INCONTRO DI STUDIO

Quarto corso Guido Galli di approfondimento tematico delle tecniche di indagine. Disciplina penale delle immissioni ambientali e tutela della salute

I criteri di valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici e le tecniche di rilevazione

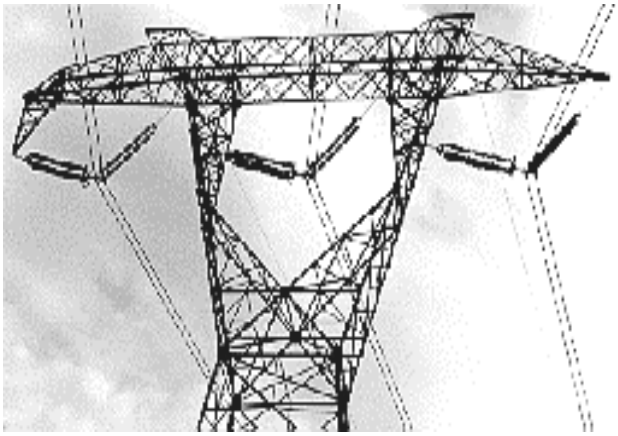
Giovanni Bellenda

INDICE

1 Premesse 3
2 Generalità sui campi elettromagnetici 5
3 Sorgenti di campi elettromagnetici 10
3.1 Campi elettromagnetici di origine naturale: 11
3.2 Campi elettromagnetici di origine artificiale 13
4 Panorama normativo sull'esposizione umana ai campi elettromagnetici 17
4.1 Norme tecniche sperimentali e raccomandazioni europee 17
4.2 DPCM 23/04/92 e DPCM 28/09/95 18
4.3 DM 381/98 18
4.4 Leggi e regolamenti locali 19
4.5 La nuova legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico 19
5 Come si misurano i campi elettromagnetici in relazione all'esposizione umana 21
5.1 Misure a banda larga 22
5.2 Misure a banda stretta 23
5.3 Misure di compatibilità elettromagnetica 24
5.4 Modelli previsionali 24
6 Situazioni di esposizione 24
6.1 Campi elettromagnetici in ambiente residenziale e dell'industria leggera 24
6.2 Campi elettromagnetici in ambiente di lavoro 27
7 Conclusioni 29
8 DOMANDE FREQUENTI (FAQ) 30
8.1 All'aperto e in ambiente residenziale 30
8.2 In ambiente di lavoro 47

1 Premesse

L'enorme diffusione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche e delle nuove tecnologie per le telecomunicazioni ha comportato negli ultimi decenni, oltre agli indubbi benefici sul piano della facilità delle comunicazioni e delle potenzialità di calcolo nel settore informatico e dell'automazione, anche alcuni effetti indesiderati. Sono infatti proporzionalmente aumentati il consumo energetico e le emissioni di agenti inquinanti in senso generale.



Tra gli agenti fisici che devono essere tenuti sotto controllo, soprattutto in considerazione degli sviluppi nei settori dell'informatica, dell'energia e delle telecomunicazioni, ha recentemente assunto un'importanza rilevante il fenomeno dell'**inquinamento elettromagnetico** o **"elettrosmog"**, inteso come emissione in ambiente da parte di apparati elettrici, elettronici e per telecomunicazioni di onde elettromagnetiche di svariate intensità e frequenze. Se da un lato i sistemi per telecomunicazione basano il loro funzionamento proprio sulla trasmissione "via etere" di tali segnali, le restanti apparecchiature ed impianti che fanno uso di energia elettrica o di tecnologie elettroniche presentano emissioni elettromagnetiche non strettamente funzionali allo scopo per cui sono destinate.

Sono inoltre ancora in corso importanti studi della comunità scientifica internazionale volti a stabilire i possibili effetti a lungo termine dell'esposizione a campi elettromagnetici, anche di bassa intensità, sulla salute umana. In tale scenario, ormai da tempo il processo normativo ha stabilito precisi limiti di esposizione per la protezione dagli effetti acuti sul corpo umano, che sono peraltro ampiamente dimostrati, derivanti da esposizioni a campi elettromagnetici di elevata intensità in tutto il campo di frequenze delle radiazioni non-ionizzanti (NIR – Non Ionizing Radiation - 0 Hz ÷ 300 GHz).

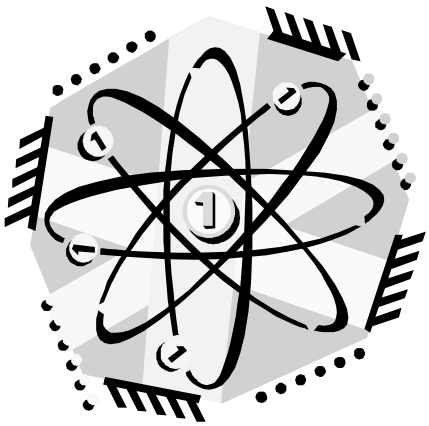
È bene altresì sottolineare come i fenomeni di interferenza elettromagnetica tra apparecchiature siano ormai da decenni ampiamente trattati e regolamentati dalla disciplina chiamata "Compatibilità Elettromagnetica": una Direttiva Europea (che trova ampia corrispondenza in altre discipline internazionali) stabilisce da più di vent'anni precisi limiti di emissione elettromagnetica per tutte le apparecchiature ed i sistemi elettrici ed elettronici, al fine di limitarne le interferenze reciproche.

Il proliferare delle installazioni fisse per telecomunicazioni e dei dispositivi per telefonia "wireless" ha stimolato, negli ultimi tempi, l'attenzione dell'opinione pubblica nei confronti dell'inquinamento elettromagnetico, che ha portato ora ad eccessivi allarmismi ora alla sottovalutazione del problema. Anche il processo di normazione nazionale ed internazionale nel campo dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici, principalmente

sull’onda della diffusione massiva delle tecnologie per telefonia cellulare e delle relative infrastrutture, ha fatto registrare recentemente importanti sviluppi: sono state emanate nuove discipline sia in ambiente residenziale (popolazione) che in ambiente di lavoro, relativamente a tutte le possibili sorgenti artificiali di campi elettromagnetici, dagli elettrodotti per il trasporto e la distribuzione dell’energia elettrica alle installazioni di impianti per radio-telecomunicazioni, dalle macchine industriali agli elettrodomestici ed alle apparecchiature elettriche ed elettroniche con cui ormai tutti noi abbiamo quotidianamente a che fare.

A prescindere dalla ancora discussa “gravità” per la salute umana e per l’ambiente del problema “elettrosmog”, è comunque innegabile un sensibile aumento dei livelli di campi elettromagnetici negli ambienti in cui ogni giorno viviamo e lavoriamo, rispetto al “fondo” elettromagnetico naturale (è bene infatti ricordare che i campi elettromagnetici esistono in natura indipendentemente dalle sorgenti artificiali). Nell’attesa che la comunità scientifica internazionale possa fornire risposte certe in merito alla effettiva pericolosità dei campi elettromagnetici di bassa intensità per i possibili effetti sulla salute a lungo termine, sembra comunque ragionevole, sulla base dell’ormai consolidato “principio di cautela”, adottare le migliori tecnologie mirate alla riduzione delle emissioni elettromagnetiche indesiderate da parte di tutti gli impianti, sistemi e apparecchiature elettriche ed elettroniche e per diffusione dei segnali per telecomunicazioni.

2 Generalità sui campi elettromagnetici



Tutti i fenomeni elettrici, magnetici ed elettromagnetici, dal punto di vista fisico, possono essere spiegati con la teoria atomica della materia. Negli **atomi**, infatti , sono presenti in ugual misura le particelle elettriche elementari, cioè le cariche elettriche positive (protoni) e negative (elettroni). In linea di principio, la differenza di concentrazione nello spazio di cariche elettriche con polarità diverse genera la *tensione elettrica* (che si misura in *volt*) ed il *campo elettrico* (la cui intensità si misura in *volt al metro – V/m*), mentre il movimento di cariche genera la *corrente elettrica* (che si misura in *ampere*) ed il campo magnetico (che si misura in *ampere al metro – A/m*). La grandezza detta *induzione magnetica*, che si misura in *tesla [T]*, tiene conto anche delle caratteristiche del mezzo fisico in cui il campo magnetico si genera.

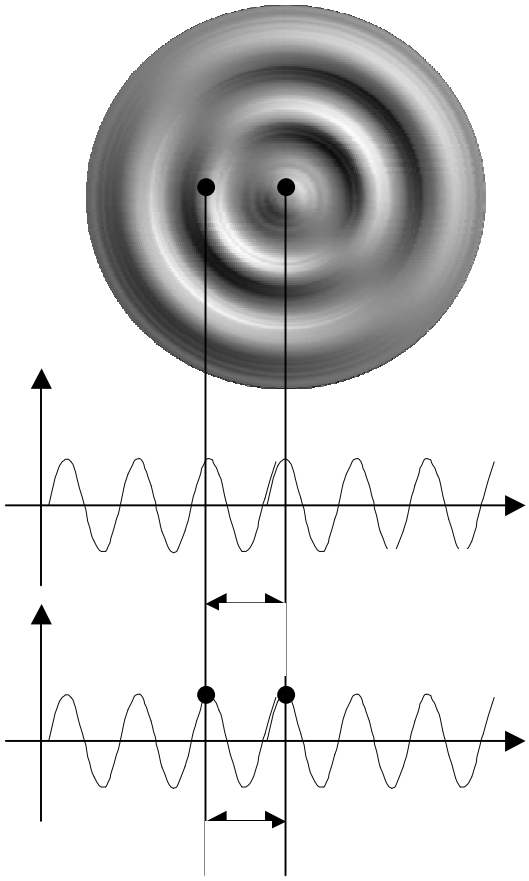
Pur vivendo immersi in campi elettromagnetici di diverse frequenze ed intensità, i nostri sensi, in genere, non li percepiscono. Poiché abbiamo a che fare con fenomeni oscillatori, un parametro fondamentale per la definizione dei campi elettromagnetici, oltre alla loro intensità, è la **frequenza**, che si misura in *hertz [Hz]*, che identifica il numero di oscillazioni al secondo delle onde elettromagnetiche. I campi elettromagnetici di cui ci occupiamo in questa trattazione sono quelli cosiddetti "non-ionizzanti" (NIR – Non Ionizing Radiation), in virtù del fatto che l'energia ad essi associata non è sufficiente, come invece accade ad esempio per i raggi X (radiazioni ionizzanti - IR), per "ionizzare" la materia, cioè a togliere elettroni dagli atomi.

Per meglio comprendere i fenomeni fisici che determinano la propagazione delle onde elettromagnetiche nello spazio, riportiamo qui di seguito alcune definizioni fondamentali e le relative spiegazioni semplificate dei principi fisici generali per la caratterizzazione dei campi elettromagnetici.

L'interazione elettromagnetica è usualmente descritta facendo ricorso a due tipi di campi: il campo elettrico ed il campo magnetico. È necessario sottolineare, comunque, che tali campi non sono affatto due entità indipendenti, ma sono viceversa intimamente connessi: la scomposizione del campo elettromagnetico nelle sue due componenti dipende dallo stato di moto relativo delle cariche elettriche rispetto al punto di osservazione.

D'altro canto il concetto di "campo" non è utilizzato solo per descrivere le interazioni elettromagnetiche, ma anche altri fenomeni fisici.. Ad esempio in meteorologia, i valori della temperatura e della pressione atmosferica vengono rappresentati come campi in funzione della latitudine, della longitudine e della quota. Caratteristiche essenziali, affinché mediante un campo sia possibile fornire una descrizione completa dell'interazione tra due particelle o tra due corpi, sono quella di poter attribuire a tale campo una certa quantità di energia e quantità di moto, e la capacità del campo di trasferire tali proprietà da una particella all'altra.

Poiché i nostri sensi non sono generalmente in grado di percepire le onde elettromagnetiche, per meglio capire le grandezze fisiche che le caratterizzano è utile pensare ad un fenomeno oscillatorio che viceversa possiamo osservare: le onde d'acqua che si formano se gettiamo un sasso in uno stagno. Questa analogia, anche se in questo caso il fenomeno è di tipo meccanico, consente di spiegare alcune grandezze fisiche che si utilizzano anche per caratterizzare le onde elettromagnetiche:



- la distanza tra due creste delle onde è detta **lunghezza d'onda** e si indica con la lettera greca λ e si misura in metri [m].
- il tempo impiegato da una cresta dell'onda a raggiungere il punto massimo successivo è detto **periodo**, si indica con la lettera **T** e si misura in secondi.
- L'inverso del periodo è il numero di oscillazioni al secondo ovvero la **frequenza** dell'onda, indicata con la lettera **f**, che si misura in hertz [Hz]
- Il rapporto tra la lunghezza d'onda ed il periodo rappresenta la **velocità di propagazione** dell'onda. Le onde elettromagnetiche nello spazio (aria) si propagano alla velocità della luce cioè a circa 300.000 km/s.

2.1.1 Campo elettromagnetico e onde elettromagnetiche

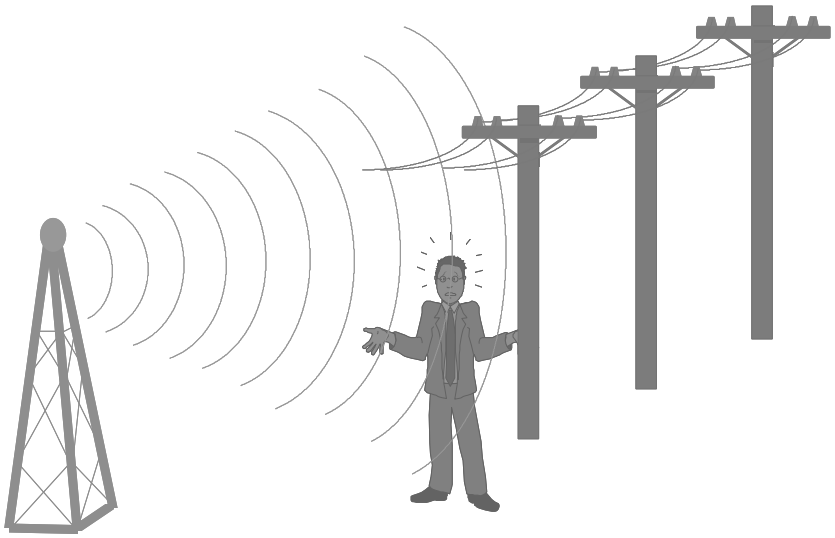
Le onde elettromagnetiche si comportano diversamente a seconda del mezzo fisico in cui si propagano. Passando dal vuoto alla materia la frequenza dell'onda rimane la stessa, ma cambiano la velocità di propagazione e la lunghezza d'onda. Inoltre, data l'altissima velocità con cui le onde si propagano nel vuoto, se le frequenze sono basse, la lunghezza d'onda è elevatissima: un'onda elettromagnetica a 50 Hz (frequenza tipica degli elettrodotti per la distribuzione dell'energia) è caratterizzata da una lunghezza d'onda pari a circa 6000 km. Per questo motivo per le basse frequenze, come nel caso delle linee elettriche, è bene fare riferimento ad oscillazioni di campi elettromagnetici e non alla propagazione di onde nello spazio. Se parliamo invece di onde elettromagnetiche ad alta frequenza, come quelle generate dai telefonini), le lunghezze d'onda sono molto più basse: un'onda a 900 milioni di hertz (900 MHz) nel vuoto ha una lunghezza d'onda di circa 30 cm.

2.1.2 Campo vicino e campo lontano

Quando si valutano le intensità dei campi elettromagnetici, bisogna sempre tenere presente a che frequenza essi sono generati. Se la distanza dalla sorgente (es. conduttore elettrico o antenna del telefonino) è minore della lunghezza d'onda, ci troviamo in una zona detta di "campo vicino", mentre a distanze maggiori della lunghezza d'onda siamo in una regione dello spazio detta di "campo lontano". Nelle regioni di campo lontano in spazio aperto, la componente elettrica e quella magnetica del campo sono strettamente correlate: nota l'intensità di una si ricava automaticamente l'intensità dell'altra.

