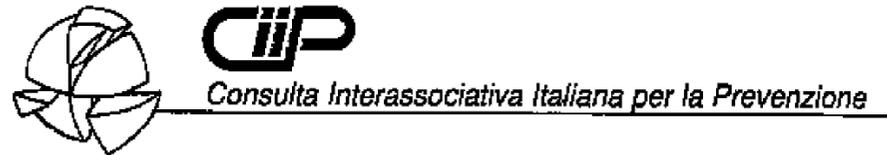
Il Capo I del Titolo VIII è pienamente in vigore per tutti gli obblighi in esso richiamati ed in tutti i settori produttivi **dal 01/01/2009 !!!!!**

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81

Titolo VIII - Agenti Fisici – **art.181 comma 2 Personale qualificato**

La dicitura “personale qualificato” definisce correntemente un operatore che abbia sostenuto un corso di qualificazione conclusosi con una valutazione positiva e documentabile dell’apprendimento.

Indicazioni sui requisiti di questa figura professionale che potrebbero orientare la scelta del datore di lavoro sono contenute nel documento **“La figura professionale dell’esperto nella valutazione dei rischi da campi elettromagnetici (0 Hz–300 GHz) e da radiazione ottica coerente e incoerente”** redatto a cura della CIIP (**Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione**) e disponibile sul sito web della Consulta medesima(<http://www.ospedalesicuro.eu/d293-.html>).



Profilo professionale

**dell’Esperto nella valutazione dei rischi
derivanti da esposizione**

a campi elettromagnetici (ECEM)

(0Hz – 300GHz)

Titolo VIII - Agenti Fisici - **Capo IV PROTEZIONE DEI LAVORATORI DAI RISCHI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Articolo 206 - Campo di applicazione

1. Il presente capo determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai **campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz)**, come definiti dall'articolo 207, durante il lavoro. Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli **effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano** derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, e da correnti di contatto.
2. Il presente capo **non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine** e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

Le disposizioni del presente articolo entrano in vigore alla data fissata dal primo comma dell'art. 13 paragrafo della Direttiva 2004/40/CE ---→ Abrogata in favore della Direttiva 2013/35 CE in attesa di recepimento

Titolo VIII - Agenti Fisici - **Capo IV PROTEZIONE DEI LAVORATORI DAI RISCHI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI**

In pratica e per quanto riguarda i compiti di vigilanza, fino alla data di entrata in vigore del recepimento italiano della Direttiva 2013/35/UE non saranno richiedibili e sanzionabili le inottemperanze agli obblighi specificamente previsti dal Capo IV del Titolo VIII, ma **resteranno validi, richiedibili e sanzionabili i principi generali affermati nel Titolo I e nel Capo I del Titolo VIII.**

In questo contesto si consiglia comunque, provvisoriamente, di riferirsi ai principi desumibili dal Capo IV del Titolo VIII, che comunque sono coerenti con i principi della nuova Direttiva 2013/35/UE, anche tenuto conto del richiamo alle norme tecniche ed alle buone prassi di cui all'art.181.



Limiti di esposizione e valori di azione



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permessa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire ?

Le misure previste dall'attuale versione del **Titolo VIII del DLgs.81/2008** sono specificamente mirate alla protezione dagli effetti certi che hanno una ricaduta in termini sanitari (***“rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, e da correnti di contatto”***).

Si tratta degli effetti conosciuti **di tipo deterministico**, di cui cioè **esiste, ed è stata definita, una soglia di insorgenza**, e la cui gravità può variare in funzione dell'intensità dell'esposizione (DLgs.81/2008, art.206 comma 1).

La norma non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine, per i quali mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità, **né i rischi conseguenti al contatto con i conduttori in tensione (art.206, comma 2)** questi ultimi già coperti dalle norme per la sicurezza elettrica.



