



Regione Lombardia

DECRETO N° 9944

Del 7.11.2012

Identificativo Atto n. 553

DIREZIONE GENERALE SANITA'

Oggetto

LINEE DI INDIRIZZO PER LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE A CAMPI
ELETTROMAGNETICI IN AMBITO SANITARIO





IL DIRETTORE GENERALE

VISTA la legge regionale 11 luglio 1997, n. 31;

VISTO il decreto legislativo 19 giugno 1999, n. 229;

VISTO il decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, ed in particolare il capo IV "Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici";

VISTA la delibera di Giunta regionale 2 aprile 2008, n. VIII/6918 "Piano regionale 2008-2010 per la promozione della sicurezza e della salute negli ambienti di lavoro (a seguito di parere alla Commissione Consiliare)" che assegna ai Laboratori di approfondimento il compito, tra gli altri, di assicurare il supporto tecnico - scientifico per la tematica di competenza, anche con la redazione di linee di indirizzo;

CONSIDERATO che il succitato Piano regionale 2008-2010 individua tra i Laboratori di approfondimento quello riferito al "Ruolo del Servizio di Prevenzione e Protezione nel comparto Sanità";

PRESO ATTO che con delibera di Giunta regionale 8 giugno 2011, n. IX/1821 "Piano regionale 2011-2013 per la promozione della sicurezza e della salute nei luoghi di lavoro" si è data continuità alla pianificazione regionale avviata con il Piano 2008-2010 in tema di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, individuando obiettivi specifici regionali, linee strategiche e strumenti per il loro conseguimento;

CONSIDERATO che il Piano regionale 2011-2013:

- è stato condiviso coi rappresentanti del partenariato economico-sociale e istituzionale, delle istituzioni preposte all'attuazione e alla vigilanza della normativa in materia di sicurezza, attraverso la sottoscrizione dell'Intesa il 5 maggio 2011,
- ha riconfermato le modalità organizzative individuate nel Piano 2008-2011 dando continuità operativa ai laboratori di approfondimento già istituiti, tra cui quello "Ruolo del Servizio di Prevenzione e Protezione nel comparto Sanità", e affidando alla Direzione Generale Sanità le funzioni di coordinamento, monitoraggio e verifica delle azioni previste dal Piano stesso;

VISTO il documento "Linee di indirizzo per la valutazione dell'esposizione a campi





Regione Lombardia

elettromagnetici in ambito sanitario" predisposto dal laboratorio "Ruolo del Servizio di Prevenzione e Protezione nel comparto Sanità", nel rispetto delle procedure previste dal Piano regionale 2011-2013;

RITENUTO che il medesimo documento costituisca uno strumento adeguato al conseguimento degli obiettivi fissati dal Piano regionale 2011-2013, giacché:

- approfondisce gli aspetti di tutela dal rischio di esposizione a campi elettromagnetici (CEM) nei confronti dei soggetti esposti, escludendo la categoria dei pazienti per i quali si applicano principi di giustificazione e di ottimizzazione, secondo il bilancio rischio/beneficio,
- esplica i contenuti del D.Lgs. 81/2008 – che recepisce integralmente la Direttiva Europea 2004/40/CE – per quanto concerne i lavoratori esposti a CEM e del DPCM 8 luglio 2003 per la popolazione in genere,
- fornisce una metodologia di valutazione e gestione del rischio basata sulla Norma CEI EN 50499 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici" consolidata nel corso di uno specifico progetto di ricerca SICEO (Sicurezza e Compatibilità Elettromagnetica in ambito Ospedaliero) sviluppato in collaborazione tra le Aziende Ospedaliere di Brescia e di Desenzano e l'Istituto di Fisica Applicata "N.Carrara" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, presso Area di Ricerca del CNR di Firenze (IFAC-CNR), per il quale le istituzioni titolari hanno concesso l'utilizzo dei dati e dei risultati per la stesura dell'elaborazione di cui trattasi (allegati a, b, c al presente atto);

RITENUTO quindi di approvare il documento "Linee di indirizzo per la valutazione dell'esposizione a campi elettromagnetici in ambito sanitario" quale parte integrante e sostanziale del presente atto (allegato 1), e di prevederne la pubblicazione sul sito web della Direzione Generale Sanità, ai fini della diffusione dell'atto;