Un'altra grandezza fondamentale per caratterizzare un campo elettromagnetico è la sua **densità di potenza**, normalmente indicata con la lettera W, che si misura in *watt al metro quadrato* [W/m^2] e che è data dal prodotto della componente elettrica per quella magnetica del campo: tale grandezza indica la potenza per unità di superficie che viene trasportata dal campo elettromagnetico lungo la direzione in cui si propaga. Tanto maggiore è la frequenza del campo elettromagnetico, tanto maggiore è la sua capacità di trasportare energia lontano dalla sorgente.

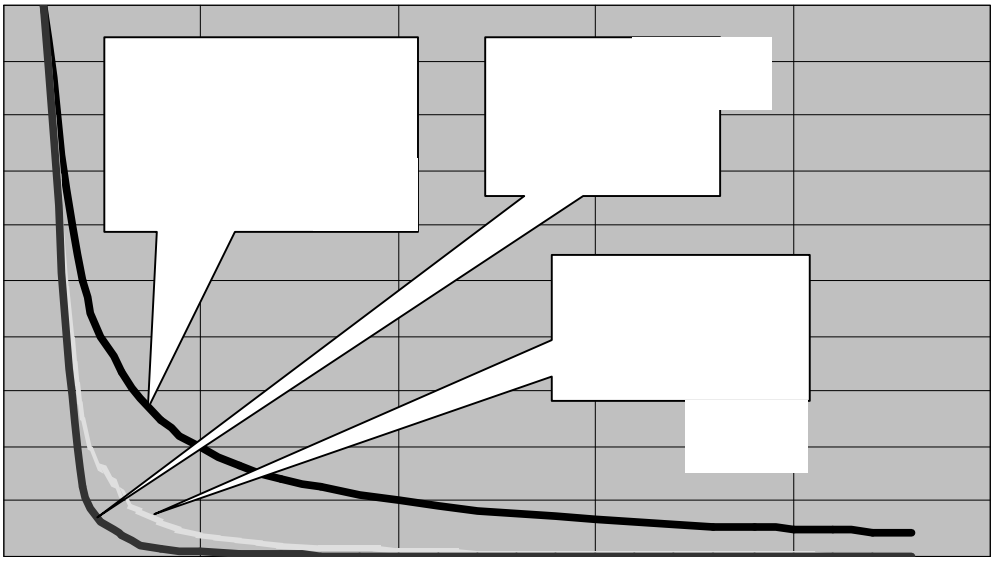
Dal punto di vista dell'interazione dei campi elettromagnetici con i tessuti biologici, è stata introdotta un'ulteriore grandezza fisica: il **SAR** (Specific Absorbtion Rate) o tasso di assorbimento specifico, che si misura in watt al chilogrammo [*W/kg*] e che indica la "dose" di energia elettromagnetica assorbita da un chilogrammo di tessuto biologico. Per la maggior parte delle frequenze l'energia assorbita dai tessuti biologici è solo una parte di quella trasportata dall'onda elettromagnetica.



2.1.3 Come si comportano i campi elettromagnetici in prossimità della sorgente?

Come nel caso delle onde che si generano, ad esempio, al passaggio di una imbarcazione in mare, l'intensità del campo, ovvero l'ampiezza delle onde, si riduce man mano che ci si allontana dalla sorgente. In particolare, quanto più bassa è la frequenza, tanto più rapidamente il campo si riduce allontanandosi dalla sorgente. Nella figura seguente, viene illustrata la dipendenza dei campi a bassa frequenza (campi vicini) dalla distanza dalla sorgente:

- per i sistemi costituiti da un solo conduttore elettrico (es. trazione ferroviaria), il campo decresce in modo inversamente proporzionale alla distanza;
- per i sistemi costituiti da due o più conduttori elettrici (es. elettrodotti e linee elettriche per la distribuzione dell'energia a 50 Hz), il campo decresce in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza;
- nei sistemi costituiti da motori elettrici o avvolgimenti elettrici (es. motori di elettrodomestici), il campo elettromagnetico decresce in modo inversamente proporzionale al cubo della distanza.



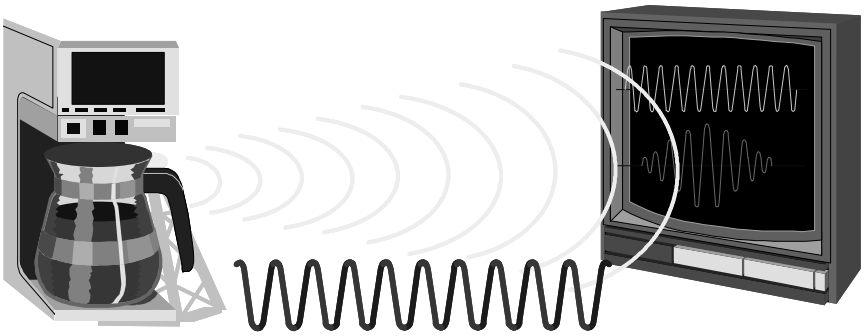
2.1.4 Inquinamento elettromagnetico o “elettrosmog”

Con il termine “inquinamento elettromagnetico” si indica la presenza di onde elettromagnetiche e di campi elettromagnetici di qualsiasi origine che possano avere un impatto negativo sull’ambiente in cui viviamo e sulla salute umana. Negli ultimi tempi viene sempre più spesso utilizzato anche il termine “elettrosmog” per indicare il fenomeno dello *smog* elettromagnetico, a causa del proliferare delle sorgenti elettromagnetiche di origine artificiale.

Come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, i campi e le onde elettromagnetiche interagiscono con la materia in cui si propagano, per cui si può sicuramente parlare di *interazione* anche con la materia biologica. Non vi sono invece evidenze certe sugli *effetti* , né tanto meno su possibili *danni* di tale interazione di campi elettromagnetici di bassa intensità con i tessuti biologici. È altresì certo che campi elettromagnetici intensi provocano effetti acuti e danni biologici sul corpo umano. La seguente tabella evidenzia alcune soglie di esposizione a campi elettromagnetici in relazione ai possibili effetti sul corpo umano

2.1.5 Compatibilità elettromagnetica

Nello studio dei campi elettromagnetici e delle interazioni con l’ambiente ha assunto recentemente particolare rilevanza la disciplina chiamata “compatibilità elettromagnetica” (EMC – Electro-Magnetic Compatibilità) che si occupa delle interferenze reciproche delle sorgenti di campi elettromagnetici. In particolare si definisce compatibilità elettromagnetica la *capacità di un apparato, componente, sistema o installazione elettrica o elettronica di funzionare correttamente nel suo ambiente elettromagnetico senza altresì introdurre disturbi che possano interferire con il funzionamento di altre apparecchiature presenti nello stesso ambiente*.



3 Sorgenti di campi elettromagnetici

Generalità

Molto spesso si pensa, erroneamente, alle onde elettromagnetiche come ad un fenomeno legato esclusivamente al progresso tecnologico e più in generale all'opera dell'uomo. Si dimentica così che i campi elettromagnetici esistono da sempre in natura. L'opera umana ha però indubbiamente contribuito, e lo sta facendo in maniera sempre più massiccia nell'attuale "era delle telecomunicazioni", all'innalzamento dei livelli di campo elettromagnetico rispetto al "fondo naturale".

L'etimologia della parola "elettricità" è molto significativa per spiegare come molti siano i fenomeni elettromagnetici di origine naturale. Già dal tempo degli antichi greci, infatti, gli studiosi notarono che lo strofinamento di una listella di ambra sui tessuti come la lana produceva un fenomeno che rendeva la listella di ambra capace di attirare a sé piccole particelle come polvere, schegge, ecc. Il nome greco dell'ambra era "*electron*", da cui deriva la nostra parola "*elettricità*". Il fenomeno della listella di ambra sopra descritto è generato da un particolare tipo di campo elettromagnetico, che si chiama *campo elettrostatico*. In natura esistono poi alcuni materiali che generano campi magnetici statici (magneti permanenti o calamite): anche il *campo magnetostatico* è un fenomeno naturale.

Mentre i campi elettrostatici, che sono naturalmente presenti nell'ambiente, sono dovuti alle diverse concentrazioni di cariche elettriche nello spazio (differenza di potenziale elettrico = tensione elettrica), nell'istante in cui si genera una scarica elettrica, come un fulmine o una scarica elettrostatica, si verifica un rapidissimo spostamento di cariche elettrice da un punto dello spazio ad un altro, ovvero vi è un forte passaggio di corrente elettrica. Il movimento delle cariche elettriche nello spazio genera la componente magnetica dei campi elettromagnetici. I campi che si generano durante una scarica atmosferica, data la brevità e l'intensità del fenomeno sono detti*campi magnetici impulsivi*.

3.1 Campi elettromagnetici di origine naturale:

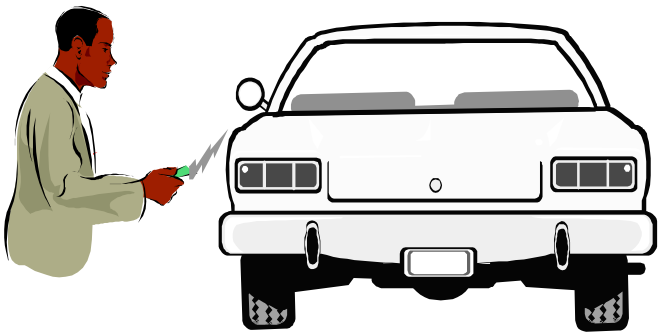
Come già accennato, i campi elettromagnetici non ionizzanti (NIR – Non Ionizing Radiation, nel campo di frequenza da 0 Hz a 300GHz), esistono in natura sotto diverse forme. Il loro insieme costituisce il *fondo elettromagnetico naturale*, che è una grandezza misurabile e quantificabile con le moderne strumentazioni. Nel seguito, è riportata una breve panoramica delle principali manifestazioni di campi elettromagnetici naturali.

3.1.1 Scariche atmosferiche

Le ***scariche atmosferiche*** sono fenomeni di natura elettrostatica che rappresentano la principale sorgente dei campi elettrici naturali rilevabili sulla superficie terrestre. Essi sono dovuti all'accumulo di altissime concentrazioni di cariche elettriche nelle nubi e conseguentemente elevatissime differenze di potenziale elettrico (campi elettrici di intensità di centinaia di migliaia di volt) rispetto alla superficie terrestre. Quando tale differenza di potenziale (tensione, misurata in volt) raggiunge livelli talmente elevati da poter "rompere" il dielettrico tra le nubi ed un punto della superficie terrestre (normalmente sopraelevato, come alberi, tralicci, ecc.), si forma il fulmine. Durante la scarica si genera un improvviso ed intensissimo passaggio di cariche elettriche dal punto a potenziale elettrico più elevato (di norma le nubi) al terreno, ovvero si forma una corrente elettrica di intensità molto elevata. Tale passaggio impulsivo di corrente elettrica ha come conseguenza il manifestarsi di forti campi elettromagnetici in un ampio spettro di frequenze.

3.1.2 Scariche elettrostatiche

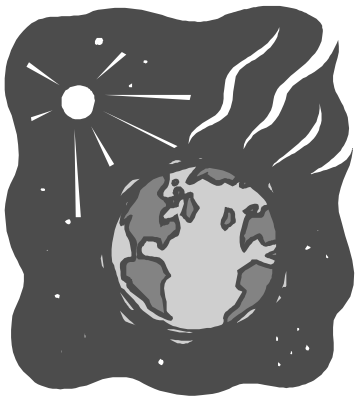
Analogamente alla scarica atmosferica, la fastidiosa "***scossa***" che spesso si percepisce nelle giornate particolarmente secche o quando si indossano abiti sintetici e calzature con la suola di gomma nel momento di toccare grandi superfici metalliche (es. carrozzeria dell'auto), è un esempio di manifestazione di un campo elettrico di origine naturale: questa *scarica elettrostatica* è perfettamente equivalente, fatte le debite proporzioni, alla scarica di origine atmosferica e può esser assimilata ad un piccolo fulmine. Le cariche elettriche, in questo caso, si accumulano sui nostri abiti e non possono essere scaricate a terra (potenziale zero) finché non trovano la via per passare bruscamente su di una superficie a potenziale elettrico diverso.



3.1.3 I campi elettrici e magnetici terrestri

Il *campo magnetico terrestre* è forse il più chiaro esempio di campo elettromagnetico naturale. Il globo terrestre è assimilabile ad un grosso magnete permanente o calamita. Il campo magnetico terrestre ha sia una componente statica ovvero a frequenza zero (di intensità media pari a circa 50 mT), dovuto alle correnti che fluiscono dal nucleo della terra alla superficie, che una componente variabile dovuta alle attività solari, lunari ed ai temporali, di intensità molto inferiore a quella statica (pari a circa 0,03 mT e frequenza variabile da qualche Hz a pochi MHz). Durante un forte temporale, poi, è possibile registrare un aumento dell'intensità della componente variabile del campo magnetico fino a valori intorno ai 0.5 mT. Il campo magnetico statico terrestre ha intensità variabile in funzione della latitudine ed è maggiore in corrispondenza dei poli: è il campo che consente all'ago della bussola di orientarsi lungo le sue linee di flusso e sembra che alcune specie animali (es. balene, uccelli migratori, ecc.) abbiano la possibilità di percepirlo orientandosi su di esso nei loro lunghi spostamenti.

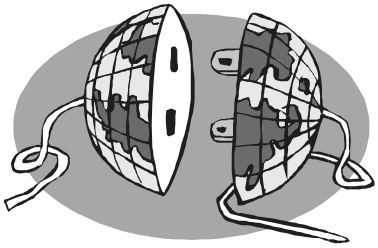
3.1.4 Campi elettromagnetici di origine solare



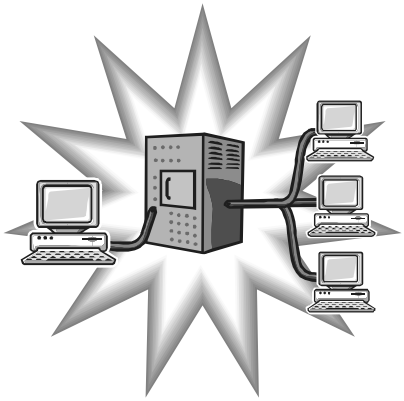
Anche il sole produce sulla superficie terrestre campi elettromagnetici: oltre a fornire calore e luce, il sole è fonte di radiazioni elettromagnetiche in un ampio spettro di frequenze: durante le cosiddette tempeste solari, si possono registrare interferenze alle radio-telecomunicazioni sulla superficie terrestre dovute proprio alle onde elettromagnetiche "trasmesse" dall'attività solare. Tali campi possono avere intensità tali da essere percepibili nei sistemi di ricezione dei segnali radio in un ampio spettro di frequenze

3.2 Campi elettromagnetici di origine artificiale

Risale al 1901 il primo esperimento di Guglielmo Marconi di trasmissione di segnali radio da una parte all'altra dell'oceano Atlantico: si può far coincidere con quello storico momento l'inizio dell'era delle telecomunicazioni. Da allora i progressi in tale campo ed in tutti i settori tecnologici hanno registrato sviluppi enormi, dalle trasmissioni radio-TV, alla telefonia mobile fino alle moderne tecnologie satellitari: oggigiorno il nostro pianeta è completamente "coperto" dai segnali elettromagnetici necessari per comunicare da un punto all'altro della superficie terrestre.