MSSLS

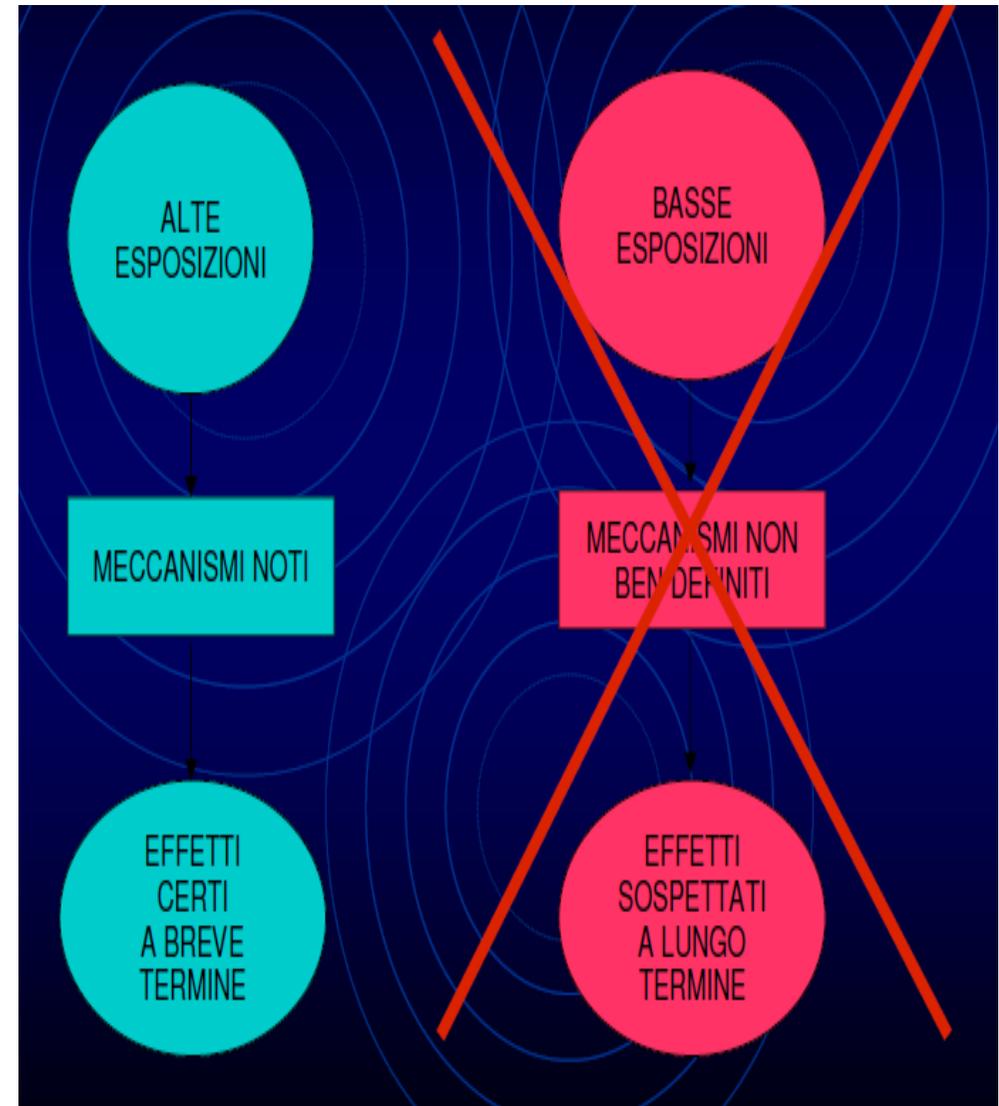
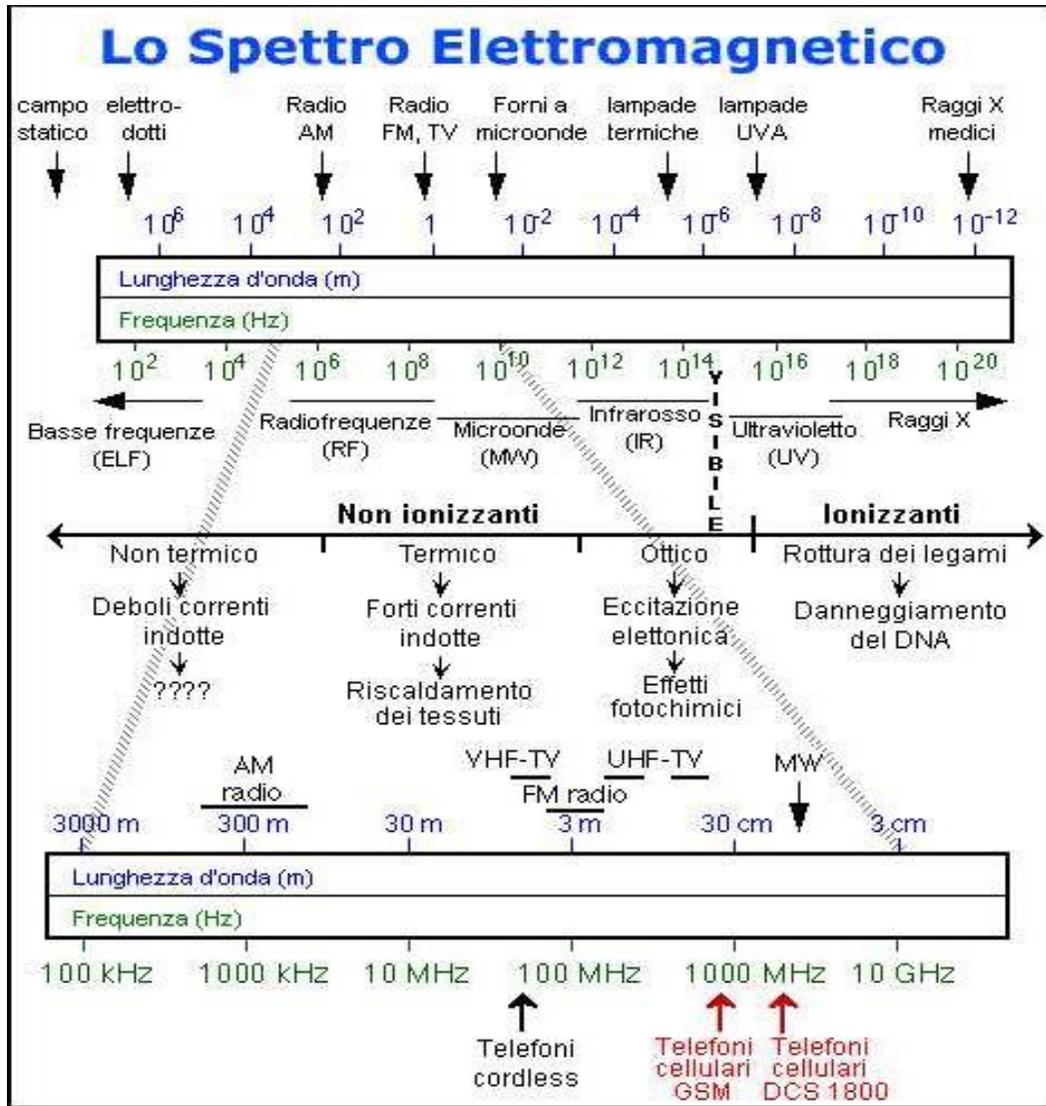
SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - Anno Accademico 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire ?



Lo schema protezionistico

Nel settore della protezione dei campi elettromagnetici non ionizzanti sono definiti i termini:

- **Meccanismi di interazione** che individuano le modalità con le quali il campo elettromagnetico interagisce con le strutture costituenti i tessuti biologici.
- **Effetto biologico** si riferisce alle variazioni morfologiche o funzionali evidenti di strutture di livello superiore a quello molecolare.
- **Effetto sanitario (Danno alla salute)** che si manifesta quando l'effetto biologico supera i limiti di efficacia dei meccanismi di adattamento dell'organismo.



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - Anno Accademico 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Lo schema protezionistico

La definizione dei limiti è concettualmente divisa in fasi.

1. **Fase** : Definizione dei limiti di base che sono gli unici veri limiti espressi mediante grandezze fisiche strettamente legate agli effetti sanitari (**GRANDEZZE DOSIMETRICHE**)
2. **Fase** : Definizione dei livelli delle grandezze derivate di riferimento che **coincidono con i limiti di esposizione**. Si tratta di **GRANDEZZE RADIOMETRICHE** che caratterizzano l'ambiente in cui avviene l'esposizione in assenza del soggetto esposto facilmente misurabili.

SE IN UN AMBIENTE SI MISURANO VALORI INFERIORI A QUELLI DI RIFERIMENTO ALLORA IN NESSUN CASO L'ESPOSIZIONE DETERMINERA' IL SUPERAMENTO DEI LIMITI DI BASE!!!!!!