VISTA la legge regionale 7 luglio 2008, n. 20 "Testo Unico delle Leggi Regionali in materia di Organizzazione e Personale" nonché i provvedimenti organizzativi dell'IX legislatura;

DECRETA

1. di approvare il documento "Linee di indirizzo per la valutazione dell'esposizione a campi elettromagnetici in ambito sanitario" quale parte integrante e sostanziale del presente atto (allegato 1);





Regione Lombardia

2. di disporre la pubblicazione del presente atto sul sito web della Direzione Generale Sanità.

IL DIRETTORE GENERALE
DIREZIONE GENERALE SANITA'
Dr. Carlo Lucchina





SPEDALI CIVILI DI BRESCIA
AZIENDA OSPEDALIERA

Direzione Generale

Regione Lombardia
SANITA'
Sportello 22110/2012 11:06
Giunta
H1.2012.0030368 22110/2012 11:06

Brescia, 22 OTT. 2012

Prot. QJ 08

Egr. Dott. Carlo Lucchina
Direzione Generale Sanità
Regione Lombardia
MILANO

Oggetto: liberatoria per l'utilizzo dei dati prodotti dalla scrivente Istituzione per l'elaborazione di linee Guida emanate dalla Direzione Generale Sanità di Regione Lombardia, per il conseguimento degli obiettivi individuati dal Piano Regionale 2011-2013 per la promozione della salute e sicurezza negli ambienti di lavoro (dgr. no IX/1821, 8 giugno 2011) e delle attività

Gent.mo Direttore,

preso atto dell'interesse maturato nell'ambito del laboratorio di approfondimento regionale "Promozione dei Sistemi di Gestione della Salute e della sicurezza sul lavoro", coordinato dalla Unità Organizzativa Prevenzione e tutela sanitaria della Direzione Generale Sanità di Regione Lombardia, di voler impiegare le conclusioni emerse nel progetto "Linee di indirizzo per la valutazione dell'esposizione a campielettromagnetici in ambito sanitario";

rilevato che il progetto "SiCEO -sicurezza e compatibilità elettromagnetica in ambito sanitario", svoltosi negli anni 2009 – 2011, è stato promosso da A.O. Spedali Civili di Brescia, Azienda Ospedaliera di Desenzano del Garda, IFAC CNR Firenze;

rilevato ancora che il progetto SICEO costituisce supporto alla valutazione dell'esposizione a campi elettromagnetici in ambito sanitario e costituisce, in estratto, appendice al testo del progetto "linee di indirizzo per la valutazione dell'esposizione a campi elettromagnetici in ambito sanitario";

esprimo apprezzamento per tale iniziativa e condivisione delle finalità e delle metodologie;

autorizzo l'utilizzo dei dati e dei risultati ottenuti nel progetto sopracitato per la definizione delle specifiche linee Guida da parte della Direzione Generale Sanità di Regione Lombardia.

Distinti saluti


Il Direttore Generale
Dott. Cornelio Coppini

DIREZIONE GENERALE

☎ 030/9145.437/501/503

☎ 030/91445.531

e-mail: direzione.generale@aod.itAzienda Ospedaliera di Desenzano D/G
Provincia di Brescia

II/11

2012U0023119 10/10/2012 16.23

Azienda Ospedaliera
di Desenzano Del GardaAZIENDA CON SISTEMA DI
GESTIONE PER LA QUALITÀ
=UNI EN ISO 9001:2008=Per le seguenti attività:
Medicina Interna,
Pediatría,
Neonatologia e Nido,
Servizio Psichiatrico di diagnosi e cura,
Pronto Soccorso,
Anatomia Patologica,
Radiologia,
Medicina Trasfusionale,
Patologia Clinica,
Farmacia Interna,
Centrale di sterilizzazione,
Servizio Formazione e Aggiornamento*Al Direttore
Direzione Generale Sanità Regione Lombardia*