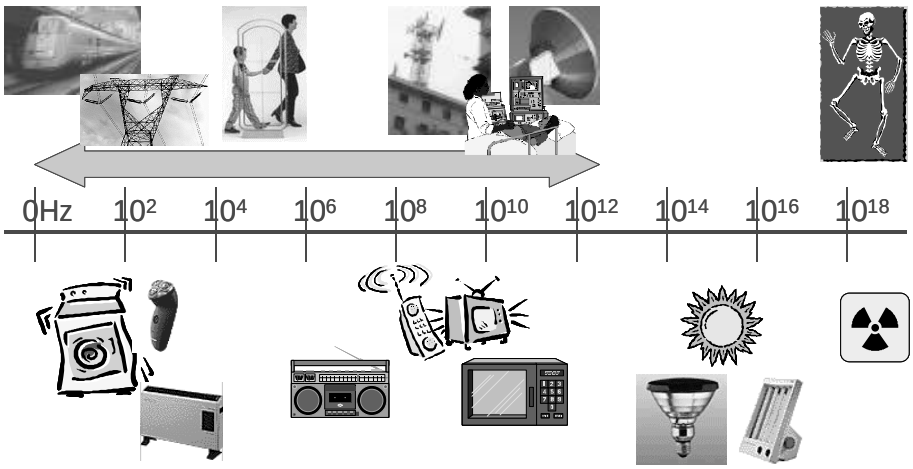


D'altro canto, l'impiego dell'elettricità su larga scala, che ha avuto inizio nella seconda metà dell'800, principalmente nei settori della trazione, dei trasporti e delle macchine industriali, ha ormai raggiunto livelli fino a qualche tempo fa impensabili. È pertanto di primaria importanza tecnologica ed ambientale il problema della generazione, conversione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica in tutti i settori di applicazione.



È altresì importante sottolineare come, in ambito industriale, l'energia elettrica sia in assoluto la forma energetica prevalente: quasi tutti i grandi macchinari industriali sono mossi da motori elettrici di elevata potenza, il che comporta la disponibilità in ambiti relativamente ristretti di grandi quantitativi di energia elettrica: come abbiamo visto, le forti richieste di corrente elettrica hanno come conseguenza la generazione localizzata di campi magnetici di notevole intensità.

L'era dell'informatica e dell'automazione ha poi portato enormi sviluppi nel campo dell'elettronica e delle tecnologie dell'informazione, al punto che tutti i settori tecnologici ed i processi produttivi sono ormai inscindibilmente legati all'elettronica e all'automazione.



3.2.1 Campi elettromagnetici da reti di distribuzione di energia elettrica

La sempre crescente richiesta di grandi quantitativi di energia elettrica ha reso di fondamentale importanza il problema della conversione del trasporto e della distribuzione della stessa. I grandi elettrodotti che attraversano tutti i paesi industrializzati sono fonti di campi elettromagnetici che, seppur in maniera molto localizzata in prossimità degli stessi, innalza sensibilmente il "fondo" elettromagnetico naturale.

In Italia esistono a tutt'oggi:

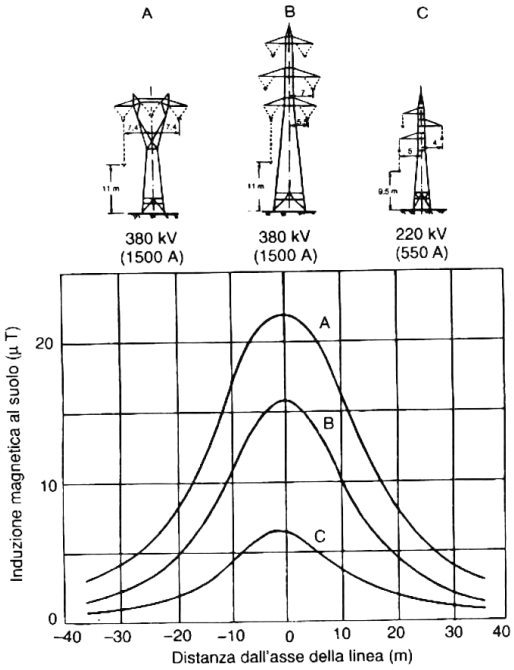
- Circa 30.000 km di linee in alta tensione
- Circa 300.000 km di linee in media tensione
- Circa 700.000 km di linee in bassa tensione

per un totale di più di 1.000.000 di km di estensione degli elettrodotti (equivalenti a più di 25 volte il giro del mondo!).

Il campo elettrico in un punto dello spazio in prossimità di una linea trifase è la somma dei campi dovuti alle tre fasi, sfasati tra loro di 120°. Il campo risultante è rappresentato da un vettore, che giace su di un piano passante per il punto considerato e ortogonale all'asse della linea. La presenza di corpi distorce il campo elettrico; in particolare il campo diventa perpendicolare alla superficie equi-potenziale di corpi conduttori, soprattutto in prossimità del suolo.

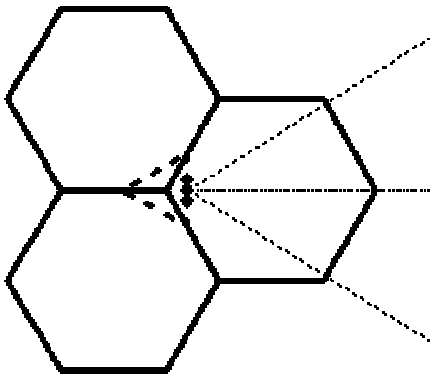
La presenza di ostacoli, quali sono le pareti di un edificio, riduce sensibilmente il livello di campo elettrico all'interno della stessa costruzione. È pertanto difficile (se non impossibile) stimare l'andamento del campo elettrico all'interno di un edificio posto sotto una campata di un elettrodotto.

Anche il campo magnetico risulta dalla composizione dei campi magnetici generati dalle tre correnti del sistema trifase e dipende ovviamente dal valore della corrente e dalla distanza dai conduttori. A differenza del campo elettrico, il campo magnetico non presenta deformazioni apprezzabili in corrispondenza del suolo e non viene schermato dalle strutture degli edifici. In figura, sono riportati i valori massimi di induzione magnetica al suolo in funzione della distanza dall'asse della linea per tre tipologie di linee percorse dalle correnti di carico massimo indicate in figura

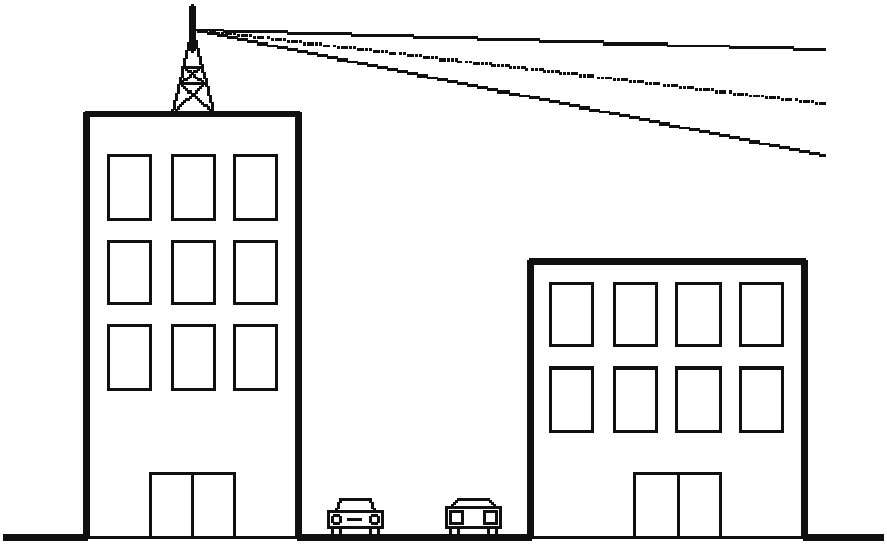


3.2.2 Campi elettromagnetici da apparati per radio-telecomunicazione

I sistemi per telecomunicazione basano il loro funzionamento proprio sulla diffusione e sulla trasmissione a distanza di onde elettromagnetiche. I campi elettromagnetici da essi generati, caratterizzati dalla **frequenza** delle onde *portanti*, pertanto, non rimangono localizzati in prossimità delle sorgenti, come invece accade per i campi che si rilevano nelle vicinanze degli elettrodotti a 50 Hz. Una stazione trasmittente, quale ad esempio un impianto per trasmissioni televisive o una stazione radio-base per telefonia cellulare, fornisce una certa area di copertura del segnale trasmesso: all'interno di tale area i dispositivi ricevitori (radio, televisori e telefoni cellulari) sono in grado di captare il segnale e di interpretarlo. Quanto più potente è il sistema trasmittente, tanto più lontano il segnale da esso trasmesso sarà captabile e tanto maggiore sarà quindi l'area di copertura. In prossimità dei sistemi trasmittenti, sarà però proporzionalmente più elevato il livello di campo elettromagnetico misurabile. La copertura del territorio con i segnali di telefonia cellulare è infatti assicurata dalle cosiddette "celle" (da cui il nome "cellulare").



Le antenne trasmittenti utilizzate per le telecomunicazioni sono di svariati tipi, ma in generale tutte sono caratterizzate da un proprio *diagramma di irradiazione*: quest'ultimo non è altro che la descrizione numerica della forma che assume il fascio di onde elettromagnetiche trasmesse nello spazio. I segnali elettromagnetici trasmessi si concentrano in ben determinate zone. Per meglio comprendere la fisica della propagazione delle onde elettro-magnetiche è utile riferirsi ad una particolare radiazione di cui abbiamo la percezione: la *luce visibile*. Si pensi al fascio luminoso emesso da un faro per segnalazioni marittime: la particolare forma in cui viene concentrata la luce è tale da essere visibile a grande distanza, ma solo in una particolare direzione (fascio direttivo). La luce emessa da una semplice lampadina nello spazio aperto, senza schermi e riflettori, invece, ha una diffusione praticamente sferica nello spazio ed è visibile praticamente da tutte le direzioni (emissione isotropica) anche se a distanze minori. Le antenne utilizzate per la diffusione dei segnali radio-televisivi e per



telefonia cellulare non hanno mai un fascio di “illuminazione” sferico, ma concentrano il segnale emesso in modo da assicurare la copertura minima (illuminamento) in ben determinate zone. La forma in cui è concentrato il campo elettromagnetico emesso da un sistema di antenne per telefonia cellulare per la copertura di un’area a 360° può essere assimilata ad un grossa ciambella centrata proprio sull’impianto trasmittente. Come il nostro occhio a livello del suolo potrebbe vedere, senza restarne abbagliato, tale ciambella luminosa (se il sistema irraggiasse un fascio di luce), così i sistemi riceventi (i telefonini) “vedono” tale fascio di radiazioni elettromagnetiche e stabiliscono con esso lo scambio di segnali radio.

3.2.3 Campi elettromagnetici generati da macchine ed apparecchiature

Anche le apparecchiature elettriche ed elettroniche, siano esse di uso industriale, residenziale o individuale, sono, in misure diverse, sorgenti di emissioni elettromagnetiche. In generale si può affermare che, dal punto di vista del campo magnetico in bassa frequenza (ELF), le emissioni sono tanto più elevate quanto maggiore è la potenza elettrica impegnata dall’apparecchiatura o dalla macchina. Quanto minore è la frequenza del campo, inoltre, tanto minore è la capacità di tale campo di allontanarsi dalla sorgente: alle basse frequenze, i campi sono molto localizzati in prossimità delle sorgenti. I sistemi di trasmissione di segnali per telecomunicazioni, invece, lavorano a frequenze più alte, proprio perché le onde elettromagnetiche in tal modo possono allontanarsi di molto dal dispositivo che le emette.

Ancora diverso è il discorso per le apparecchiature che utilizzano campi elettromagnetici per il loro funzionamento. È bene sottolineare come alcuni dispositivi utilizzino la generazione localizzata di campi elettromagnetici anche per scopi diagnostici e terapeutici (es. apparecchiature per risonanza magnetica, apparecchi per magneto-terapia, apparati per marconiterapia, ecc.).

Nell’ambiente domestico abbiamo ogni giorno a che fare con svariati utilizzatori di energia elettrica; molti di essi sono anche equipaggiati con dispositivi elettronici più o meno complessi. I normali elettrodomestici dotati di piccoli motori elettrici (frullatori, asciugacapelli, lavatrici, aspirapolvere, etc.) assorbono dalla rete elettrica quantitativi di corrente più o meno elevati, generando nelle immediate vicinanze campi di induzione magnetica relativamente intensi. Fortunatamente tali campi, come quelli generati dagli elettrodotti, sono molto localizzati nelle vicinanze della sorgente e la loro intensità decresce rapidamente allontanandosi dall’apparecchiatura.

In ambito industriale il principio dell’induzione elettromagnetica è sfruttato per il trattamento termico dei materiali metallici. Fatte le debite proporzioni i **riscaldatori ad induzione** si basano su di un principio di funzionamento assimilabile ai forni a microonde domestici: i potenti circuiti induttori sono percorsi da correnti elettriche di forte intensità a frequenza variabile da 50 Hz a qualche MHz - quindi molto minore di quella utilizzata nei forni a microonde. Nei materiali che si trovano all’interno di tali induttori vengono indotte le correnti elettriche che provocano il riscaldamento dei materiali stessi. Altre tecniche di saldatura dei materiali plastici per rottura del dielettrico o di incollaggio del legno fanno uso di macchinari che generano nelle vicinanze (e molto spesso nelle postazioni operatore) campi elettromagnetici di forte intensità (al limite degli effetti acuti) e a svariate frequenze.

4 Panorama normativo sull'esposizione umana ai campi elettromagnetici

Generalità

Il processo di normazione nel campo delle onde elettromagnetiche ha origini piuttosto remote nel tempo ed ebbe inizio nel settore militare per la regolamentazione dei fenomeni di interferenza elettromagnetica nei sistemi d'arma. Furono infatti i militari ad accorgersi per primi che le onde elettromagnetiche potevano in qualche modo "accecare" i sistemi elettronici e di trasmissione dei segnali e in alcuni casi, tale fenomeno fu sfruttato come una vera e propria arma. Le norme che furono emanate erano inizialmente regole tecniche volte principalmente ad aumentare l'immunità dei sistemi elettronici ai campi elettromagnetici. Solo successivamente (anni '70) cominciò ad essere preso in considerazione anche il problema delle emissioni elettromagnetiche, soprattutto da parte delle aziende di distribuzione di energia elettrica, che si accorsero che le apparecchiature e gli impianti che generano forti emissioni (soprattutto di tipo condotto nei cavi) in qualche modo "sporcano" i sistemi di distribuzione, diminuendo drasticamente l'efficienza energetica del trasporto e della distribuzione dell'energia elettrica. Solo più tardi, ed è storia recente, il problema delle emissioni elettromagnetiche è stato considerato a livello nazionale ed internazionale dal punto di vista dell'esposizione umana.

Poiché la normativa riguardante la compatibilità elettromagnetica è stata ampiamente trattata nel capitolo precedente, ci occuperemo nel seguito delle discipline tecnico-giuridico che regolamentano in Italia il problema dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici, con particolare riguardo alla recente legge quadro.

4.1 Norme tecniche sperimentali e raccomandazioni europee

Le norme sperimentali europee CEI ENV 50166-1 e CEI ENV 50166-2 (recentemente abrogate e sostituite in Italia dalle Guide CEI 211-6 e CEI 211-7), hanno costituito per diversi anni il riferimento tecnico nel settore dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici. Esse contengono sia i livelli di riferimento per la definizione dei limiti di esposizione a campi elettromagnetici, differenziati per la popolazione e per i lavoratori, che le prescrizioni sui metodi di misura. La CEI ENV 50166-1 (CEI 111-2 - 1995) *"Esposizione umana ai campi elettromagnetici – bassa frequenza"* fa riferimento alle basse frequenze, nel range da 0 Hz a 10 kHz, mentre la CEI ENV 50166-2 (CEI 111-3 - 1995) *"Esposizione umana ai campi elettromagnetici – alta frequenza"* si occupa delle alte frequenze, nel range da 10 kHz a 300 GHz. A livello europeo, è doveroso citare anche la Raccomandazione del Parlamento europeo e del Consiglio (Marzo 1999) intitolata *"Limitazione dell'esposizione del pubblico ai campi elettromagnetici fra 0 Hz e 300 GHz"* che prescrive limiti di esposizione secondo le linee guida dell'ICNIRP (International Committee fo Non-Ionizing Radiation Protection).