N.B. : NON E' VERO IL VICEVERSA



MSSLS

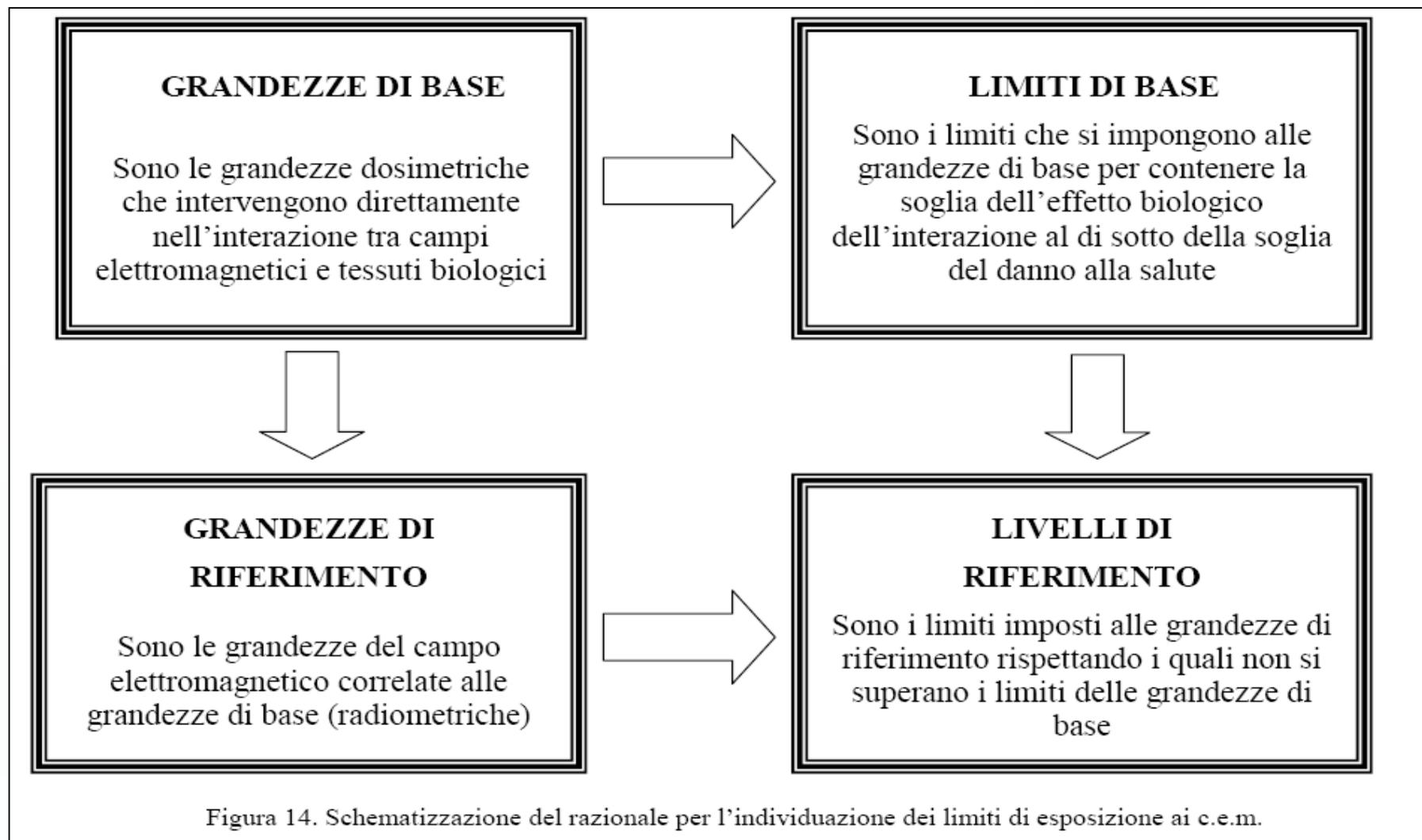
SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

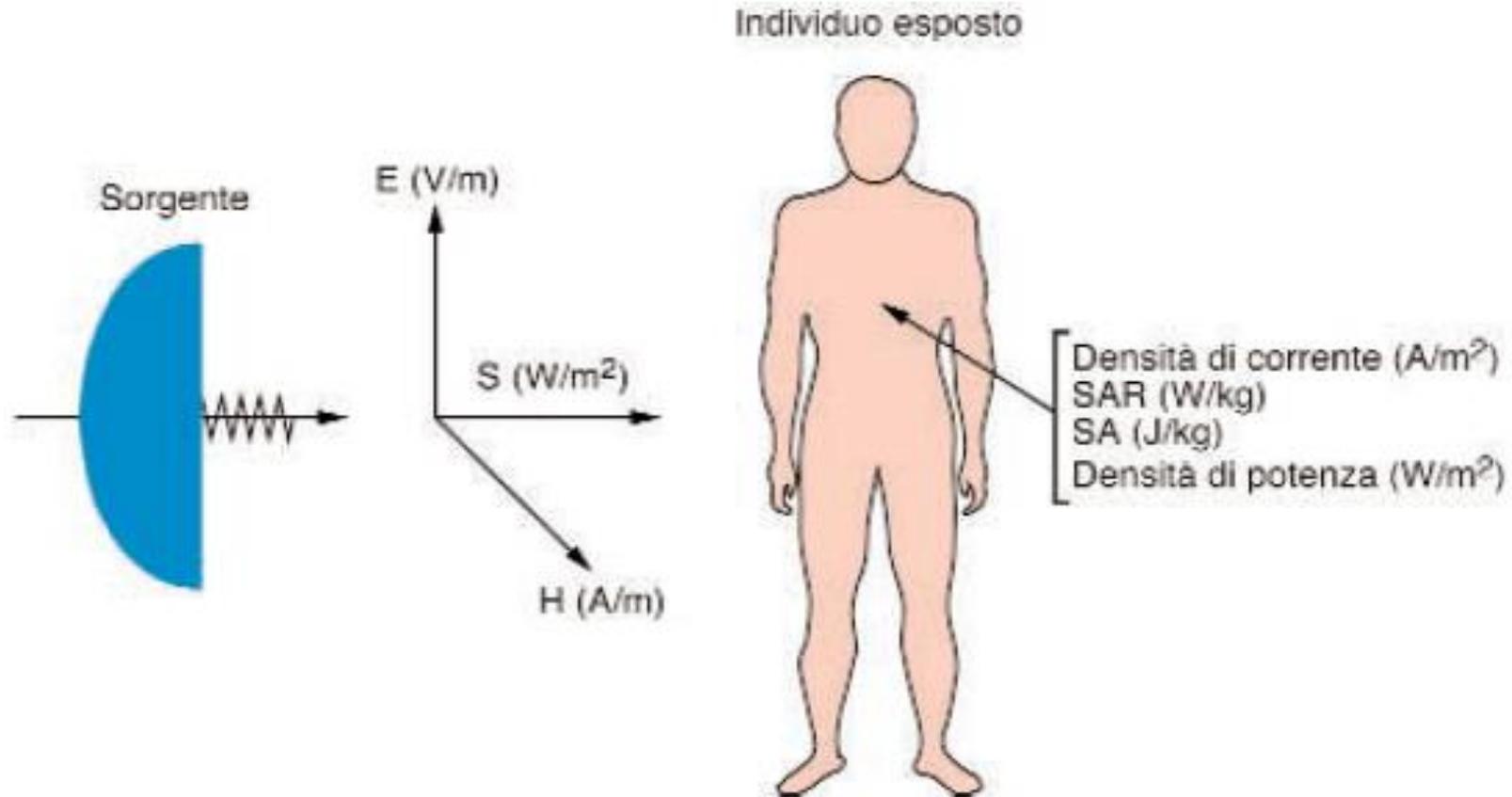
1 Edizione - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Lo schema protezionistico