Oggetto: liberatoria per l'utilizzo dei dati prodotti dalla scrivente Istituzione per l'elaborazione di Linee Guida emanate dalla Direzione Generale Sanità di Regione Lombardia, per il conseguimento degli obiettivi individuati dal Piano Regionale 2011-2013 per la promozione della salute e sicurezza negli ambienti di lavoro (dgr. n° IX/1821, 8 giugno 2011) e delle attività

Gent.mo Direttore,

preso atto dell'interesse maturato nell'ambito del Laboratorio di approfondimento regionale "Promozione dei Sistemi di Gestione della Salute e della sicurezza sul Lavoro", coordinato dalla Unità Organizzativa Prevenzione e tutela sanitaria della Direzione Generale Sanità di Regione Lombardia, di voler impiegare le conclusioni emerse nel **progetto "Linee di indirizzo per la valutazione dell'esposizione a campi elettromagnetici in ambito sanitario"**;

rilevato che il progetto "SiCEO – sicurezza e compatibilità elettromagnetica in ambito sanitario", svoltosi negli anni 2009 – 2011, è stato promosso da Azienda Ospedaliera di Desenzano del Garda, A.O. Spedali Civili di Brescia, IFAC CNR Firenze;

esprimo apprezzamento per tale iniziativa e condivisione delle finalità e delle metodologie,

autorizzo l'utilizzo dei dati e dei risultati ottenuti nel progetto sopracitato per la definizione delle specifiche Linee Guida da parte della Direzione Generale Sanità di Regione Lombardia.

Distinti saluti

IL DIRETTORE GENERALE
Dott. Marco Luigi VOTTASistema Sanitario  Regione
Lombardiaresponsabile del procedimento
Dott. Claudio Ferri



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"

VIA MADONNA DEL PIANO N. 10 - CAP 50019 SESTO FIORENTINO FIRENZE

IFAC - CNR - IFAC	
Tit. IV.5	CI: COLLABORAF: DIREZIONE G
N. 0004202	15/10/2012



Al Direttore
Direzione Generale Sanità Regione Lombardia

Oggetto: liberatoria per l'utilizzo dei dati prodotti dalla scrivente Istituzione per l'elaborazione di Linee Guida emanate dalla Direzione Generale Sanità di Regione Lombardia, per il conseguimento degli obiettivi individuati dal Piano Regionale 2011-2013 per la promozione della salute e sicurezza negli ambienti di lavoro (dgr. n° IX/1821, 8 giugno 2011) e delle attività

Gent.mo Direttore,

preso atto dell'interesse maturato nell'ambito del Laboratorio di approfondimento regionale "Promozione dei Sistemi di Gestione della Salute e della sicurezza sul Lavoro", coordinato dalla Unità Organizzativa Prevenzione e tutela sanitaria della Direzione Generale Sanità di Regione Lombardia, di voler impiegare le conclusioni emerse nel **progetto "Linee di indirizzo per la valutazione dell'esposizione a campi elettromagnetici in ambito sanitario"**;

rilevato che il progetto "SiCEO - sicurezza e compatibilità elettromagnetica in ambito sanitario", svoltosi negli anni 2009 - 2011, è stato promosso da Azienda Ospedaliera di Desenzano del Garda, A.O. Spedali Civili di Brescia, IFAC CNR Firenze;

esprimo apprezzamento per tale iniziativa e condivisione delle finalità e delle metodologie,

autorizzo l'utilizzo dei dati e dei risultati ottenuti nel progetto sopracitato per la definizione delle specifiche Linee Guida da parte della Direzione Generale Sanità di Regione Lombardia.

Distinti saluti

Il Direttore
Dr. Renzo Salimbeni



Regione Lombardia
Sanità

**Linee di indirizzo per la valutazione dell'esposizione a
campi elettromagnetici in ambito sanitario**

LABORATORIO DI APPROFONDIMENTO

“ Ruolo del Servizio Prevenzione e Protezione nel Comparto Sanità ”