4.2 DPCM 23/04/92 e DPCM 28/09/95

A livello nazionale la prima vera disciplina specifica nel campo della protezione della popolazione dai campi elettromagnetici risale al 1992. Il DPCM 23/04/92 stabilisce i valori massimi di esposizione dei cittadini residenti in prossimità di elettrodotti. I campi elettromagnetici considerati sono esclusivamente quelli alla frequenza industriale (50 Hz) generati da linee elettriche ad alta tensione (da 132 kV a 380 kV). Nel testo del decreto vengono stabiliti i valori massimi di esposizione (derivati dalle raccomandazioni allora vigenti a livello europeo) e le distanze di rispetto dagli elettrodotti. Data la mancata corrispondenza tra i valori di esposizione e le distanze di rispetto indicate nel testo, un successivo decreto, il DPCM 28/09/95, ha abolito la prescrizione riguardante le distanze di rispetto, lasciando il riferimento ai limiti di esposizione. Tali limiti, però, non considerano i possibili effetti a lungo termine in quanto derivati direttamente dai valori di riferimento per effetti acuti. In particolare il DPCM 23/04/92:

Stabilisce come limiti di esposizione: 100 μT per l'induzione magnetica a 50 Hz
10 kV/m per il campo elettrico a 50 Hz

Stabilisce le distanze di rispetto dagli elettrodotti:

- linee a 132 kV >10 m
- linee a 220 kV >18 m
- linee a 380 kV >28 m

4.3 DM 381/98

Il decreto interministeriale DM 381/98 ha costituito una importante svolta per il processo normativo nel campo dell'inquinamento elettromagnetico, in quanto rappresenta la prima disciplina che esamina il problema dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici alle alte frequenze anche per esposizioni prolungate (effetti a lungo termine). La base "filosofica" di tale decreto consiste nel recepimento del *principio di cautela* da adottarsi nei casi in cui non vi siano certezze assolute sui possibili reali effetti nocivi di un agente chimico, fisico, biologico ecc. sulla salute della popolazione. Nella seguente tabella sono riportati i limiti di esposizione stabiliti dal decreto per la popolazione

Frequenza f (MHz)	Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza dell'onda piana equivalente (W/m^2)
0,1 - 0,3	60	0,2	-
> 3 - 3000	20	0,05	1
>3000 - 300000	40	0,1	4

In particolare il decreto 381/98:

- Stabilisce numericamente i limiti di esposizione (20 V/m per il campo elettrico tra 3 MHz e 3 GHz) ed i valori di attenzione (6 V/m per il campo elettrico tra 3 MHz e 3 GHz) per i campi elettromagnetici nel campo di frequenze da 100 kHz a 300 GHz prodotti da installazioni fisse per telecomunicazioni
- Indica che si debbono perseguire obbiettivi di qualità, che però non vengono definiti numericamente

4.4 Leggi e regolamenti locali

Data la carenza normativa che è stata recentemente percepita soprattutto nel campo delle installazioni fisse per radio-telecomunicazioni e per gli elettrodotti, sono proliferate negli ultimi anni molte discipline a livello locale, come leggi regionali ed regolamenti comunali. In molti casi, vista l'assenza di definizioni di limiti numerici da parte della legislazione nazionale vigente, sono stati spesso introdotti, a livello locale, limiti di esposizione ai campi elettromagnetici derivati per lo più da indicazioni sanitarie ed ambientali emerse nel recente dibattito a livello nazionale ed internazionale sui possibili effetti a lungo termine. L'effetto di questo processo è stato però quello di creare una sostanziale disomogeneità nei limiti di esposizione: in alcune regioni, i limiti stabiliti sono diversi da altre, così come accade per alcuni comuni anche a breve distanza uno dall'altro e nella stessa regione di appartenenza.

4.5 La nuova legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico

Con l'emanazione della nuova legge quadro (L. n° 36/2001) in materia di inquinamento elettromagnetico è stato compiuto un importante passo avanti sulla strada della prevenzione dai rischi derivanti dall'esposizione umana a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, cioè le cosiddette Radiazioni Non Ionizzanti (NIR), i cui livelli rappresentano il tasso di inquinamento elettromagnetico o elettrosmog.

La crescente preoccupazione da parte dei cittadini di fronte al proliferare delle installazioni per telefonia cellulare e l'attuale incertezza sui reali effetti a medio e lungo termine dei campi elettromagnetici sulla salute umana hanno reso indispensabile una regolamentazione chiara ed efficace in materia di inquinamento elettromagnetico. La nuova disciplina approvata dal Governo nel febbraio del 2001, si pone come obbiettivo primario proprio quello di regolamentare il problema dell'inquinamento elettromagnetico in tutti i suoi aspetti, sulla base dell'ormai consolidato principio di cautela, nell'attesa che la comunità scientifica possa finalmente dare risposte certe sull'interazione dei campi elettromagnetici con la salute umana.

L'emanazione del DM 381/98 sui tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana ha avuto un effetto dirompente dal punto di vista della sensibilizzazione dell'opinione pubblica al problema dell'elettrosmog, in quanto sono stati introdotti per la prima volta a livello europeo limiti di esposizione differenziati, intesi come *valori massimi di esposizione*, *soglie di attenzione* per gli effetti a lungo termine ed *obbiettivi di qualità*. Questa impostazione ha reso evidente come il problema dell'inquinamento elettromagnetico debba essere affrontato sulla base di una attenta pianificazione delle nuove installazioni e di una altrettanto approfondita analisi della situazione già esistente. Il DM 381/98 limita però il suo campo di azione ai soli impianti fissi per telecomunicazioni, lasciando quindi "scoperta" un'ampia parte di installazioni e sorgenti di inquinamento elettromagnetico. Il DPCM 23/04/92 sugli elettrodotti, d'altra parte, si basa su limiti di esposizione divenuti ormai obsoleti, alla luce dei risultati delle ultime indagini scientifiche sull'esposizione prolungata a campi elettrici e magnetici a bassa frequenza.

La nuova disciplina in materia di inquinamento elettromagnetico è una "legge quadro" e, come tale, si pone come obiettivo principale quello di stabilire una struttura normativa, per la definizione, la verifica e il controllo dei requisiti generali che devono essere soddisfatti per la tutela della salute pubblica rispetto alle radiazioni non ionizzanti (Elettrosmog). La legge ha per oggetto le emissioni elettromagnetiche nell'arco di frequenze che va da 0 Hz fino a 300 GHz. Seguendo l'impostazione già attuata nel DM 381/98 sui tetti di radiofrequenza, definisce i concetti di limiti di esposizione, valori di

attenzione e obiettivi di qualità. La vera fisionomia della legge quadro sarà però definita da decreti di attuazione successivi, che avranno il compito di determinare numericamente i limiti di esposizione ed i criteri di pianificazione delle installazioni e di eventuali risanamenti: sarà quindi nel testo di questi decreti che bisognerà ricercare i connotati di restrittività della legge. Non è quindi del tutto giustificato l'entusiasmo di molti che hanno accolto lo stadio finale di questo provvedimento come la prova e la dimostrazione che l'Italia abbia adottato una legislazione che soddisfa a criteri molto avanzati e restrittivi rispetto agli altri paesi europei. Nel testo della legge quadro non si fa ancora riferimento a valori di limite espressi in quantità misurabili, e questo non vale neanche per i valori di attenzione, né, tantomeno, per gli obiettivi di qualità. Sarà piuttosto nei provvedimenti attuativi previsti dalla nuova disciplina che si dovrà ricercare la definizione di questi valori e il confronto rispetto alla legislazione straniera e alla letteratura tecnica e medica in materia di prevenzione dei rischi per la salute.

4.5.1 Conclusioni

Il panorama normativo nazionale ed internazionale sull'esposizione umana a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ha subito negli ultimi tempi una forte evoluzione, che è destinata a proseguire almeno finché non saranno finalmente fornite certezze scientifiche sull'effettivo grado di pericolosità dell'inquinamento elettromagnetico in tutti i suoi aspetti, sia ambientali che sanitari.

La pubblicazione della legge quadro ha dato il via al calendario dei provvedimenti attuativi e allo sviluppo della struttura che il testo legislativo prevede.

Molte discipline a livello locale (leggi regionali, regolamenti comunali, ecc.) dovranno essere riviste ed adeguate alla luce dei nuovi requisiti imposti dalla legge quadro.

I provvedimenti di regolamentazione della installazione e di redazione dei piani di risanamento degli impianti, si dovranno occupare di un numero molto elevato di situazioni di tipo molto vario. Sono decine di migliaia le antenne che irradiano programmi radiotelevisivi e canali di telefonia mobile. E moltissimi sono ancora i luoghi interessati dai percorsi degli elettrodotti che si estendono in Italia con circa ventimila km di linee in alta tensione. Circa duecentocinquantamila sono le cabine elettriche di distribuzione dell'ENEL indagate come fonti di elettrosmog.

Insieme ai decreti sui limiti per la popolazione e per i lavoratori, è sul decreto che riguarda l'etichettatura dei prodotti che si sono definite le maggiori sanzioni di punizione degli illeciti, e si appunteranno le attenzioni del pubblico, delle associazioni sindacali e dei consumatori. Le necessità di raccolta e organizzazione dei dati che formeranno il catasto nazionale, quelli regionali e gli obblighi di etichettatura che abbiamo appena illustrato, si trascinano dietro la necessità di prove e misure e, di seguito, la richiesta di certificazioni e verifiche. Sulle misure e sulle certificazioni si concentreranno probabilmente gli sviluppi futuri di questo settore.

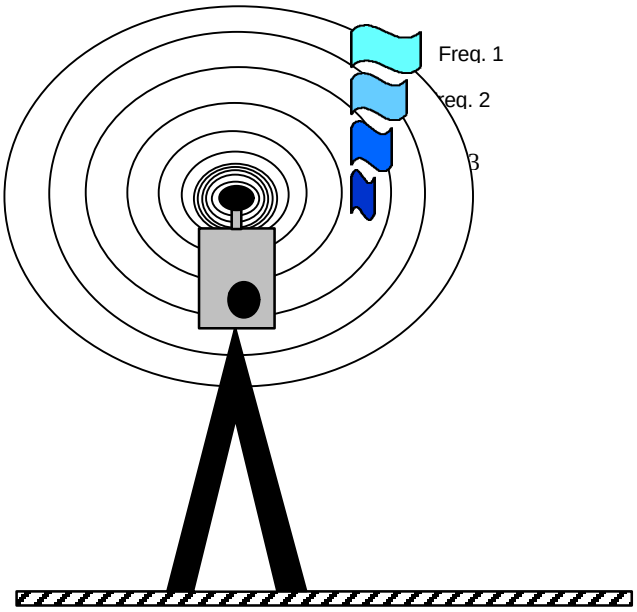
5 Come si misurano i campi elettromagnetici in relazione all'esposizione umana

Il problema dell'inquinamento elettromagnetico ambientale, come evidenziato nei paragrafi precedenti, ha assunto di recente una rilevanza sempre maggiore, a causa della massiccia diffusione dell'elettronica e delle tele-radio-comunicazioni in tutti i settori tecnologici e dell'ipotesi paventata da alcuni studi epidemiologici sui possibili effetti, anche a lungo termine, dell'esposizione ai campi elettromagnetici sulla salute umana. È divenuto pertanto molto importante conoscere con precisione a quali livelli di campo elettromagnetico e a quali frequenze la popolazione ed i lavoratori sono quotidianamente esposti.

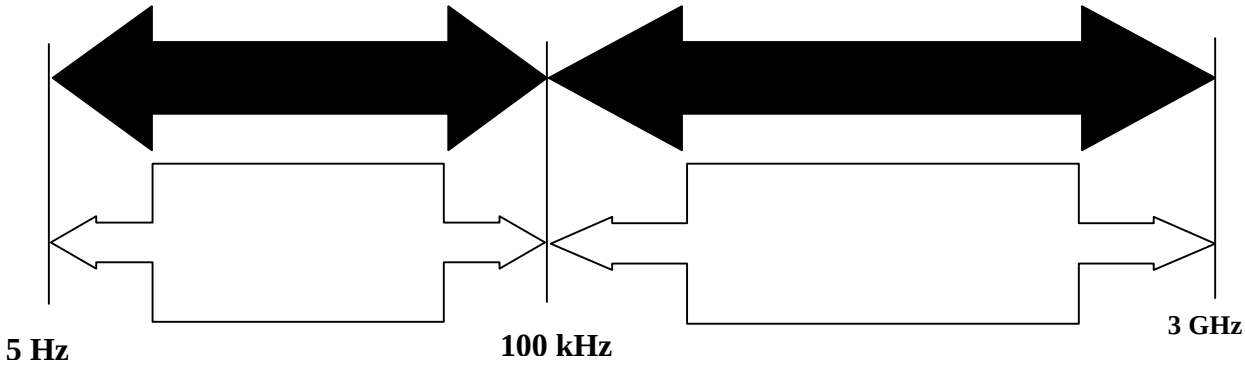
La misura dell'intensità dei campi elettromagnetici relativamente all'esposizione umana è una disciplina che negli ultimi tempi ha avuto forti sviluppi, sia dal punto di vista dei requisiti della strumentazione da utilizzare che da quello delle metodologie di prova. Come già evidenziato, di origine più remota nel tempo sono invece le tecniche di misura delle emissioni elettromagnetiche delle apparecchiature elettriche ed elettroniche dal punto di vista delle interferenze elettromagnetiche. Queste metodologie di misura sono molto importanti, in quanto forniscono il back-ground tecnologico e metodologico anche alle misure di elettrosmog, con le dovute proporzioni ed adattamenti.

Scopo delle misurazioni di distribuzione del campo elettromagnetico è quello di evidenziare alcune situazioni tipiche di esposizione della popolazione e dei lavoratori ai campi elettromagnetici in altrettanti ambienti particolarmente rappresentativi dal punto di vista dell'esposizione del corpo umano, in accordo con le normative europee sperimentali in materia. In particolare, il riferimento è rappresentato dalle norme europee sperimentali ENV 50116-1 (recentemente sostituita in Italia dalla Guida CEI 211-6) per la bassa frequenza (0-10kHz) e ENV 50166-2 (recentemente sostituita in Italia dalla Guida CEI 211-7) per l'alta frequenza (10 kHz-300GHz), che contengono il dettaglio delle analisi tecniche da effettuare sull'esposizione delle persone ai campi elettromagnetici. A livello nazionale, costituiscono documenti di riferimento per l'esecuzione delle misure anche le "Linee guida interpretative per l'applicazione del DM/381/98" e le linee guida dell'ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione Ambientale)

5.1 Misure a banda larga



Le misure in banda stretta servono per valutare il contributo complessivo delle onde elettromagnetiche presenti in un determinato ambiente in un ampio range di frequenze. Gli strumenti utilizzati sono in grado di fornire, in un'unica indicazione numerica, la quantificazione dell'intensità dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici indipendentemente dalla frequenza a cui ogni componente oscilla, facendone automaticamente la somma vettoriale. In questo modo è possibile, senza avere indicazioni relative ai contributi delle sorgenti alle varie frequenze dello spettro, valutare l'intensità del campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico *complessivo* in un ampio spettro di frequenze. I sensori utilizzati per questo tipo di misura sono calibrati per un ben preciso campo di frequenza e possono essere sensibili alla componente elettrica, a quella magnetica o ad entrambe. Le sonde devono essere posizionate nella zona di indagine e collegate al dispositivo di lettura attraverso fibre ottiche che consentono all'operatore di allontanarsi dal punto di misura per evitare possibili alterazioni del campo.



5.2 Misure a banda stretta

Le misure in banda stretta hanno lo scopo di esaminare il livello di campo elettromagnetico per ogni valore di frequenza. Le misure presuppongono l'utilizzo di antenne selettive cioè capaci di ricevere segnali elettromagnetici e tradurli in segnali elettrici in un ampio spettro di frequenze. L'analizzatore di spettro è uno strumento che viene collegato all'uscita dell'antenna ricevente e visualizza il contributo al campo elettromagnetico complessivo fornito dai campi elettromagnetici ad ogni singola frequenza con passi di scansione ridotti e risoluzioni anche molto elevate. Analogamente, può essere utilizzato un ricevitore di segnali, che esegue una scansione di tutto lo spettro di frequenze e registra, per ciascun valore, il campo rilevato dall'antenna.