Lo schema protezionistico



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Lo schema protezionistico – Il fattore di sicurezza

Le Restrizioni di base (e i Livelli di Riferimento che ne derivano) vengono fissate con un opportuno fattore di riduzione (**Fattore di Sicurezza**) rispetto alle soglie minime individuate come potenziali cause di effetti nocivi alla salute.

Il Fattore di Sicurezza tiene conto di condizioni ambientali avverse e della particolare possibile sensibilità di alcuni soggetti.

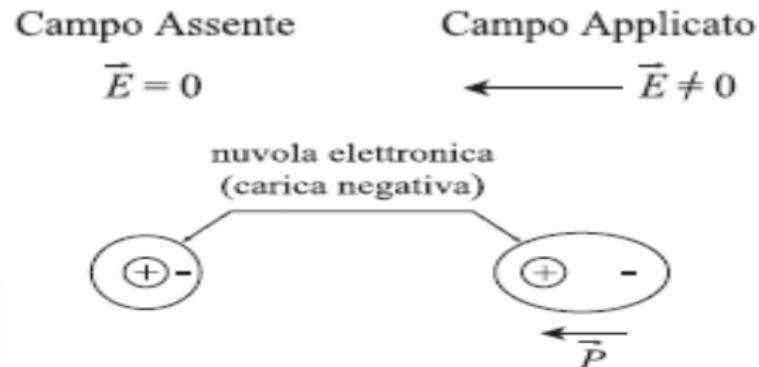
Il fattore di sicurezza è una cautela aggiuntiva rispetto ai criteri con cui sono individuate le soglie di rischio: tali criteri sono già prudenziali perché basati sulle condizioni più sfavorevoli di esposizione.



Effetti biologici alle basse frequenze [1 Hz – 100 KHz]

Il campo elettrico

L'applicazione di un **campo elettrico costante** ad un sistema materiale conduce alla comparsa all'interno di esso di dipoli indotti e all'allineamento di quelli permanenti eventualmente presenti (sostanze polari) con orientazione parallela al campo inducente.



Analiticamente $\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} = \varepsilon_0 (1 + \chi) \vec{E} = \varepsilon_r \vec{E}$ (costante dielettrica) dove χ è la suscettività elettrica del mezzo e rappresenta quello che la materia aggiunge alla costante dielettrica del vuoto.

Effetti biologici alle basse frequenze [1 Hz – 100 KHz]

Il campo elettrico

Quando il campo elettrico è **variabile nel tempo**, i portatori di carica libera e i dipoli, spinti dalla forza esercitata dal campo si muovono in sincronismo con questi dando luogo a correnti anch'esse variabili nel tempo.

Si possono distinguere due contributi:

$$\vec{J}_1 = \sigma \vec{E} \quad \text{corrente di conduzione dovuta alle cariche libere}$$

$$\vec{J}_2 = \omega \varepsilon_0 \varepsilon_r \vec{E} \quad \text{corrente di polarizzazione dovuta ai dipoli}$$

Con riferimento all'effetto del campo elettrico si può dunque ricorrere alla seguente formula semplificata:

$$J = kfE$$



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 EDIZIONE - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permessa e tempi espositivi

Ing. Settimio Pavoncello

07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Effetti biologici alle basse frequenze [1 Hz – 100 KHz]

Il campo magnetico

L'applicazione di **un campo magnetico costante** ad un sistema materiale conduce alla sua magnetizzazione se il mezzo possiede una permeabilità magnetica relativa $\mu_r \neq 1$. In pratica **la magnetizzazione raggiunge valori ragguardevoli soltanto nei materiali ferromagnetici.**

Un **campo magnetico tempo variante** può agire sui tessuti biologici in maniera “indiretta” introducendo nel tessuto una f.e.m. (Faraday-Neumann) e quindi una corrente pari a:

$$J = \frac{r\sigma}{2} \frac{\partial B}{\partial t} = \pi f B r \sigma$$

NB: In questa interazione non sono coinvolte le proprietà magnetiche del materiale.