PREMESSA _____

1 CAMPO DI APPLICAZIONE _____

1.1 **Modalità di svolgimento della valutazione del rischio** _____

1.2 **Effetti diretti e indiretti da esposizione da CEM** _____

1.3 **Effetti a lungo termine e da contatto con conduttori in tensione** _____

2 TERMINI E DEFINIZIONI _____

3 RIFERIMENTI NORMATIVI _____

4 VALUTAZIONE DEI RISCHI _____

4.1 **Introduzione** _____

4.2 **Definizione delle sorgenti** _____

4.2.1 Sorgenti indoor _____

4.2.2 Sorgenti outdoor _____

4.3 **Classificazione delle sorgenti** _____

4.4 **Valutazione dei livelli di esposizione ai CEM** _____

4.4.1 Condizione 1- Luoghi di lavoro conformi a priori _____

4.4.2 Condizione 2 - Luoghi di lavoro suscettibili di ulteriore valutazione _____

4.5 **Raccomandazioni** _____

4.6 **Effetti indiretti delle sorgenti di CEM** _____

4.6.1 Effetti indiretti sulle apparecchiature e sui materiali _____

4.6.2 Effetti indiretti sui dispositivi medici impiantati _____

4.6.3 Gestanti _____

5 CLASSIFICAZIONE DELLE AREE _____

6 GESTIONE DEI RISCHI _____

6.1 Soggetti esposti _____

6.1.1 Utenti _____

6.1.2 Lavoratori _____

6.2 Luoghi di lavoro-apparecchiature-impianti _____

7 DIAGRAMMA DI FLUSSO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA CEM IN AMBITO OSPEDALIERO _____

APPENDICE 1. SUPPORTO ALLA VALUTAZIONE. ESTRATTO DAL PROGETTO DI RICERCA SICEO "SICUREZZA E COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA IN AMBIENTE OSPEDALIERO" _____

Attuazione del progetto _____

Elenco sorgenti indoor: _____

Elenco Sorgenti outdoor: _____

Sintesi dei risultati _____

Sorgenti indoor _____

Altre apparecchiature _____

Sorgenti outdoor _____

APPENDICE 2: BREVE RASSEGNA SULLA NORMATIVA PERTINENTE _____

Norme per la tutela della salute e la sicurezza dei lavoratori _____

Norme per la tutela della salute e la sicurezza della popolazione generale _____

Compatibilità elettromagnetica _____

PREMESSA

In ambito sanitario il largo impiego di sorgenti di radiazioni non ionizzanti impiegate per finalità diagnostiche e terapeutiche e non solo, determina uno scenario di esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici peculiare e complesso rispetto ad altri settori lavorativi.

La valutazione del rischio da esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) in ambito sanitario, comporta pertanto l'individuazione dell'approccio che si intende adottare tenuto conto delle categorie dei soggetti esposti e potenzialmente esposti (lavoratori, pazienti, degenti e visitatori). A tutela dei soggetti considerati la normativa prevede infatti differenti limiti di esposizione. Regione Lombardia nel 2005 ha sollecitato l'attenzione sul tema mediante la pubblicazione delle Linee Guida "Prevenzione dei rischi da sorgenti di radiazioni non ionizzanti impiegate in ambito sanitario".

Scopo del presente documento è approfondire gli aspetti di tutela dal rischio di esposizione a CEM nei confronti dei soggetti esposti, escludendo la categoria dei pazienti per i quali si applicano principi di giustificazione e di ottimizzazione, secondo il bilancio rischio/beneficio. Tale scopo si accorda all'osservanza del D. Lgs 81/2008 – che recepisce integralmente la Direttiva Europea 2004/40/CE – per quanto concerne i lavoratori esposti a CEM e ai DPCM 8 luglio 2003 per la popolazione in genere.

Ulteriore obiettivo del documento è quello di fornire una metodologia di valutazione e gestione del rischio basata sulla Norma CEI EN 50499 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici" consolidata nel corso di uno specifico progetto di ricerca SICEO – Sicurezza e Compatibilità Elettromagnetica in ambito Ospedaliero¹.

Il documento si prefigge quindi di fornire una metodologia di lavoro atta a consentire una preliminare valutazione del rischio da CEM che, in funzione degli esiti, potrà essere esaustiva oppure potrà richiedere ulteriori analisi, stime o approfondimenti, ed intende offrire altresì indicazioni di carattere tecnico-operativo-procedurale mediante le quali eliminare o, ove non sia possibile, ridurre il rischio specifico.

1. CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti linee di indirizzo possono costituire, per le organizzazioni sanitarie, uno strumento utile sia per la valutazione che per l'analisi e la gestione delle condizioni di rischio da esposizione a CEM e si propongono di supportare il datore di lavoro in ordine ai seguenti aspetti ritenuti prioritari:

- modalità di svolgimento della valutazione;
- valutazione preliminare;
- verifica dei livelli di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) e rispetto dei limiti sanciti dalla vigente normativa;

¹ Il progetto SICEO ha visto la collaborazione tra le Aziende Ospedaliere (di Brescia e di Desenzano) e l'Istituto di Fisica Applicata "N.Carrara" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, presso Area di Ricerca del CNR di Firenze (IFAC-CNR).

- effettuazione, ove opportuno, di una valutazione più dettagliata prevedendo misure e/o calcoli, finalizzati a stabilire il livello di esposizione a CEM;
- individuazione di misure tecniche/operative/procedurali volte alla riduzione/gestione del rischio specifico.

La metodologia proposta si sostanzia nelle fasi seguenti:

- censimento e valutazione preliminare delle sorgenti di cem;
- verifica del rispetto della vigente normativa in relazione alla tipologia dei soggetti esposti;
- necessità o meno di approfondimenti in ordine a specifiche o particolari situazioni operative e di esposizione;
- mappatura di aree, zone, locali, con considerazione di tempi e modi di occupazione;
- attuazione di misure tecnico-organizzative al fine di eliminare o, ove non sia possibile, ridurre al minimo il rischio da esposizione a cem;
- programmazione del monitoraggio periodico a controllo e verifica delle apparecchiature, macchine, sistemi e quant'altro sia stato, nel corso della valutazione, individuato come sorgente significativa di CEM.

Si precisa che il presente documento non fornisce indicazioni relativamente alla gestione del rischio da CEM negli impianti di Risonanza Magnetica (RM).

1.1 Modalità di svolgimento della valutazione del rischio

Le attività concernenti le valutazioni preliminari, le misurazioni e/o i calcoli devono essere programmate ed effettuate da servizi o persone incaricate e professionalmente competenti, prevedendo la consultazione e/o la partecipazione dei lavoratori o dei loro rappresentanti.

I dati ottenuti da valutazioni, misurazioni e/o calcoli dei livelli di esposizione, dovranno essere riportati su un supporto appropriato e potranno includere la giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi connessi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata.

La valutazione dei rischi dovrà essere aggiornata soprattutto in caso di modifiche significative al ciclo produttivo o quando i risultati della sorveglianza sanitaria lo rendano necessario.

È auspicabile che la valutazione venga supportata da un gruppo di lavoro multidisciplinare (es: Direzioni Sanitarie, Servizio Prevenzione Protezione, Servizi di Fisica Sanitaria, Medico Competente, RLS).

1.2 Effetti diretti e indiretti da esposizione da CEM

La valutazione riguarda le misure di prevenzione e protezione contro i rischi associati ai CEM a causa dei loro effetti a breve termine sulla salute e sicurezza dei soggetti esposti, ovvero:

- *effetti diretti*: azione diretta dei CEM sul corpo umano dei soggetti esposti;
- *effetti indiretti* dei CEM su materiali ed apparecchiature: interferenze con apparecchiature, dispositivi medici non impiantati, rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici determinati da campi magnetici statici con densità di flusso magnetico maggiore di 3 mT, innesco di detonatori, rischio di incendio ed esplosione per innesco di materiale infiammabile per scintille determinate da campi indotti, correnti di contatto o scariche.

Agli effetti diretti sull'organismo umano, concorrono i seguenti meccanismi biofisici di interazione²:

- induzione di tensioni e correnti all'interno del corpo (prevalentemente per CEM a basse frequenze);
- conversione di energia elettromagnetica in energia termica all'interno di organi e tessuti, con loro conseguente riscaldamento (prevalentemente per CEM ad alte frequenze).