Le misure in banda stretta richiedono, come si è visto, strumentazione e metodi di misura più complessi rispetto alle misurazioni in banda larga, ma sono indispensabili nel caso in cui, evidenziato un problema su un ampio spettro di frequenze (con una misura in banda larga), divenga indispensabile individuare con precisione la frequenza o le frequenze di emissione di una determinata sorgente.

5.3 Misure di compatibilità elettromagnetica

Le metodologie di misura utilizzate nelle valutazioni di compatibilità elettromagnetica sono in assoluto le più complesse, sia dal punto di vista della strumentazione necessaria che da quello delle metodologie di prova. La misura delle emissioni irradiate dalle apparecchiature è simile alla misura in banda stretta per i campi ambientali, ma richiede in aggiunta la disponibilità di ambienti completamente "puliti" dal punto di vista elettromagnetico (camere anecoiche). Le metodologie di misura sono ampiamente dettagliate dalla normativa tecnica e comprendono i metodi e gli strumenti per verificare tutti i molteplici aspetti, sia di emissione (irradiata e condotta) che di suscettibilità (irradiata e condotta), delle apparecchiature elettriche ed elettroniche.

5.4 Modelli previsionali

Un altro modo per valutare comuni situazioni di esposizione è quello di utilizzare modelli previsionali. Tali metodi si basano su simulazioni numeriche semplificate della propagazione delle onde elettromagnetiche nello spazio per le varie tipologie di sorgenti. I risultati ottenuti con tali metodi non possono essere ritenuti sostitutivi delle misure, ma possono certamente essere significativi per inquadrare l'ordine di grandezza dei campi elettromagnetici in molte condizioni di esposizione.

6 Situazioni di esposizione

Come abbiamo già avuto modo di evidenziare, le situazioni di esposizione ai campi elettromagnetici possono avere le origini più svariate, sia in ambito residenziale che in ambito lavorativo. Nel seguito è riportata una panoramica su varie condizioni di esposizione in diverse tipologie di ambiente. Nella sezione dedicata alle "Domande Frequenti", si possono trovare maggiori dettagli relativamente a particolari situazioni espositive.

6.1 Campi elettromagnetici in ambiente residenziale e dell'industria leggera

Le recenti indagini sui livelli di esposizione a campi elettromagnetici in ambiente residenziale, evidenziano sostanziali differenze tra i valori misurabili nei centri altamente urbanizzati rispetto alle aree rurali o extraurbane.

Passeggiando per le vie del centro di una grande città, ad esempio, è ragionevole attendersi di essere esposti a livelli di campo elettromagnetico di 1 – 3 V/m a radio-frequenza (con punte di 8-10 V/m.), e a livelli

di induzione magnetica a 50 Hz di 0.1, - 0.5 μT (con punte di 1 – 2 μT).
Anche durante una piacevole passeggiata in campagna, tuttavia, possono presentarsi situazioni di esposizione a campi elettromagnetici, apparentemente imprevedibili. La distribuzione di energia elettrica avviene infatti tramite l'innalzamento dei valori di tensione (linee a media ed alta tensione) su elettrodotti che corrono principalmente nelle aree extraurbane; prima di venire distribuita nei centri urbanizzati con linee a media tensione (MT: 15.000 – 20.000 V) e bassa tensione (BT: 230 – 400V), l'energia elettrica viene infatti trasportata per lunghe distanze con valori di tensione maggiori (alta tensione 132.000 – 400.000 V) e valori di corrente minori. Limitatamente alle frequenze caratteristiche della distribuzione elettrica (50 Hz), gli elevati valori di tensione sono responsabili dell'innalzamento della componente elettrica del campo elettromagnetico complessivo a frequenze estremamente basse, mentre gli alti quantitativi di corrente che percorre le linee sono responsabili dell'aumento della componente magnetica del campo.

6.1.1 Prescrizioni normative specifiche – ambiente residenziale

Dal punto di vista normativo, per l'ambiente residenziale ed in generale per i soggetti "non professionalmente esposti", valgono le discipline già citate nel cap. 5. Vale la pena di sottolineare come, a seconda della regione e del comune di residenza, possano essere in vigore discipline locali relative principalmente a vincoli urbanistici particolari per le installazioni per radio-telecomunicazioni e per gli elettrodotti.
I documenti normativi a cui fare riferimento per l'ambiente residenziale sono pertanto:

- DPCM 23/04/92
- DM 381/98
- Legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico n° 36/2001 e relativi decreti di attuazione
- Eventuali leggi regionali e regolamenti locali

6.1.2 Cosa fare per valutare la propria esposizione ai CEM

Anche se non esistono leggi specifiche che obblighino i gestori delle installazioni fisse a effettuare le misurazioni in ambito privato, le procedure di autorizzazione che devono essere seguite dai gestori per installare sorgenti fisse per radio-telecomunicazioni prevedono il calcolo dei valori di campo che si potrebbero rilevare nelle abitazioni situate in prossimità. Anche l'esame della documentazione che deve essere in questo modo prodotta può consentire di valutare i possibili livelli di esposizione nelle aree in prossimità di sorgenti fisse. Diverso è il discorso se si vuole valutare la propria esposizione ai campi elettromagnetici dovuta all'utilizzo personale di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

<u>A chi rivolgersi</u>

Se si hanno motivi per temere che i livelli di campo elettromagnetico a cui si è esposti possano in qualche modo raggiungere valori preoccupanti, la cosa migliore è fare eseguire delle misure strumentali. La via "istituzionale" prevede di rivolgersi alle ARPA locali (o all'ANPA), ai PMP, alle AASSLL o all'ISPESL. È possibile anche rivolgersi a strutture private che abbiano una comprovata esperienza nel campo delle misurazioni elettromagnetiche e che siano dotate di strumentazioni calibrate e certificate.

<u>Cosa chiedere</u>

Prima di richiedere le misurazioni è sempre buona norma documentarsi sul problema dell'inquinamento elettromagnetico. È bene infatti informarsi sulle caratteristiche delle possibili sorgenti di campi elettromagnetici che si vogliono esaminare e a quali

frequenze potrebbero verificarsi problemi di esposizione. Si tenga presente che le misurazioni sono generalmente piuttosto costose in quanto richiedono la disponibilità di strumentazione sofisticata e personale qualificato.

Modelli previsionali

È possibile anche utilizzare alcuni software di calcolo previsionale dell'esposizione. Tale metodo non può essere sostitutivo delle misurazioni strumentali, ma può comunque fornire utili indicazioni sugli ordini di grandezza dei campi elettromagnetici che ci si può aspettare di trovare in un'ampia casistica di situazioni di esposizione.

6.2 Campi elettromagnetici in ambiente di lavoro

In ambiente di lavoro possono presentarsi svariate situazioni di esposizione ai campi elettromagnetici, talvolta anche difficilmente prevedibili. Soprattutto negli insediamenti produttivi dove alte richieste di energia elettrica si concentrano in spazi relativamente limitati, possono verificarsi situazioni espositive da valutare attentamente. Si pensi ad esempio ai locali nelle immediate vicinanze delle cabine di trasformazione dell'energia elettrica, o alle zone nelle quali passano le dorsali delle linee elettriche di forza motrice: anche se non ci si trova nelle immediate vicinanze di fonti di emissione elettromagnetica, quali grandi macchinari elettrici, sistemi di elettronica di potenza, quadri elettrici, ecc. si possono comunque presentare situazioni di esposizione rilevanti. Anche i locali dove sono presenti solo apparecchiature da ufficio o per tecnologia dell'informazione (a breve distanza dalle quali l'esposizione a campi elettromagnetici diventa trascurabile), potrebbero trovarsi nelle vicinanze di significative fonti di emissione, quali le linee elettriche di potenza, le cabine di trasformazione, i grandi motori elettrici, ecc.

In linea generale, tutte le postazioni di lavoro che si trovano a breve distanza dalle apparecchiature, impianti o sistemi elencati di seguito, potrebbero potenzialmente essere interessate da esposizioni a campi elettromagnetici significative:

- Cabina di trasformazione dell'energia MT-BT e grandi trasformatori elettrici in genere
- Linee interne di distribuzione di energia
- Quadri elettrici di potenza
- Macchine o motori elettrici di elevata potenza
- Elettronica industriale (azionamenti elettrici di potenza)
- Sistemi di telefonia e comunicazione interni (cordless, rice-trasmittenti, ecc.)
- Forni o macchine per il trattamento termico dei materiali ad induzione elettromagnetica
- Saldatrici e puntatrici (diatermia, macchine a rottura dielettrico, ecc.)
- Macchine utensili (torni, frese, trapani, ecc.)

È evidente da quanto sopra quanto difficoltoso sia il problema della definizione, prevista a livello normativo, dei lavoratori "professionalmente esposti"

6.2.1 Prescrizioni normative specifiche – ambiente di lavoro

In ambiente di lavoro, la normativa di sicurezza a cui fare riferimento, anche per il problemi di esposizione ai campi elettromagnetici, è il D.Lgs. 626/94, che rappresenta in un certo senso la disciplina "madre" della sicurezza in ambiente di lavoro. Il suo testo contiene il riferimento generico a tutti i rischi che possono manifestarsi nell'ambito lavorativo, comprendendo quindi anche il rischio elettromagnetico. I documenti tecnico-normativi a cui è utile riferirsi in ambiente di lavoro sono i seguenti:

- D. Lgs. 626/94
- norme sperimentali sugli esposti ai CEM (CEI ENV 50166-1 e CEI ENV 50166-2)
- direttive europee sui macchinari (89/336, 89/392, ecc.) e relative leggi di attuazione italiane (D.Lgs 472/96, DPR 459/96, ecc.)
- caratterizzazione elettromagnetica delle macchine (norma tecnica EN 12198)
- legge quadro elettrosmog n° 36/2001+ decreti attuativi

6.2.2 Valutazione del rischio in ambito industriale

In ogni ambiente di lavoro devono essere valutati accuratamente tutti i rischi che i lavoratori possono correre nello svolgimento delle proprie mansioni e devono essere presi opportuni provvedimenti per garantire sempre il massimo livello di sicurezza nei confronti di tutti i possibili agenti di rischio. Solo recentemente i pericoli derivanti dall'esposizione a campi elettromagnetici in ambiente di lavoro sono stati considerati alla stregua di altri fattori di rischio.

Normativa	Cosa impone	A Chi
D.Lgs. 626/94	analisi di tutti i rischi (quindi anche quello elettromagnetico)	datore di lavoro
DPR 459/96	analisi di tutti i rischi delle macchine	costruttore

D. Lgs. 626/94

Il documento di analisi dei rischi deve contenere anche la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici quale nuovo fattore di rischio alla luce dei più recenti studi sugli effetti a lungo termine: l'analisi dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici costituisce una parte integrante del documento di valutazione del rischio, alla stregua di altre relazioni tecniche obbligatorie, quali ad esempio la valutazione fonometrica.

Direttiva Macchine (DPR 459/96)

Ogni macchinario industriale, corredato di marcatura CE, deve essere sottoposto a tutte le verifiche necessarie per l'accertamento della sua conformità ai requisiti essenziali di sicurezza stabiliti dalla Comunità europea attraverso le norme tecniche armonizzate. Queste ultime rappresentano gli strumenti normativi per inquadrare numericamente tutti i rischi che l'utilizzo di un macchinario apparecchiatura od impianto può comportare per gli operatori.

La Direttiva Europea 89/392/CEE (98/37/CEE) delle macchine può essere assimilata al D.Lgs. 626/94 per l'intero ambiente di lavoro: l'insieme delle macchine fa parte integrante del posto di lavoro ed ogni macchinario o impianto costituisce un elemento costruttivo dell'ambiente di lavoro, che contribuisce alla definizione dell'ambiente elettromagnetico (esattamente come contribuisce, ad esempio, alla rumorosità dell'ambiente). Nel complesso delle norme tecniche armonizzate relative alle macchine è stata recentemente inserita la norma tecnica sulla caratterizzazione elettromagnetica delle macchine dal punto di vista del rischio elettromagnetico per gli operatori (EN 12198): quest'ultimo è pertanto divenuto a tutti gli effetti un rischio (anche in relazione al principio di cautela) riconosciuto a livello europeo, alla stregua di moltissimi altri agenti di rischio chimici, fisici e biologici.

A rigore di legge, un modo per dimostrare la conformità di una macchina è quello di costruirne il Fascicolo Tecnico di Costruzione, che contiene tra l'altro "*tutti i rapporti di misura e le relazioni tecniche*" necessarie a dimostrare la conformità della macchina ai requisiti essenziali di sicurezza.

7 Conclusioni

Il fenomeno dell'inquinamento elettromagnetico, al pari di altre forme "tecnologiche" di inquinamento come quello atmosferico, quello luminoso e quello acustico, è una conseguenza del progresso tecnologico nei più svariati settori, dall'energia alle telecomunicazioni, dall'informatica all'automazione. Non esistono ancora risposte certe e definitive sull'effettiva pericolosità per la salute e per l'ambiente dell'inquinamento elettromagnetico, ma certamente l'elettrosmog è un fenomeno con cui avremo a che fare in maniera sempre più accentuata, sia in ambito residenziale che in ambito lavorativo. Il controllo delle emissioni elettromagnetiche, la loro valutazione e soprattutto la conoscenza e la corretta percezione del fenomeno costituiranno le armi principali con cui potremo far fronte al problema dell'elettrosmog, nell'attesa di avere risposte certe e rigorose dalla comunità scientifica internazionale sull'effettiva pericolosità del fenomeno.

8 DOMANDE FREQUENTI (FAQ)

8.1 All'aperto e in ambiente residenziale

8.1.1 TELEFONI CELLULARI

È vero che il telefonino fa male alla salute a causa delle emissioni di onde elettromagnetiche?

R:

È ormai da tempo che il problema della nocività dei telefonini viene ampiamente dibattuto in diverse sedi. Non esistono ancora dati certi ed inconfutabili sull'effettiva pericolosità del telefonino per i suoi possibili effetti a lungo termine. Quello che si può affermare con certezza è che in prossimità dell'antenna del telefonino e limitatamente a pochi centimetri di distanza (3 – 5 cm), l'intensità del campo elettrico a 900, 1800 e prossimamente 2400 MHz (tali sono le frequenze utilizzate per la telefonia cellulare) è piuttosto elevata. L'utilizzo prolungato del cellulare in fase di comunicazione e con l'antenna vicina al padiglione auricolare comporta certamente un surriscaldamento dei tessuti esposti al campo (si tratta di microonde esattamente simili a quelle generate all'interno dei forni a microonde). Tale fenomeno è un *effetto acuto* in quanto si manifesta contestualmente all'esposizione. Non sono ancora stati dimostrati effetti diversi, anche se l'ormai consolidato principio di cautela suggerisce di limitare il più possibile l'esposizione. Sono pertanto raccomandabili semplici precauzioni (per lo più di tipo comportamentale) quali l'utilizzo dell'auricolare tenendo il telefonino lontano dal corpo, la limitazione della durata delle conversazioni, l'allontanamento dell'antenna anche di pochi centimetri dall'orecchio, ecc.

Per motivi di lavoro debbo utilizzare per più di tre ore al giorno in conversazione il telefono cellulare. Che rischi posso correre?

R:

Se è necessario utilizzare il telefono cellulare per lunghe conversazioni, è buona norma dotarsi di un dispositivo auricolare. L'esposizione ai campi elettromagnetici emessi dal telefonino è infatti molto localizzata e concentrata in prossimità dell'antenna dell'apparecchio. L'uso prolungato causa certamente un surriscaldamento dei tessuti prossimi al padiglione auricolare. Lo stesso effetto può manifestarsi, se si tiene il telefonino alla cintola, nei tessuti direttamente a contatto con l'antenna. Durante lunghe conversazioni sarebbe quindi opportuno utilizzare l'auricolare e tenere il cellulare in mano a qualche decina di centimetri dal corpo o su un piano d'appoggio.