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

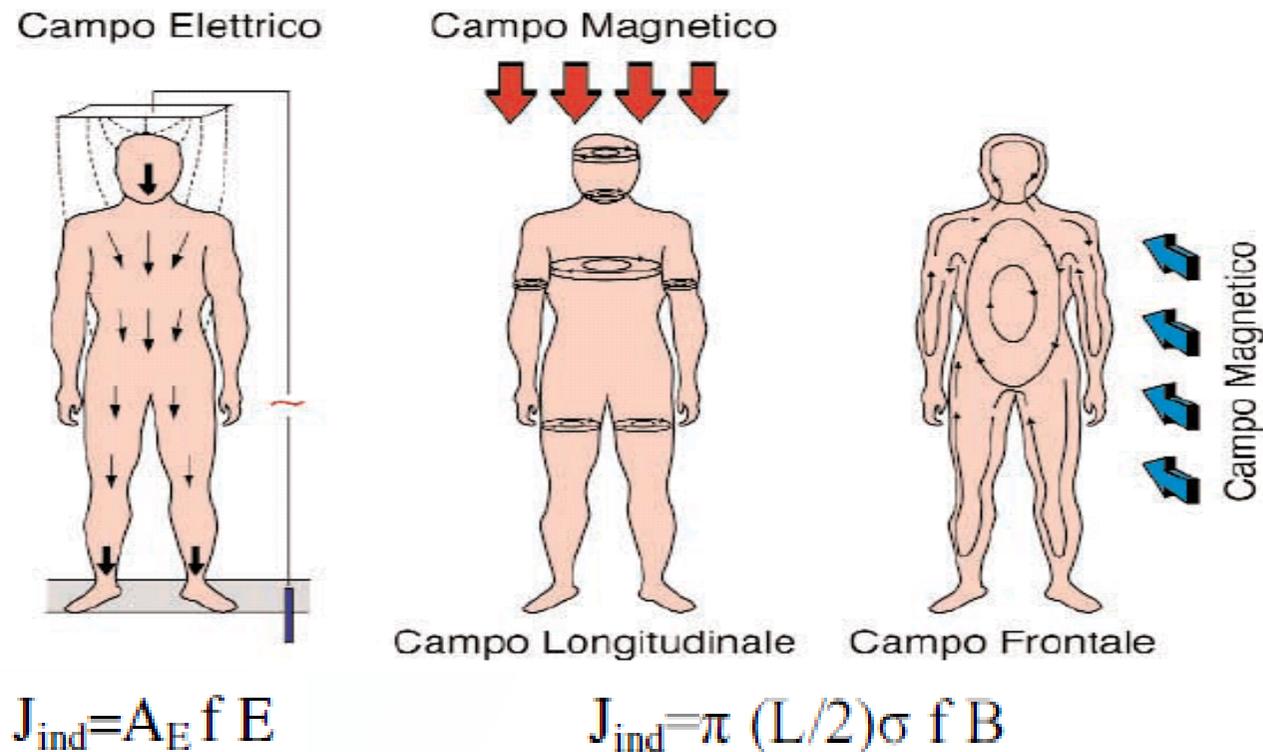
MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - Anno Accademico 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Effetti biologici alle basse frequenze [1 Hz – 100 KHz]

La circolazione di correnti indotte è essenzialmente connessa ai CEM a bassa frequenza (fino a 10 MHz), e può indurre vari effetti avversi di **stimolazione elettrica** principalmente **a carico del sistema cardiovascolare** (aritmie, fibrillazione, asistolia, ecc.) **e nervoso** (contrazione neuromuscolare, induzione di lampi luminosi nel campo visivo noti come magnetofosfeni, o altri).



Effetti biologici alle basse frequenze [1 Hz – 100 KHz]

Densità di corrente (mA/m ²)	Effetti
> 1000	Extrasistole e fibrillazione ventricolare: rischi per la salute ben determinati
100-1000	Stimolazione dei tessuti eccitabili: possibili rischi per la salute
10-100	Possibili effetti sul sistema nervoso
1-10	Effetti biologici minori



Effetti biologici alle alte frequenze [100 KHz – 300 GHz]

L'assorbimento di energia è connesso ai CEM a **frequenze oltre i 100 kHz** e può causare **un riscaldamento localizzato di organi e tessuti** o uno stress termico generalizzato; gli effetti avversi più rilevanti sono le ustioni, il colpo di calore, la cataratta e la sterilità maschile temporanea.

La grandezza dosimetrica significativa è il tasso di assorbimento specifico SAR_i definito come la potenza EM assorbita per unità di massa:

$$SAR_i = \frac{\Delta W_i}{\rho_m \Delta V_i} = \frac{\sigma}{\rho_m} E_i^2 = c_i \frac{dT}{dt} = \frac{J^2}{\sigma \rho_m} \quad [W / Kg]$$

Sommando tutti i contributi relativi ai volumi ΔV_i si ottiene il **SAR medio rappresentativo della potenza media assorbita dall'organismo**

$$SAR_m = \frac{W}{M} \quad [W / Kg]$$



Effetti biologici alle alte frequenze [100 KHz – 300 GHz]

L'assorbimento varia in funzione della frequenza e può essere diviso in 4 regioni:

- 100 kHz $< f < 20$ MHz: l'assorbimento cresce con f ed è significativo nelle zone del collo e delle gambe;
- 20 MHz $< f < 300$ MHz: elevati valori di assorbimento possono presentarsi in tutto il corpo; ci possono essere anche risonanze parziali;
- 300 MHz $< f < \text{diversi GHz}$: significativo assorbimento locale e non uniforme
- $f > 10$ GHz: assorbimento superficiale