Relativamente agli effetti indiretti, particolare attenzione deve essere dedicata alle condizioni di esposizione di soggetti con dispositivi medici attivi e passivi impiantati. Interferenze o effetti sul funzionamento di dispositivi medici, quali protesi metalliche, stimolatori cardiaci, defibrillatori, impianti cocleari, possono infatti verificarsi per valori inferiori ai valori d'azione, specialmente quando tali dispositivi siano datati e tecnologicamente non innovati.

Riguardo agli effetti di interferenza sulle apparecchiature, la norma CEI/EN/50499, rimanda per ogni ulteriore approfondimento alle Norme Europee o Rapporti Tecnici del CENELEC sull'argomento che si applicano o forniscono informazioni per la loro gestione, tra cui:

- EN 60601-1-2, Apparecchiature elettromedicali – Parte 1-2: Prescrizioni generali per la sicurezza fondamentale e prestazioni essenziali - Norma collaterale: Compatibilità elettromagnetica - Prescrizioni e prove (IEC 60601-1-2, mod.);
- CLC/TR 50426, Assessment of inadvertent initiation of bridge wire electro-explosive devices by radio-frequency radiation – Guide;
- CLC/TR 50427, Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio-frequency radiation – Guide."

È importante che le apparecchiature siano installate e utilizzate come descritto dal costruttore poiché le Direttive UE, es. Direttiva Macchine 98/37/CE, contengono restrizioni relative alla sicurezza funzionale dell'apparecchiatura. In alcuni casi, infatti, è necessario verificare che l'apparecchiatura abbia un adeguato livello di immunità dai disturbi elettromagnetici (ad esempio le apparecchiature elettromedicali adibite al sostentamento delle funzioni vitali) e che sia collocata in luogo idoneo.

² Al momento, è oggetto di ricerca scientifica e clinica individuare se altri effetti diretti a breve termine, provocati da meccanismi biofisici non noti e/o solo ipotizzati, possano sussistere.

1.3 Effetti a lungo termine e da contatto con conduttori in tensione

Il presente documento, così come la Direttiva 2004/40/CE, non si riferisce a ipotizzati effetti a lungo termine e nemmeno ai rischi derivanti da contatto con conduttori in tensione.

2. TERMINI E DEFINIZIONI

Si ritiene utile riportare di seguito una serie di definizioni. Per un approfondimento si rimanda alla Norma Tecnica CEI/EN/50499, alla Direttiva 2004/40/CE e alle Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo e a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz) della Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP).

Apparecchiatura: il termine apparecchiatura comprende in senso lato tutte le sorgenti di emissione di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, inclusi i dispositivi, gli apparati, le macchine, la strumentazione, le installazioni.

Assorbimento Specifico di Energia (SA, Specific Absorption): energia assorbita per unità di massa da un tessuto biologico. L'assorbimento specifico di energia è l'integrale nel tempo del tasso di assorbimento specifico. Viene espressa in joule al chilogrammo (J/kg).

Conducibilità elettrica: grandezza fisica che, moltiplicata per l'intensità del campo elettrico, fornisce la densità di corrente di conduzione (è l'inverso della resistività). Viene espressa in Siemens al metro (S/m).

Conduttanza: inverso della resistenza. Viene espressa in Siemens (S).

Densità di corrente: vettore il cui integrale su una data superficie è uguale alla corrente che passa attraverso la superficie; la densità media in un conduttore è uguale alla corrente divisa per la sezione trasversale del conduttore. Viene espressa in Ampere al metro quadro (A/m²).

Densità di potenza: potenza che attraversa una superficie unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda elettromagnetica. Viene espressa in watt al metro quadro (W/m²).

Dosimetria: misura, o calcolo, dell'intensità del campo elettrico interno o della densità di corrente indotta, del rateo di assorbimento specifico, o della distribuzione del rateo di assorbimento specifico negli uomini o negli animali esposti a campi elettromagnetici.

Effetto biologico: variazione fisiologica rilevabile in un sistema biologico quando esposto a CEM.

Effetto sanitario: effetto biologico non compensabile dai meccanismi fisiologici omeostatici dell'organismo; va ricordato che tali meccanismi sono in stretta correlazione con fattori individuali e ambientali.

Energia elettromagnetica: energia associata ad un campo elettromagnetico. Viene misurata in Joule (J).