È vero che il telefonino emette onde elettromagnetiche anche quando è spento o in stand-by?

R:

L'emissione del telefonino in posizione di attesa (stand-by)è praticamente nulla. Solo a intervalli piuttosto lunghi, viene inviato un breve segnale di "presenza" nella rete, con emissioni comunque molto limitate. L'assenza completa di emissioni si ha invece con il cellulare spento.

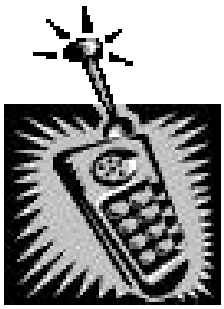
Ho acquistato un dispositivo da applicare sull'antenna del telefonino cellulare che, a detta del costruttore, annulla le emissioni elettromagnetiche. Posso stare tranquillo?

R:

Molti dei dispositivi che vengono pubblicizzati come capaci di abbattere le emissioni dei telefonini celano un grave difetto di fondo: se fossero veramente in grado di eliminare le onde emesse dal telefonino, lo renderebbero inutilizzabile. Ricordiamo infatti che l'emissione di onde elettromagnetiche è indispensabile per il funzionamento del cellulare. Suggeriamo quindi di non fidarsi di tali dispositivi, in quanto è stato ampiamente dimostrato che la riduzione dell'esposizione ai campi elettromagnetici emessi da telefonino è assolutamente inesistente.

Esistono telefonini che emettono meno onde elettromagnetiche rispetto ad altri?

R:



I livelli di campo elettromagnetico che si possono misurare in prossimità dell'antenna (sia essa interna o esterna all'involucro) di un generico telefonino sono direttamente proporzionali alla potenza che lo stesso impiega nella trasmissione dei segnali. I telefoni della "vecchia" generazione (es. sistema di trasmissione analogico TACS) utilizzano potenze dell'ordine di 1-1.5 W ed il campo elettrico rilevabile a 3 cm di distanza dall'antenna può raggiungere i 200 V/m di intensità. Il sistema digitale GSM ha consentito di ridurre

leggermente la potenza necessaria per stabilire la comunicazione con la cella di copertura del segnale (0.6 – 1W). I nuovi sistemi UMTS, poi, proseguiranno questa tendenza e ridurranno ulteriormente la potenza di trasmissione necessaria dei nuovi telefonini (0,5 W).

Il campo elettrico tipico in prossimità di un antenna di un cellulare GSM varia da 20 a 120 V/m durante la comunicazione, con le punte massime nella fase di connessione, a seconda della potenza impiegata. I nuovi telefonini sono in grado di regolare la potenza trasmessa in funzione delle varie fasi di funzionamento: la massima potenza è erogata solo per stabilire la comunicazione nelle zone con scarsa copertura di segnale.

Le case costruttrici di telefonini, negli ultimi tempi hanno riposto sempre maggiore attenzione al problema dell'esposizione locale di alcune parti del nostro corpo alle onde elettromagnetiche. In particolare sono in corso di sviluppo soluzioni tecnologiche tendenti ad evitare la concentrazione di campo in prossimità dell'orecchio cui si appoggia il cellulare, attraverso particolari disegni di schermature e di diagrammi di irradiazione delle antenne utilizzate nei nuovi telefonini.

Se utilizzo il telefonino in automobile, corro maggiori rischi di esposizione alle onde elettromagnetiche?

R:

Come accennato nella precedente risposta, i livelli di emissione a pochi centimetri dall'antenna di un telefonino sono legati alla potenza che il telefonino impiega per stabilire la connessione (e per mantenerla) con il segnale esterno. La scocca dell'automobile costituisce uno schermo parziale soprattutto per il segnale della rete cellulare proveniente dall'esterno: spesso la ricezione del cellulare (segnali di copertura) è inferiore all'interno dell'abitacolo e questo costringere il telefonino ad aumentare fino al suo limite la potenza in antenna aumentando conseguentemente anche i valori di campo. Non sono invece importanti i fenomeni di riflessione della scocca dell'auto, in quanto le superfici vetrate non costituiscono superfici riflettenti, ma sono totalmente trasparenti alle onde elettromagnetiche. È comunque sempre raccomandabile in auto utilizzare l'auricolare o il sistema viva-voce (che sposta l'antenna all'esterno dell'abitacolo). In tal modo si riducono, oltre ai problemi di esposizione ai campi elettromagnetici, anche gli altri problemi legati alla sicurezza della guida.

È meglio utilizzare telefoni con l'antenna estraibile o con l'antenna interna? Come mai quasi nessuno dei nuovi telefoni ha l'antenna estraibile?

R:

L'antenna estraibile consente normalmente di allontanare, pur se di pochi centimetri, la sorgente di emissioni elettromagnetiche dal padiglione auricolare. L'estrazione dell'antenna consente quindi di utilizzare il telefonino in conversazione con la fonte principale di emissioni ad una distanza sufficiente per limitare considerevolmente l'esposizione. Negli apparecchi con l'antenna interna sono sempre più spesso adottate soluzioni che schermano il campo nel lato in direzione della tastiera e dell'altoparlante dello stesso telefono: il campo emesso dal lato che si appoggia all'orecchio è inferiore a quello misurabile sul lato opposto. In tal modo,

anche i telefonini che non hanno l'antenna estraibile riducono comunque l'emissione verso il padiglione auricolare dell'utilizzatore, riducendo l'ingombro complessivo dell'apparecchio.

Ho sentito dire che l'uso dell'auricolare per il telefono cellulare non elimina il problema dell'esposizione alle onde elettromagnetiche emesse dal telefonino, ma che addirittura le amplifica. È vero?

R:

La notizia comparsa qualche tempo fa a tale proposito è stata dimostrata priva di fondamento: tecnicamente, infatti, non possono esistere problemi di amplificazione dei campi da parte di un auricolare (che non è altro che un filo elettrico), a meno che non ci siano gravi difetti costruttivi del telefonino (tali da collegare l'uscita dell'auricolare al sistema d'antenna trasmittente). Il campo che si può misurare in prossimità dell'auricolare risulta anche di 100 volte inferiore a quello registrabile in prossimità dell'antenna.

Sono un portatore di pace-maker: corro rischi se utilizzo il cellulare?

R:

Gli stimolatori cardiaci (pace-maker) sono dei dispositivi elettronici che generano piccoli impulsi applicati alle pareti cardiache per regolarizzare il battito. La classificazione di tali apparecchi è quella di "dispositivi elettromedicali impiantabili attivi": si tratta di piccoli generatori elettronici (elettrostimolatori) che possono subire interferenze da campi elettromagnetici esterni. I livelli di immunità ai campi elettromagnetici di tali apparecchiature sono in realtà molto elevati, il che significa che sono necessari campi di forte intensità per provocarne il malfunzionamento. È però evitare di sottoporsi a campi elettromagnetici di intensità elevate, quali sono quelli, ad esempio, nelle immediate vicinanze dell'antenna del telefono cellulare in comunicazione: è assolutamente raccomandabile, per i portatori di pace-maker, non tenere il cellulare in prossimità del torace sul lato sinistro.

8.1.2 IN PROSSIMITÀ DI INSTALLAZIONI FISSE

Corro rischi per la salute quando rimango per qualche ora nel mio orto in campagna con un ripetitore per telefonia cellulare a circa 50 metri di distanza?

R:

Una stazione radio base (SRB) per telefonia cellulare, per poter essere installata da parte dei gestori, deve essere conforme alle normative vigenti in materia e soprattutto deve rispettare i requisiti del D.M. 381/98, che stabilisce i limiti di attenzione e gli obbiettivi di qualità in termini di livelli di campi elettromagnetici compatibili con la salute umana. Normalmente, il "parallelepipedo di rispetto", ovvero il volume immaginario intorno all'antenna trasmittente, all'interno del quale sussistono livelli di campo superiori ai limiti di attenzione del DM 381/98, ha dimensioni che non superano, nella direzione di massimo irraggiamento (ovvero proprio nella direzione del fascio principale di emissione) la trentina di metri. A 50 m di distanza non si rilevano, di norma, valori di campo superiori ai limiti. È molto importante anche la posizione relativamente all'antenna: ad esempio, proprio sotto il palo che la sostiene, normalmente, il campo è piuttosto basso, così come basso può essere in alcune precise angolazioni rispetto alla direzione di massima irradiazione (in funzione del diagramma di irradiazione ovvero della forma del fascio di "illuminazione" del sistema d'antenna). È bene comunque verificare tali valori, soprattutto se ci si trova di fronte ad un'antenna multifunzionale in cui sono montate anche antenne di ripetizione e diffusione di segnali radio- TV oltre alle antenne per telefonia cellulare. Allo stesso modo, è bene verificare che nei dintorni non vi siano altre installazioni simili che potrebbero dare un significativo contributo all'innalzamento dei livelli di esposizione.

Le misurazioni sono il metodo più sicuro per valutare l'effettiva esposizione ai campi elettromagnetici e possono essere richieste alle agenzie regionali di protezione ambientale (ARPA), alle AASSLL o all'ISPESL, oppure a strutture private di comprovata esperienza in materia di misurazioni elettromagnetiche.

Esistono problemi di esposizione a campi elettromagnetici quando vado con la mia famiglia a passeggiare in collina (a breve distanza ci sono ripetitori radio e TV)

R:

Spesso sulle colline nelle vicinanze dei grandi centri urbani sono installati i sistemi di ripetizione e diffusione dei segnali radio-TV che forniscono la copertura di segnale radio-televisivo all'intero centro urbano. È inoltre possibile trovare in tali zone le parti terminali degli elettrodotti di distribuzione in alta tensione che portano energia alla città. Può pertanto succedere di trovarsi in zone particolari in cui i campi elettromagnetici risultano ben più elevati di quelli presenti negli stessi centri urbani. È bene quindi non sostare per periodi prolungati né in prossimità di antenne con ripetitori per radio-telecomunicazioni, né in prossimità o sotto le campate di

grandi elettrodotti. Per questi ultimi è sufficiente allontanarsi anche di poche decine di metri per non risentire del campo elettromagnetico da essi generato, mentre per i ripetitori radio-TV e per telefonia cellulare, è raccomandabile non sostare a lungo entro qualche decina di metri di distanza.

Sono esposto a campi elettromagnetici elevati quando in auto attraverso i caselli autostradali dotati di sistema "telepass"?

R:

Il sistema di pagamento dei pedaggi autostradali "telepass" basa il suo funzionamento sul riconoscimento di dati trasmessi da un piccolo rice-trasmettitore montato a bordo dei veicoli (che trasmette solo durante i passaggi al casello) ed un altro sistema rice-trasmettitore che è in posizione fissa nei caselli stessi. Lo scambio di dati avviene con un sistema di trasmissione ad alta frequenza ed i campi che vengono generati sono di una certa intensità (3- 10 V/m). È però da sottolineare come le esposizioni siano di durata molto limitata nel tempo e parzialmente schermate dall'abitacolo dell'auto. Non sono pertanto rilevabili campi di forte intensità nel passaggio sotto le colonnine telepass e conseguentemente non possono presentarsi problemi per la salute, date le "dosi" minime di campi a radio-frequenza a cui si può essere esposti.

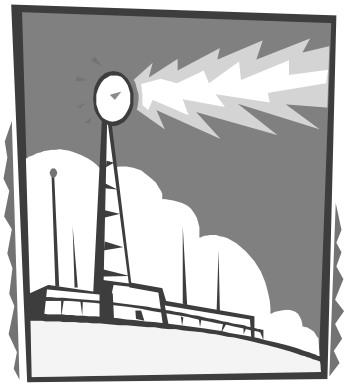
Passando in auto in talune zone della mia città mi accorgo, attraverso l'autoradio, di ricevere segnali particolarmente disturbati (fruscii, interferenze di altri canali radio, assenza totale di segnale, ecc.) Nella stessa zona, talvolta non funziona il telecomando per l'apertura del cancello. Alcuni vicini lamentano l'innesco dei dispositivi antifurto senza apparente motivo. Può trattarsi di problemi legati ai campi elettromagnetici?

R:

Il caso proposto è significativo di una situazione piuttosto critica dal punto di vista dell'esposizione ai campi elettromagnetici. È il caso tipico di centri abitati situati nelle alture di grandi città dove sono installati la gran parte dei sistemi ripetitori televisivi e radiofonici, che, nelle immediate vicinanze, generano livelli di campi elettromagnetici significativi. Tale situazione diventa anche percepibile a causa di fenomeni di interferenza dei segnali elettromagnetici: il segnale trasmesso da un telecomando per apertura dei cancelli è esso stesso un segnale radio (normalmente alla frequenza di circa 433 MHz): a tali frequenze possono esserci segnali spuri di trasmissioni radio-televisive che interferiscono con i telecomandi. Per lo stesso motivo possono venire intempestivamente attivati i dispositivi che utilizzano rice-trasmettitori a corto raggio d'azione.

Abito in prossimità degli impianti di una stazione radio in FM con grandi antenne visibili dalle mie finestre. Molto spesso mi capita di sentire il segnale della radio anche attraverso gli altoparlanti del mio impianto hi-fi spento o dal citofono. A parte le fastidiose interferenze, possono esserci pericoli anche per la salute?

R:



I sistemi di diffusione radiofonici utilizzano molto spesso potenze irradiate piuttosto elevate (dal centinaio di watt a qualche kilowatt) per aumentare le aree di copertura del segnale trasmesso ed emettono segnali a frequenze da qualche MHz al centinaio di MHz (i sistemi in modulazione di frequenza FM trasmettono su frequenze da 88 a 108 MHz). Nelle vicinanze (fino a qualche centinaio di metri) dei sistemi di trasmissione, possono registrarsi valori campo elettrico a tali frequenze rilevanti (eclatante è il recente caso dei trasmettitori di una stazione radio di Città del Vaticano). Tali segnali possono essere captati anche da circuiti "non intenzionali" ed è per questo motivo che possono essere sentiti anche negli altoparlanti di ricevitori radiofonici spenti a dai citofoni. Tali livelli di campo elettromagnetico possono essere prossimi o superiori ai valori limite attualmente stabiliti per la compatibilità con la salute umana relativamente ai possibili effetti a lungo termine, anche se non vengono direttamente percepiti dall'uomo (l'attuale limite di esposizione per il campo elettrico a 100MHz in Italia è stabilito dal DM 381/98 in 20 V/m).

Un mio vicino di casa è un radio-amatore. Quando alla sera si mette a trasmettere con i suoi impianti (ha anche installato una lunga antenna sul tetto della sua casa), in casa mia non riusciamo più a vedere bene la televisione. È un problema di inquinamento elettromagnetico?

R:

I radio amatori utilizzano sistemi di trasmissione dei segnali in un campo di frequenze ben determinato (Citizen Band – CB ~ 27 MHz): gli impianti devono avere un'autorizzazione ministeriale ed hanno severe limitazioni sulla potenza che possono irradiare. Analoghe limitazioni valgono anche per gli impianti CB veicolari (i cosiddetti "baracchini" usati ad esempio dai camionisti) e per i rice-trasmettitori tipo "walkie-talkie". Un impianto a norma, quindi, non può emettere significativi livelli di campo elettromagnetico. Può però succedere che alcuni radio-amatori utilizzino sistemi di amplificazione della potenza trasmessa con la conseguenza di aumentare significativamente anche il livello di emissione nelle immediate vicinanze dell'impianto. In tal modo possono generarsi interferenze con i ricevitori installati in zona, con manifestazione di disturbi nella ricezione dei segnali. In generale, però, sono gli utilizzatori stessi di tali impianti e apparecchiature a subire i maggiori livelli di esposizione.

8.1.3 IN AMBIENTE DOMESTICO

Abito in un condominio dove molti degli inquilini hanno installato le parabole per la TV satellitare. Ho sentito parlare molto di inquinamento elettromagnetico e tutte queste antenne mi fanno un po' paura. Ci sono dei rischi?