MSSLS

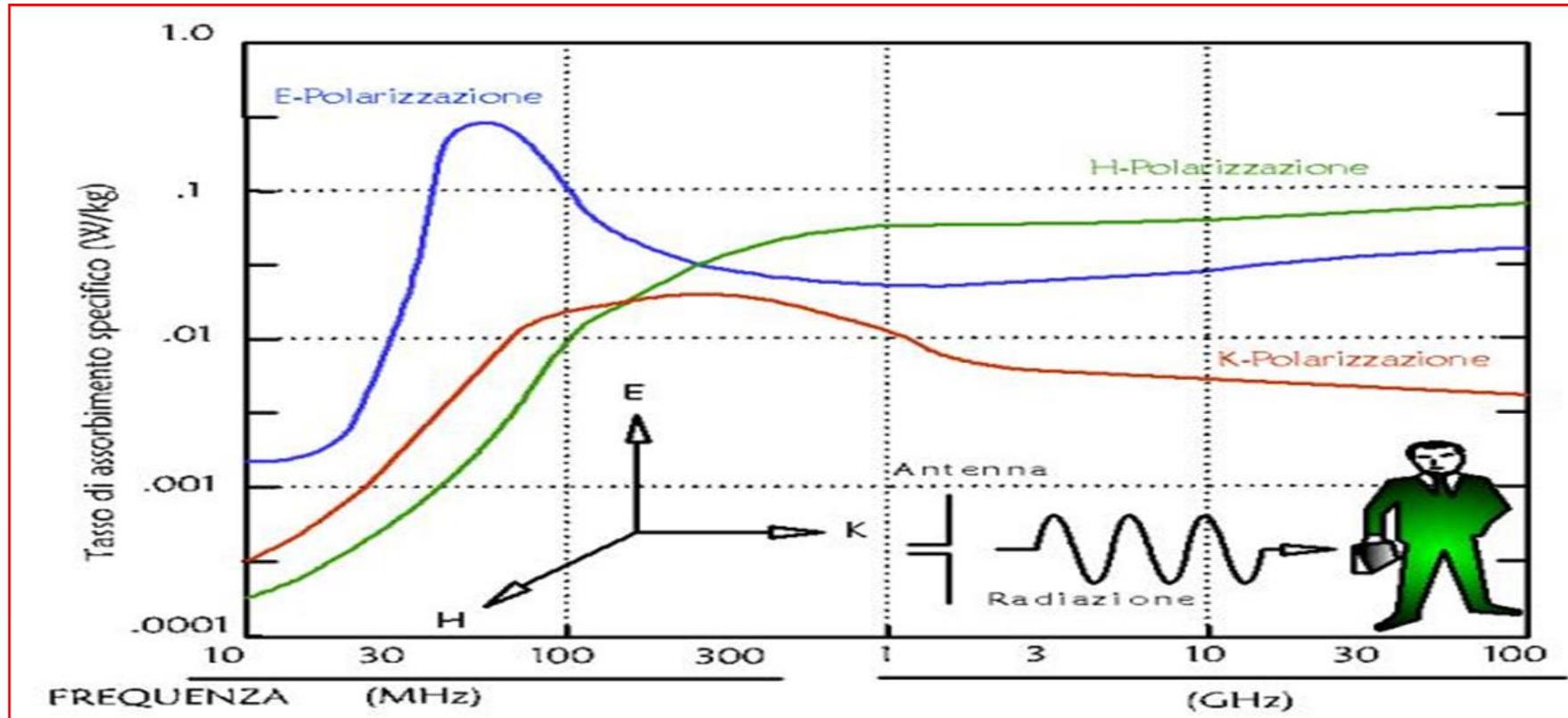
SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - Anno Accademico 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

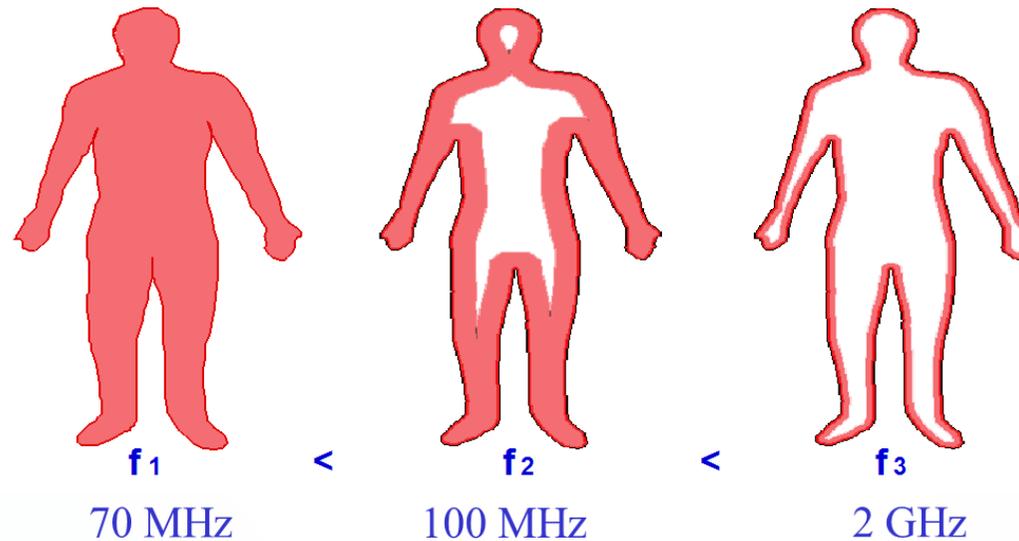
Effetti biologici alle alte frequenze [100 KHz – 300 GHz]



Il massimo assorbimento di energia si ha nelle **condizioni di risonanza** ($f_r = 11,4 \cdot 10^7 / L$). Nell'uomo standard (peso 75Kg, altezza $L = 1,75$ m) la frequenza di risonanza è pari a 70 MHz.

Effetti biologici alle alte frequenze [100 KHz – 300 GHz]

Spessore di penetrazione



Gli effetti biologici e sanitari che sono stati accertati nell'intervallo di frequenza tra 10 MHz e pochi GHz possono essere interpretati come **risposte ad un aumento della temperatura corporea di oltre 1° C.** In condizioni ambientali normali, un simile aumento di temperatura è provocato da un'esposizione ad un SAR al corpo intero di circa 4 W/kg per circa 30 minuti.

Si è quindi scelto un **SAR medio sul corpo intero di 0,4 W/kg**, come limite in grado di fornire un'adeguata protezione per l'esposizione professionale. Per l'esposizione della popolazione si introduce un ulteriore fattore di sicurezza pari a 5, che fornisce un limite di 0,08 W/kg per il SAR medio sul corpo intero.

Dlgs. 81/08 – La tabella 1 - I limiti di esposizione

ALLEGATO XXXVI
CAMPI ELETTROMAGNETICI

TABELLA 1

Valori limite di esposizione ([articolo 208, comma 1](#))
Tutte le condizioni devono essere rispettate.

Intervallo di frequenza	Densità di corrente per capo e tronco J (mA/m ²) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (capo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza (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

Valori limite di esposizione: limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi a breve termine per la salute conosciuti;

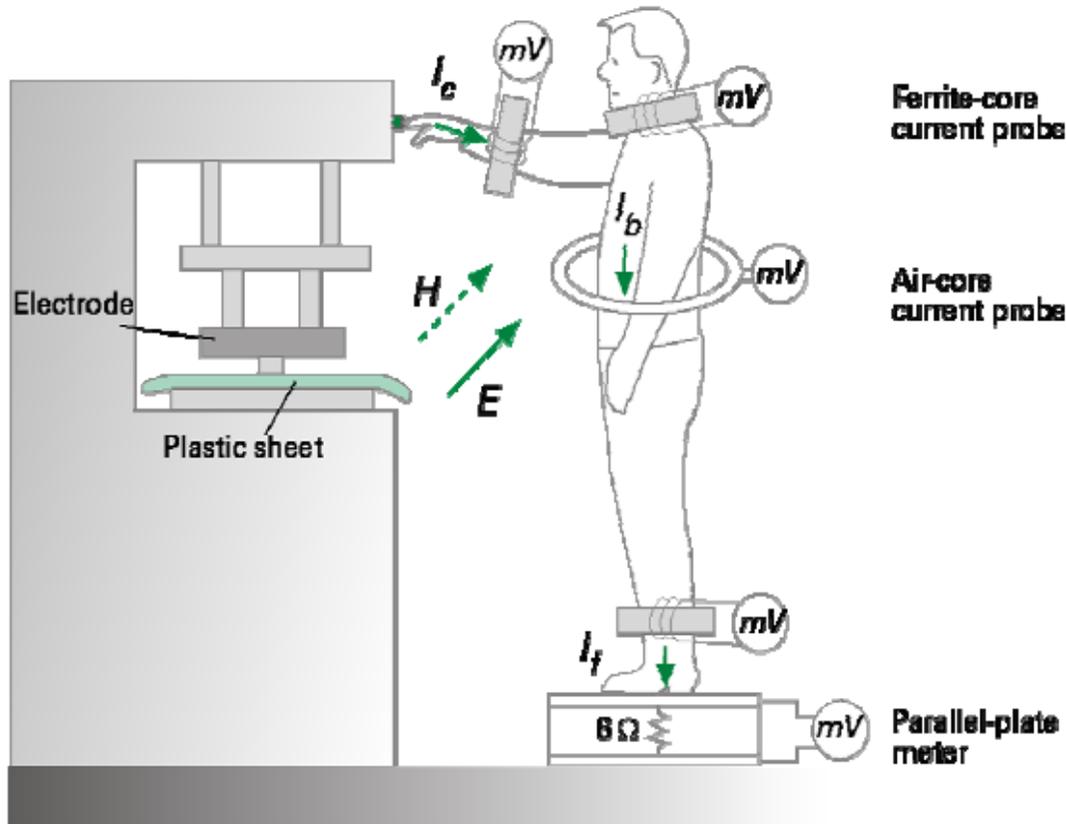
Note:

1. f è la frequenza in Hertz.
2. I valori limite di esposizione per la densità 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'è alcuna giustificazione scientifica per modificare i valori limite di esposizione nel caso di esposizioni di breve durata. Tuttavia, poiché i valori limite di esposizione si riferiscono agli effetti nocivi sul sistema nervoso centrale, essi possono permettere densità di corrente più elevate in tessuti corporei diversi dal sistema nervoso centrale a parità di condizioni di esposizione.
3. Data la non omogeneità elettrica del corpo, le densità di corrente dovrebbero essere calcolate come medie su una sezione di 1 cm^2 perpendicolare alla direzione della corrente.
4. Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di picco della densità 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 densità di corrente associata agli impulsi può essere calcolata in base ai tempi di salita/discesa e al tasso massimo di variazione dell'induzione magnetica. La densità di corrente indotta può 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 $f = 1/(2t_p)$.
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 è 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 proprietà elettriche quasi omogenee. Nello specificare una massa contigua di tessuto, si riconosce che tale concetto può essere utilizzato nella dosimetria numerica ma che può presentare difficoltà per le misurazioni fisiche dirette. Può 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 termoelastica, si raccomanda un ulteriore valore limite di esposizione. Tale limite è rappresentato dall'assorbimento specifico (SA) che non dovrebbe superare 10 mJ/kg calcolato come media su 10 g di tessuto.
9. Le densità di potenza sono ottenute come media su una qualsiasi superficie esposta di 20 cm^2 e su un qualsiasi periodo di $68/f^{1,05}$ minuti (f in GHz) per compensare la graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza. Le massime densità di potenza nello spazio, mediate su una superficie di 1 cm^2 , non dovrebbero superare 20 volte il valore di 50 W/m^2 .
10. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale per quanto riguarda l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è 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.

Richiami all'Allegato XXXVI, parte A:

- Art. 208, co. 1

Dlgs. 81/08 – I valori di azione



- Sono ottenuti dai limiti di base attraverso modelli matematici o estrapolazioni;
- Sono ottenuti considerando la situazione di massimo accoppiamento del campo con l'individuo.

valori di azione: l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B), *corrente indotta attraverso gli arti* (IL) e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nel [presente capo \(Articolo 210 - Misure di prevenzione e protezione\)](#). Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

Dlgs. 81/08 – La tabella 2 - I valori di azione

ALLEGATO XXXVI
CAMPI ELETTROMAGNETICI

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).

TABELLA 2

Valori di azione ([articolo 208, comma 2](#))
[valori efficaci (rms) imperturbati]

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μT)	Densità di potenza di onda piana S _{eq} (W/m ²)	Corrente di contatto, I _c (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti I _L (mA)
0 - 1 Hz	/	1,63 x 10 ⁵	2 x 10 ⁵	/	1,0	/
1 - 8 Hz	20000	1,63 x 10 ⁵ /f ²	2 x 10 ⁵ /f ²	/	1,0	/
8 - 25 Hz	20000	2 x 10 ⁴ /f	2,5 x 10 ⁴ /f	/	1,0	/
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	/	1,0	/
0,82 - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	/	1,0	/
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	/	0,4f	/
65 - 100 kHz	610	1600/f	2000/f	/	0,4f	/
0,1 - 1 MHz	610	1,6/f	2/f	/	40	/
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	/	40	/
10 - 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	/	/
400 - 2000 MHz	3f ^{1/2}	0,008f ^{1/2}	0,01f ^{1/2}	f/40	/	/
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	/	/



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 EDIZIONE - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Dlgs. 81/08 – Le note alla tabella 2

Note:

1. f è la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.
 2. Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz, Seq, E2, H2, B2 e IL devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 6 minuti.
 3. Per le frequenze che superano 10 GHz, Seq, E2, H2 e B2 devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di $68/f^{1,05}$ minuti (f in GHz).
 4. Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per $(2)^{1/2}$. Per gli impulsi di durata t_p la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come $f = 1/(2t_p)$.
- Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo sono calcolati moltiplicando i pertinenti valori efficaci (rms) per 10^a , dove $a = (0,665 \log (f/10) + 0,176)$, 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 intensità di campo e per 1000 nel caso della densità 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, è 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 superi di 1000 volte i valori di azione per Seq, o che l'intensità di campo non superi di 32 volte i valori di azione dell'intensità di campo alla frequenza portante.