R:

Per valutare correttamente il problema dell'inquinamento elettromagnetico è sempre necessario distinguere i possibili dispositivi emettitori di campi dai dispositivi ricevitori: le parabole (antenne paraboliche), così come le normali antenne di ricezione installate sui tetti delle abitazioni, sono esclusivamente ricevitori: tali dispositivi, cioè, non emettono campi elettromagnetici. A parte l'impatto visivo che può risultare un po' inquietante, quindi, non esistono problemi di inquinamento elettromagnetico derivanti dalle antenne paraboliche.

Abito all'ultimo piano di un condominio sul tetto del quale, recentemente, è stata installata un'antenna per telefonia cellulare. La mia camera da letto è posizionata proprio sotto tale installazione. Che rischi corro?

R:

Data la forma particolare con cui le onde elettromagnetiche emesse da un'antenna per telefonia cellulare (SRB) si irradiano, assimilabile ad un faro per illuminazione piuttosto direttivo in senso orizzontale, spesso capita che il campo che si rileva immediatamente sotto l'installazione sia piuttosto basso (seguendo l'analogia luminosa, se guardiamo una torcia elettrica dal basso o da dietro non restiamo abbagliati, ma rimaniamo anzi in una zona d'ombra). Spesso, quindi, vi sono meno problemi di esposizione ai campi elettromagnetici quando un trasmettitore è installato sulla verticale (o a qualche metro dalla stessa) della nostra abitazione che non quando questo è davanti a noi (ad esempio sul palazzo di fronte).

Ho sentito parlare della tecnica di diffusione dei segnali per telefonia cellulare a "microcella". Di che cosa si tratta?

R:

È una tecnica di copertura del territorio che utilizza stazioni radio base a bassa potenza e quindi anche a corto raggio di trasmissione: le "celle" di copertura di ogni singola antenna sono molto più piccole di quelle create da una normale antenna per SRB. In questo modo è necessario installare un maggior numero di trasmettitori che presentano, anche nelle vicinanze e nella direzione di massimo irraggiamento, valori di campo limitati. Anche le apparecchiature e i sistemi di antenna utilizzati con tale tecnologia sono di dimensioni ridotte ed hanno certamente un impatto ambientale e visivo molto minore delle normali Stazioni Radio- Base: alcuni centri urbani adottano già tale tecnologia. Per meglio comprenderne il funzionamento, si pensi alla base del telefono cordless domestico: la sua copertura è limitata a poche decine di metri, oltre le quali il telefono non riesce più ad "agganciare" il segnale, a meno che non vi sia nelle immediate vicinanze un'altra base trasmittente.

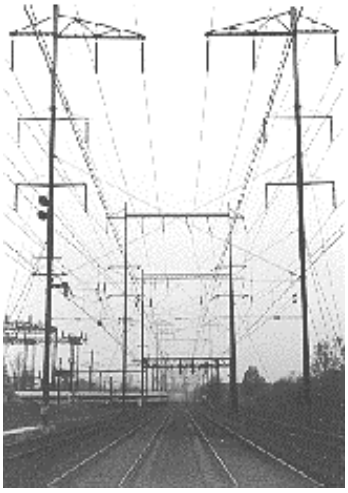
Esistono strumenti a basso costo per misurare i campi elettromagnetici?

R:

Esistono alcuni strumenti che consentono di misurare i campi elettromagnetici anche a costi piuttosto ridotti (qualche centinaio di migliaia di lire). È bene però fare molta attenzione alla "lettura" fornita da questi strumenti. Normalmente, gli strumenti a basso costo danno indicazioni sufficientemente precise dei campi elettromagnetici solo ad una frequenza particolare (es. 50 Hz) ed in campi di misura altrettanto limitati; inoltre, difficilmente le sonde utilizzate sono isotropiche (quindi la lettura dipende dall'orientazione nello spazio dello strumento). Anche le metodologie di prova sono molto importanti per l'ottenimento di risultati affidabili: gli strumenti di tipo palmare costringono ad effettuare la lettura con l'operatore posizionato nel punto di misura; in tal modo il campo misurato può essere influenzato e modificato dal corpo dell'operatore. È inoltre molto importante fare attenzione alle unità di misura con cui vengono fornite le letture, prima di confrontarle con i limiti di legge. Il consiglio che possiamo dare è comunque quello di affidarsi a organismi o strutture attrezzate e competenti e fare prima qualche misura comparativa tra l'eventuale strumento a basso costo e strumenti calibrati e certificati.

Vorrei fare io stesso le misure di campi elettromagnetici nella mia abitazione, visto che vivo vicino ad una linea ferroviaria. Quali strumenti dovrei acquistare e con quali costi?

R:

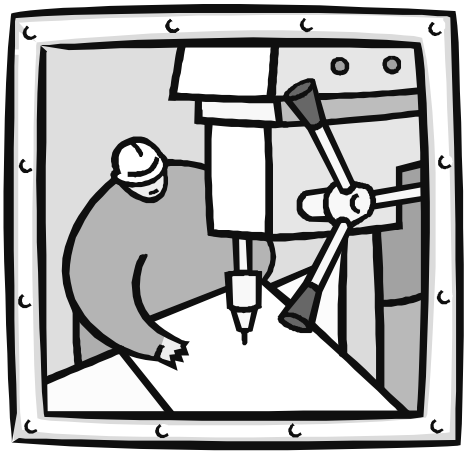


Prima di fare misurazioni di campi elettromagnetici di qualsiasi tipo è necessario documentarsi sulle possibili fonti e relative frequenze che si vogliono esaminare. Sotto una linea ferroviaria, ad esempio, è bene concentrarsi sulla misura di campo elettrico e magnetico statico. Questo tipo di misura richiede un misuratore particolare per la frequenza nulla (0 Hz); questo tipo di campo, inoltre, non si allontana dal sistema che lo genera, ma rimane localizzato sotto la linea: a pochi metri di distanza non è più percettibile. Un misuratore per i campi statici, infine, non è assolutamente adeguato per misurare campi variabili: per questi ultimi è necessario dotarsi di strumenti dedicati, facendo sempre molta attenzione al tipo di sensori e alle frequenze alle quali sono sensibili (V. anche risposta precedente).

Nel locale sotto il mio appartamento c'è un officina con installate diverse apparecchiature e macchinari per lavorazioni meccaniche e saldatrici elettriche. Oltre al fastidioso rumore, talvolta ci sono dei disturbi sulla TV. Possono esserci problemi anche per la salute?

R:

I macchinari e le apparecchiature normalmente usati nelle officine meccaniche (trapani, frese, mole, ecc.) spesso utilizzano notevoli quantitativi di corrente elettrica. Come noto, l'intensità di corrente elettrica è responsabile della generazione della componente magnetica del campo: a breve distanza dai cavi elettrici che alimentano tali apparecchi, si possono talvolta misurare valori di induzione magnetica a 50 Hz piuttosto elevati. È bene pertanto verificare che le "dorsali" principali dell'impianto elettrico che alimenta l'officina, non passino in prossimità (anche attraverso i muri), ad esempio delle testiere dei letti o dei luoghi dove si trascorrono lunghi periodi. Inoltre, utensili elettrici di vecchia costruzione o in cattivo stato di manutenzione presentano talvolta l'emissione di notevoli disturbi sulle linee elettriche da cui sono alimentati. Questi disturbi vengono riversati su tutto l'impianto elettrico e, nel caso in questione, possono raggiungere altre apparecchiature alimentate dallo stesso impianto. Inoltre tali disturbi possono avere una certa facilità ad irradiarsi nell'ambiente attraverso i cavi facenti parte dell'impianto elettrico, generando interferenze di tipo irradiato



(disturbi sulla TV). Solitamente, l'intensità di tali campi non è molto elevata dal punto di vista dell'esposizione umana, se non a poche decine di centimetri di distanza dalle apparecchiature che li generano. Un discorso a parte va riservato alle saldatrici elettriche: alcuni tipi (saldatrici ad arco) generano, nelle immediate vicinanze degli elettrodi, campi elettromagnetici di notevole intensità. Fortunatamente anche questo tipo di emissione risulta molto localizzato in prossimità della zona di lavorazione e comporta esposizioni di un certo rilievo solo per l'operatore. Particolari tipi di macchinari (che difficilmente però si trovano in ambienti diversi da quello industriale pesante) come i forni ad induzione e le macchine per saldatura dielettrica delle materie plastiche o per incollaggio del legno possono generare forti disturbi elettromagnetici ed elevati livelli di esposizione anche a qualche decina di metri di distanza.

La mia casa è situata in un'area rurale a distanza di circa 50 metri da una linea elettrica ad alta tensione. Vi sono rischi per la salute mia e della mia famiglia?

R:

I campi elettromagnetici a 50 Hz generati dagli elettrodotti in alta tensione (400 kV – 230 kV e 132 kV) sono caratterizzati da due componenti: l'induzione magnetica a 50Hz, che si misura in microtesla (μT), ed il campo elettrico a 50 Hz che si misura in volt al metro (V/m). La prima componente è sicuramente la più critica in quanto non è facilmente schermabile. La componente elettrica invece si riduce sensibilmente anche con la frapposizione di un ostacolo (es. alberi, muri, ecc.) tra la linea ed il punto di misura. Fortunatamente valori elevati di induzione magnetica si possono avere solo fino a pochi metri di distanza dalle linee elettriche: a qualche decina di metri l'influenza degli elettrodotti diminuisce sensibilmente: a 50 m da una linea ad alta tensione, l'induzione elettromagnetica generata non è quasi più percettibile dagli strumenti di misura. Il limite attualmente in vigore per tale componente è pari a 100 microtesla, quello proposto da alcuni recenti studi per la tutela dagli effetti a lungo termine è di 0.2 microtesla.

Abito in una casa indipendente in collina. Da qualche tempo a circa 100 metri di distanza, è stata installata una imponente antenna per telecomunicazioni, ben visibile dalla camera da letto dei miei bambini e caratterizzata da diversi sistemi tipo parabola o tamburi e da alcuni dispositivi a forma di "tubi", aste e scatole allungate. Ci possono essere pericoli di esposizione ai campi elettromagnetici?

R:

I vistosi tralicci che si possono vedere sulle alture o nelle vicinanze di alcuni centri urbani e talvolta anche negli stessi centri abitati costituiscono spesso sistemi di trasmissione in "ponte radio": i "tamburi" appesi a questi tralicci sono sempre sistemi molto direttivi che consentono una comunicazione "punto-punto" e non irradiano elevate potenze né segnali diffusi. Più critici sono quasi sempre le antenne di tipo a dipolo (a forma tubolare) che sono invece utilizzate per trasmettere segnali diffusi e con potenze più elevate (sono le stesse antenne utilizzate nelle stazioni radio base per telefonia cellulare), per le quali valgono le considerazioni svolte in precedenza.

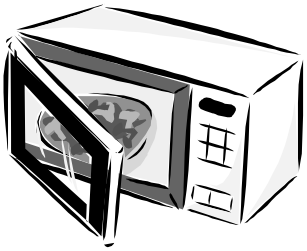
È vero che i phon ed i rasoi elettrici sono pericolosi per le emissioni elettromagnetiche?

R:

Tutti gli elettrodomestici che utilizzano motori elettrici o la combinazione di motori elettrici e resistenze elettriche di riscaldamento (es. phon e forni elettrici) di una certa potenza (da 50W a 2000W) generano campi di induzione magnetica di una certa intensità solo a brevi distanze dagli involucri. A 30 cm da un asciugacapelli non vi sono più livelli di induzione magnetica rilevanti, mentre a distanze inferiori i valori misurabili possono essere superiori ai limiti recentemente proposti per esposizioni prolungate. Gli elettrodomestici che per il loro funzionamento devono esser mantenuti a brevi distanze dal corpo (phon, rasoi elettrici, trapani e utensili elettrici, coperte elettriche, etc.) dovrebbero essere impiegati solo per brevi durate (come già peraltro succede per molti di essi nel normale utilizzo).

Il forno a microonde è pericoloso per l'esposizione ai campi elettromagnetici?

R:



Le *microonde* che vengono utilizzate all'interno dei forni per il riscaldamento dei cibi sono onde elettromagnetiche alla frequenza di 2450 MHz che vengono convogliate nel volume interno del forno. Tali campi inducono nei tessuti organici le correnti elettriche (correnti vorticose indotte) che provocano il surriscaldamento dei cibi. Per questo motivo non bisogna mettere nei forni a microonde nessun tipo di materiale conduttore elettricamente (carta stagnola, posate di metallo, pentole metalliche, ecc.), perché concentrerebbero su di essi le correnti indotte. Per lo stesso motivo i materiali elettricamente isolanti (es. piatti di ceramica) oppongono una maggior resistenza rispetto ai cibi alle correnti indotte: i piatti non si riscaldano, se non per conduzione dai cibi che contengono. Le "perdite" di microonde dalle guarnizioni schermanti dei forni sono un fenomeno abbastanza raro che si può manifestare occasionalmente nei forni vecchi o con le schermature logorate. È buona norma controllare periodicamente (anche solo visivamente) che non ci siano fessure o lacerazioni nelle guarnizioni di chiusura dello sportello del forno.

Il telefono cordless è pericoloso per le onde elettromagnetiche?

R:

Il principio di funzionamento del telefono cordless è assimilabile a tutti gli effetti a quello del telefono cellulare. La base del cordless è paragonabile, fatte le debite proporzioni in termini di potenza trasmessa, alla stazione radio base (ripetitore o Stazione Radio Base) del sistema cellulare ed il telefono è assimilabile al cellulare. Anche le frequenze di trasmissione sono simili (900 MHz e 1800 MHz) e analoghi sono anche i livelli di campo che si possono rilevare in prossimità (a qualche decina di centimetri) sia della base che dell'antenna del telefono (30 – 50 V/m). L'esposizione ai campi elettromagnetici derivante dall'uso dei cordless è pertanto del tutto simile, sia quantitativamente che qualitativamente, a quella dei cellulari.

Utilizzo un elettrostimolatore per trattamenti muscolari, estetici e terapeutici. Possono esistere effetti collaterali dovuti alle emissioni elettromagnetiche dell'apparecchiatura?

R:

Gli elettrostimolatori utilizzano la generazione di impulsi elettrici di potenza molto limitata, ma con forme d'onda particolari, per eccitare particolari tessuti e muscoli. I sistemi utilizzati per inviare questi impulsi agli elettrodi che si applicano sul corpo sono alimentatori elettronici che raddrizzano, limitano e convertono l'energia elettrica prelevata dalla rete o da batterie e accumulatori. Le forme d'onda di questi impulsi, pur se di intensità limitata, presentano, per alcune frequenze, una certa

facilità ad “irradiarsi”. I campi che si possono misurare in prossimità dell’apparecchio o lungo i cavi collegati agli elettrodi si mantengono a livelli piuttosto bassi, anche se possono generare disturbi, ad esempio, sulla ricezione delle stazioni radio (problemi di compatibilità elettromagnetica).

Abbiamo un bambino di pochi mesi ed abbiamo adottato il sistema “baby phone” per sentirne i movimenti ed i vagiti quando dorme nella sua culla. Il sistema è composto da un piccolo apparecchio da mettere a breve distanza dalla culla e da un altro oggetto che piazziamo nei locali dove soggiorniamo e che funziona come una radio: si sente distintamente anche il più piccolo rumore nelle vicinanze della culla. Ci sono problemi di esposizione a campi elettromagnetici per il piccolo?

R:

Il sistema cosiddetto “baby phone” è a tutti gli effetti composto da un trasmettitore a radio-frequenza ed un ricevitore. Il trasmettitore è costituito da un microfono ad alta sensibilità, da un piccolo amplificatore e da un sistema d’antenna che trasmette il segnale radio al ricevitore piazzato in un’altra stanza. Le potenze utilizzate dal trasmettitore non sono elevate, ma è bene posizionarlo ad una certa distanza dalla culla (può bastare un solo metro): in questo modo il livello di campo in cui è immersa la culla rientra in valori accettabili e non pericolosi, anche alla luce dei limiti più restrittivi. È senz’altro raccomandabile non posizionare il trasmettitore dentro il lettino o la culla dove dorme il bambino.