Richiami all'Allegato XXXVI, parte B:

- Art. 208, co. 2



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

1 Edizione - Anno Accademico 2014/2015

I limiti di esposizione Massima Permissa e tempi espositivi
Ing. Settimio Pavoncello
07/11/2015 - Modulo A.3.b.3: ECEM

Le novità introdotte dalla Direttiva 2013/35 CE

La nuova direttiva distingue **gli effetti di stimolazione elettrica in bassa frequenza** in **sensoriali** (nausea, vertigini, fosfeni, ecc., a carico del sistema nervoso centrale della testa) e **sanitari** (stimolazione dolorosa o contrazione muscolare involontaria, a carico del sistema nervoso periferico) introducendo **due griglie separate di Valori Limite di Esposizione (VLE) e di Livelli di Azione (LdA)**, e due distinti sistemi di gestione dei rischi conseguenti.

Tabella B2

LA per esposizione a campi magnetici compresi tra 1 Hz e 10 MHz

Gamma di frequenza	Induzione magnetica LA (B) inferiori [μT] (RMS)	Induzione magnetica LA (B) superiori [μT] (RMS)	Induzione magnetica LA per esposizione arti a campo magnetico localizzato [μT] (RMS)
$1 \leq f < 8 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^5 / f^2$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$8 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,5 \times 10^4 / f$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$25 \leq f < 300 \text{ Hz}$	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$3,0 \times 10^5 / f$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$



Le novità introdotte dalla Direttiva 2013/35 CE

Il sistema di limiti e valori di azione per le radiofrequenze e microonde rimane invece sostanzialmente invariato rispetto alla direttiva abrogata.

Ulteriore novità rispetto alla direttiva del 2004 è costituita dall'introduzione di **un sistema di possibili deroghe** dal rispetto dei limiti di esposizione per tutte le attività legate all'utilizzo medico delle attrezzature di Risonanza Magnetica e per le forze armate. Agli Stati Membri è inoltre lasciata facoltà di autorizzare ulteriori deroghe temporanee in relazione a circostanze eccezionali.

Tabella B1

LA per esposizione a campi elettrici e magnetici compresi tra 100 kHz e 300 GHz

Gamma di frequenza	Intensità di campo elettrico LA(E) [Vm^{-1}] (RMS)	Induzione magnetica LA (B) [μT] (RMS)	Densità di potenza LA(S) [Wm^{-2}]
$100 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^6 / f$	—
$1 \leq f < 10 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^8 / f$	$2,0 \times 10^6 / f$	—
$10 \leq f < 400 \text{ MHz}$	61	0,2	—
$400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$	$3 \times 10^{-3} f^2$	$1,0 \times 10^{-5} f^2$	—
$2 \leq f < 6 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	—
$6 \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50



Le novità introdotte dalla Direttiva 2013/35 CE

	E (V/m)				B (μT)				
	2004/40/UE VA tutti gli effetti	2013/35/UE LA(E) inf effetti di stim. elett.	2013/35/UE LA(E) sup eff. termici	2013/35/UE LA(E) eff. termici	2004/40/UE VA tutti gli effetti	2013/35/UE LA(B) inf effetti di stim. elett.	2013/35/UE LA(B) sup effetti di stim. elett.	2013/35/UE LA(B) arti	2013/35/UE LA(B) eff. termici
1 Hz ≤ f < 8 Hz	2x10 ⁴			--	2x10 ⁵ /f ²		3x10 ⁵ /f	9x10 ⁵ /f	--
8 Hz ≤ f < 25 Hz	2x10 ⁴			--	2.5x10 ⁴ /f				1000
25 Hz ≤ f < 50 Hz	5x10 ⁵ /f		2x10 ⁴	--	2.5x10 ⁴ /f	3x10 ⁵ /f	9x10 ⁵ /f	--	
50 Hz ≤ f < 300 Hz	5x10 ⁵ /f		1x10 ⁶ /f	--				3x10 ⁵ /f	
300 Hz ≤ f < 820 Hz	5x10 ⁵ /f		1x10 ⁶ /f	--	30.7	3x10 ⁵ /f		--	
820 Hz ≤ f < 1.64 kHz	5x10 ⁵ /f		610	--		3x10 ⁵ /f		--	
1.64 kHz ≤ f < 3 kHz	610	170	610	--	2x10 ⁶ /f	100	300	--	
3 kHz ≤ f < 65 kHz				--				--	
65 kHz ≤ f < 100 kHz	610	170	610	--	2x10 ⁶ /f	100	300	--	
100 kHz ≤ f < 1 MHz				--				610	
1 MHz ≤ f < 10 MHz	61	--	--	6.1x10 ⁸ /f	0.2	--	--	--	
10 MHz ≤ f < 400 MHz				61					61
400 MHz ≤ f < 2 GHz	3x10 ⁻³ f ^{1/2}	--	--	3x10 ⁻³ f ^{1/2}	1x10 ⁻⁵ f ^{1/2}	--	--	--	
2 GHz ≤ f < 300 GHz	137	--	--	140	0.45	--	--	0.45	
	ICNIRP 1998	ICNIRP 2010			ICNIRP 1998	ICNIRP 2010			

www.agentifisici.it

f = 50 Hz	10 000	10 000	20 000	500	1 000	6 000	18 000
f = 1 kHz	610	500	1000	30.7	300	900	
f = 10 kHz	610	170	610	30.7	100	300	
f = 1 MHz	610	170	610	2	100	300	



MSSLS

SALUTE E SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO IN SANITÀ

MASTER UNIVERSITARIO DI SECONDO LIVELLO

I EDIZIONE - ANNO ACCADEMICO 2014/2015

Modulo A.1: Organizzazione sanitaria
(Formazione di base)

GRAZIE

Ing. Settimio Pavoncello

Ente – Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

E-mail: settimio.pavoncello@pec.ording.roma.it - Tel. 333/3978240

Docente nome cognome

Organizzato da



07/11/2015

In collaborazione con