8.1.4 SUL TRAM E IN METROPOLITANA

Ci sono problemi di esposizione a campi elettromagnetici per i passeggeri dei tram o delle metropolitane?

R:

Le motrici dei tram e delle metropolitane sono azionate da motori elettrici di potenza piuttosto elevata che traggono alimentazione dalle linee elettriche dedicate. L’energia elettrica è tipicamente fornita in *corrente continua*, ovvero a frequenza nulla: Tra le linee aeree ed il terreno nella sede dei binari del tram, ad esempio, si può misurare una certa intensità di campo elettrico statico, a livelli comunque molto inferiori a quelli attualmente ritenuti pericolosi. La maggiore intensità di campo si ha comunque in prossimità del motore di trazione, che si trova di norma sotto la cabina di pilotaggio. I motori in corrente

continua, soprattutto quelli con tecnologia “a spazzole”, effettuano la brusca inversione della corrente continua con conseguente generazione di armoniche in un ampio spettro di frequenza. Come già accennato in precedenza, il campo elettrico viene schermato dagli ostacoli interposti tra il punto di misura e la sorgente, quindi il pavimento sotto il quale sono alloggiati i motori ed i sistemi di comando costituiscono un ottimo schermo al campo elettrico. Diverso è il problema attinente la componente magnetica del campo: nella cabina di pilotaggio ed in corrispondenza delle linee che alimentano i motori e dei motori stessi possono presentarsi livelli di induzione magnetica piuttosto elevati. Questo di norma non accade nelle posizioni dove sostano i passeggeri.

8.1.5 SUL TRENO E IN AEREO

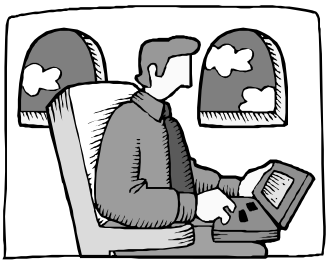
Ci sono problemi di esposizione ai campi elettromagnetici per i passeggeri sui treni?

R:

Si rimanda, a questo proposito alla risposta precedente, con l’aggiunta di alcune precisazioni: alcuni treni di nuova generazione utilizzano sistemi di controllo della trazione con elettronica di potenza. L’energia prelevata dalle linee elettriche in corrente continua viene convertita, con potenti azionamenti elettrici, in corrente alternata necessaria per il funzionamento dei motori di trazione. Tale conversione è critica dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche irradiate: in corrispondenza dei sistemi di elettronica di potenza, che si trovano nella motrice, possono essere misurati livelli di campo elettromagnetico in un ampio range di frequenza piuttosto elevati. Tali emissioni interessano per lo più i piloti ed il personale di macchina e non i passeggeri. Inoltre la componente elettrica del campo emesso è schermata dalla struttura dei locali dove sono alloggiati i sistemi di trazione e spesso non interessano nemmeno le cabine di pilotaggio.

Perché sugli aerei è proibito usare i cellulari ed altri dispositivi elettronici?

R:



Le apparecchiature elettroniche di controllo del volo ed la sofisticata strumentazione di comando che equipaggia gli aerei possono essere sensibili a elevati livelli di campo elettromagnetico. Significativi valori di campo possono essere generati quando diversi telefonini cellulari si mettono in comunicazione contemporaneamente in uno spazio ristretto, come potrebbe accadere sugli aerei se non vi fosse il divieto di utilizzo dei cellulari. Inoltre la carlinga metallica dell’aereo può costituire un parziale schermo riflettente alle onde elettromagnetiche provocandone la concentrazione in alcune particolari zone. Vale la pena di sottolineare come in alta quota non vi possa essere la copertura del segnale per telefonia cellulare: i telefonini potrebbero funzionare solo nelle fasi di decollo e di atterraggio.Il divieto di utilizzo, per motivi simili, esiste anche per i dispositivi laser ed i lettori di compact disc, che per certe particolari frequenze, possono presentare emissioni di una certa entità.

8.1.6 A SCUOLA

Mio figlio frequenta una scuola dove, nel laboratorio informatico, sono utilizzati PC e relativi monitor piuttosto vecchi. Possono esserci problemi per l'esposizione ai campi elettromagnetici?

R:

Alcuni problemi di emissione di onde elettromagnetiche da parte delle apparecchiature per tecnologia dell'informazione, dal punto di vista dell'esposizione umana, sono legati proprio ai vecchi monitor a tubi catodici. Le più recenti tecnologie hanno ridotto drasticamente l'emissione di onde elettromagnetiche. Come per i problemi di affaticamento della vista, è bene, anche per minimizzare l'esposizione a campi elettromagnetici, mantenersi ad almeno 50 – 60 cm dai monitor.

8.1.7 NEGLI ESERCIZI COMMERCIALI

Quando entro al supermercato o in banca o negli aeroporti e passo nei varchi con metal detector o sistemi antitaccheggio, sono esposto a forti campi elettromagnetici? Ci sono rischi per la salute?

R:

I sistemi anti-taccheggio ed i metal detector che sono utilizzati in molti esercizi commerciali, nelle banche e negli aeroporti generano un campo elettromagnetico ad alta-frequenza di una certa intensità nell'area di passaggio. I livelli di campo misurabili non sono comunque pericolosi, anche in considerazione del fatto che la durata dell'esposizione è molto limitata nel tempo.

Per motivi di lavoro, spesso visito i reparti di materiale elettrico e di illuminazione con diversi apparecchi accesi di grandi aree espositive, rimanendo in tali zone anche per qualche ora. Ho sentito dire che anche le lampade alogene ed i lampadari generano campi elettromagnetici. È vero?

R:

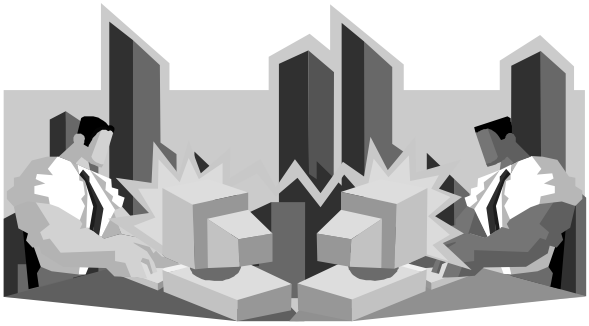
Le apparecchiature per illuminazione, come tutte le altre apparecchiature elettriche, generano nel loro funzionamento campi elettromagnetici. In questo caso il problema dell'esposizione è comunque molto limitato, in quanto i campi misurabili nelle aree espositive di materiali di illuminazione sono per lo più limitati alla componente a 50 Hz. L'induzione magnetica rilevabile varia da 0.1 a 1 μT, in funzione della distanza dagli apparati. A 50 cm dalle sorgenti, i campi hanno intensità trascurabile. Un po' più di attenzione va riposta alle lampade alogene ed ai relativi dispositivi di alimentazione: in prossimità di questi ultimi sono rilevabili anche campi elettrici ad alta frequenza. Anche in questo caso, però, i livelli sono relativamente bassi

8.2 In ambiente di lavoro

8.2.1 IN UFFICIO

Lavoro in un ufficio di tipo "open space" con numerosi computer, monitor, stampanti fotocopiatrici, ecc. Ci possono essere problemi di inquinamento elettromagnetico?

R:



Normalmente a circa 50 cm dalle apparecchiature per tecnologia dell'informazione o per ufficio non sono misurabili elevati valori di campo elettromagnetico. Solo nel lato posteriore di vecchi monitor e nella zona di ingresso dei cavi di alimentazione dei computer, fax e stampanti possono presentarsi livelli di emissione un po' più elevati. È bene quindi mantenersi a distanze di 40 – 60 cm dai monitor e fare in modo di non trovarsi con il corpo nelle immediate vicinanze degli stadi di alimentazione elettrica delle apparecchiature.

Nel mio ufficio gli operatori comunicano con il personale esterno quasi esclusivamente con telefoni cellulari. Capita talvolta che 5 persone parlino contemporaneamente con il telefonino anche per decine di minuti. Le dimensioni dell'ufficio sono anche piuttosto ridotte. Ci sono problemi per la salute?

R:

Come già evidenziato in altre risposte a proposito dell'utilizzo del cellulare, i campi elettromagnetici misurabili nelle immediate vicinanze delle antenne possono essere piuttosto intensi. Inoltre l'utilizzo contemporaneo dei telefonini in spazi ristretti aumenta l'intensità del campo anche a distanze di qualche metro dagli apparecchi. In un caso simile, oltre al sempre raccomandabile uso dell'auricolare, sarebbe bene distanziare il più possibile gli operatori che si possono trovare contemporaneamente in comunicazione con il cellulare

---

8.2.2 IN FABBRICA E NELLE OFFICINE

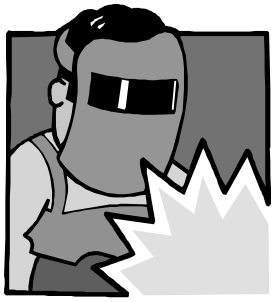
Sono un operaio metalmeccanico addetto al tornio in una fabbrica di semi-lavorati metallici: sono esposto a campi elettromagnetici pericolosi nella mia postazione di lavoro, che si trova vicino al motore principale della macchina che utilizzo?

R:

Le macchine utensili in generale producono normalmente campi elettromagnetici di intensità direttamente proporzionale alla potenza elettrica dei motori che le equipaggiano ed inversamente proporzionali alla distanza dagli stessi. A brevi distanze da tali motori e dalle linee elettriche che li alimentano non ci sono generalmente problemi di esposizione. È bene comunque fare sempre attenzione a che la postazione operatore non si trovi nelle immediate vicinanze dell'involucro dei motori e dei trasformatori elettrici.

Lavoro in una fabbrica di carpenteria metallica in qualità di saldatore specializzato: utilizzo a lungo saldatrici elettriche ad arco. Corro rischi di esposizione a campi elettromagnetici?

R:



Le saldatrici elettriche ad arco presentano livelli di emissione elettromagnetica a breve distanza di entità rilevante: l'induzione magnetica nel posto operatore a 70 cm di distanza dall'apparato può raggiungere i 50- 60 μT, che sono valori prossimi ai limiti massimi di esposizione. Pur non essendoci ancora certezze in merito ai rischi che si possono correre, è bene adottare le misure precauzionali atte a limitare la "dose" di esposizione giornaliera, intervallando il lavoro, facendo brevi pause, e cercando di rimanere con il corpo il più lontano possibile dall'apparecchiatura. Per avere l'indicazione precisa dei livelli di esposizione potrebbe essere opportuno fare eseguire la mappatura elettromagnetica della postazione operatore, tramite misure strumentali.

Mi occupo della manutenzione degli impianti elettrici di un grande stabilimento industriale. Spesso mi capita di operare anche per giornate intere in prossimità di quadri elettrici in tensione, con forte passaggio di corrente nelle linee. I campi elettromagnetici possono essere intensi?

R:

Le condutture elettriche con elevata portata in corrente sono responsabili della generazione di campi di induzione magnetica di una certa entità nelle immediate vicinanze delle stesse. Nei quadri elettrici di potenza, poi, possono essere presenti apparecchiature elettroniche di potenza che possono generare campi elettrici in diversi campi di frequenza di una certa intensità. Le esposizioni ai campi elettromagnetici nelle condizioni esposte possono essere quindi molto variabili, anche se difficilmente ci possono essere avvicinamenti ai limiti di esposizione per effetti acuti. In linea di massima è bene limitare la permanenza in prossimità di linee con forte passaggio di corrente elettrica ed operare il più possibile con gli impianti fuori tensione (anche per evidenti ragioni di sicurezza elettrica). Anche in questo caso, per fugare ogni dubbio o per prendere eventuali provvedimenti precauzionali, sarebbe bene effettuare le misurazioni di intensità di campo nelle posizioni in cui normalmente si opera.

Faccio il magazziniere in una grande azienda ed uso tutto il giorno il muletto elettrico. Nella postazione di guida ci sono campi elettromagnetici intensi?

R:

I muletti elettrici utilizzano motori in corrente continua (fornita da batterie di accumulatori) per la trazione. La corrente assorbita viene regolata da appositi convertitori che forniscono l'alimentazione ai motori in funzione delle richieste dell'operatore. Tale processo di conversione della corrente elettrica è fonte di campi elettromagnetici anche a frequenze elevate. La carcassa metallica del muletto, però costituisce un buono schermo per tali emissioni, con il risultato che nella postazione di guida non si misurano intensità di campi elettromagnetici rilevanti.

Sono un addetto al forno ad induzione elettromagnetica di un'industria per la lavorazione dei metalli: per svolgere le mie mansioni rimango spesso in prossimità delle bobine di induzione del forno. Tra le istruzioni di lavoro c'è l'obbligo di non indossare catenine, orologi ed oggetti metallici in genere. Ci sono rischi per la salute attribuibili ai campi elettromagnetici?

R:

Il caso in esame è rappresentativo di una situazione tra le più critiche dal punto di vista dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici. In prossimità degli induttori dei forni ad induzione, infatti, si possono registrare valori di campo molto elevati e prossimi alla soglia di esposizione per gli effetti acuti. Il motivo per cui in tali postazioni non si possono indossare oggetti metallici è perché questi si riscalderebbero in maniera eccessiva a causa delle correnti elettriche indotte dai campi elettromagnetici provocando ustioni. In casi simili è assolutamente indispensabile la valutazione del rischio elettromagnetico ai sensi della 626/94 (che non può prescindere dalle misurazioni) e, se necessaria, l'adozione di misure sia tecnologiche che comportamentali per la riduzione delle esposizioni.

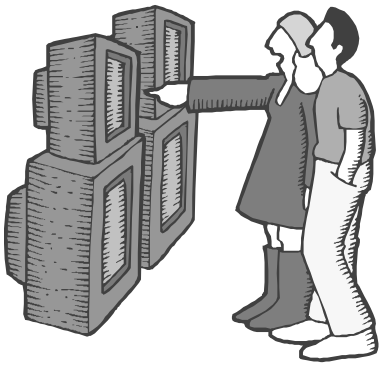
8.2.3 NEGLI OSPEDALI

Sono un tecnico ospedaliero addetto alle apparecchiature per ecografia ed opero in prossimità di tali apparati per l'intera giornata lavorativa. Come è la mia situazione relativamente all'esposizione ai campi elettromagnetici non ionizzanti?

R:

Le tipiche apparecchiature per ecografia presentano livelli di emissione elettromagnetica di entità limitata nel posto operatore. Un valore tipico relativamente all'induzione magnetica a 50 Hz è riportato anche nella Guida CEI 211-6 ed è indicato in 0.8 μT. Tale valore è solo leggermente superiore ai limiti indicati come soglia di attenzione epidemiologica (0.2 –0.5 μT) per gli effetti a lungo termine, ma non sembra, allo stato attuale delle conoscenze, rappresentare un pericolo effettivo in ambiente di lavoro anche se si è esposti a tale valore per lunghi periodi.

8.2.4 NEGLI ESERCIZI COMMERCIALI

Sono addetto al reparto elettrodomestici in un grande magazzino e trascorro la maggior parte della giornata lavorativa nell'area di esposizione dei televisori: tutti gli apparecchi sono accesi a scopo dimostrativo. In quella zona ci sono problemi di esposizione ai campi elettromagnetici?

R:
Nelle aree dei grandi magazzini dove sono in funzione contemporaneamente molti televisori si possono riscontrare livelli di campi elettromagnetici di una certa entità (induzione magnetica a 50Hz > 1μT). I valori misurabili non sono mai superiori agli attuali limiti normativi, ma possono superare i valori di attenzione e gli obbiettivi di qualità recentemente proposti. Non permanere per lunghi periodi nelle immediate vicinanze degli schermi (distanza maggiore di 1 metro) è un accorgimento che limita drasticamente l'esposizione, ma, in tali reparti potrebbe essere opportuno far eseguire le misurazioni, ai sensi della 626/94 per la valutazione del rischio elettromagnetico.