Esposizione: condizione in cui la persona è soggetta a campi elettrici, magnetici o elettromagnetici, o a correnti di contatto.

Esposizione della popolazione: ogni esposizione a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici sperimentata dalle persone del pubblico e che non sia riconducibile ad esposizione professionale o a procedure mediche.

Esposizione professionale: ogni esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici sperimentata da individui in relazione alla loro attività lavorativa.

Frequenza: è l'inverso dell'intervallo di tempo che intercorre (periodo) tra gli istanti iniziali dello stesso segnale che si ripete ciclicamente nel tempo. Viene espressa in Hertz (Hz).

Induzione magnetica: quantità vettoriale, indicata con B , che caratterizza un campo magnetico. Viene espressa in Tesla (T).

Intensità del campo elettrico (E): forza su una carica positiva unitaria in un certo punto all'interno di un campo elettrico. Viene misurata in Volt al metro (V/m).

Intensità del campo magnetico: quantità vettoriale, indicata con H , che definisce intensità, direzione e verso della forza prodotta da un magnete, da una corrente elettrica o da un campo elettrico variabile nel tempo in un punto dello spazio. Viene espressa in Ampere al metro (A/m).

Lavoratore: definizione di cui all'articolo 2 del D. Lgs 81/08.

Limiti di esposizione: valori restrittivi sull'esposizione indicati nelle norme, nelle guide o nelle direttive internazionali o nazionali, sull'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Per il Capo IV del Titolo VIII del DLgs 81/2008, i limiti di esposizione sono i valori limite dell'esposizione, nonché le altre prescrizioni specificate in tale decreto per evitare rischi relativi all'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici nei luoghi di lavoro.

Lunghezza d'onda: distanza, misurata lungo la direzione di propagazione, tra due punti successivi di un'onda periodica nei quali l'oscillazione ha la stessa fase.

Luogo di lavoro: luogo dove i lavoratori hanno accesso nell'ambito delle loro mansioni, non necessariamente con esclusione di accesso da parte di persone della popolazione in generale.

Microonde: radiazioni elettromagnetiche con frequenza compresa nell'intervallo 300 MHz – 300 GHz.

Onda piana: approssimazione della configurazione del campo elettromagnetico in una regione dello spazio lontana dalla sorgente. E' un'onda elettromagnetica nella quale i vettori campo elettrico e campo magnetico giacciono in un piano perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda e per la quale l'intensità del campo magnetico (moltiplicata per l'impedenza dello spazio) e quella del campo elettrico sono uguali.

Permeabilità magnetica: grandezza fisica che, moltiplicata per l'intensità del campo magnetico, fornisce l'induzione magnetica. Viene espressa in henry al metro (H/m).

Radiazioni non ionizzanti (NIR, Non Ionizing Radiation): radiazioni dello spettro elettromagnetico che non hanno normalmente un'energia sufficiente per produrre ionizzazione nella materia. Sono caratterizzate da energie fotoniche inferiori a 12eV, da lunghezze d'onda maggiori di 100 nm e da frequenze inferiori a 3×10^{15} Hz.

Radiofrequenza (RF): ogni frequenza alla quale la radiazione elettromagnetica sia utile per trasmissioni radio, TV e telefoniche. In questo documento, si intendono come radiofrequenze le radiazioni con frequenza compresa nell'intervallo 100 kHz – 300 GHz.

Rateo o Tasso di Assorbimento Specifico di energia (acronimo inglese di Specific Absorption Rate): si tratta del valore, mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del rateo di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed è espresso in Watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR a corpo intero è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF) superiori a circa 100 kHz.

Valore quadratico medio (rms, rootmeansquare): radice quadrata del valor medio (su un periodo) del quadrato di una funzione periodica. Questo valore è noto come valore efficace o valore quadratico medio, perché viene calcolato effettuando dapprima il quadrato della funzione, determinando poi il valore medio dei quadrati così ottenuti e calcolando infine la radice quadrata del valor medio.

Valori di azione: valori delle grandezze fisiche direttamente misurabili, espressi in termini di intensità del campo elettrico (E), intensità del campo magnetico (H), densità del flusso magnetico (B), densità di potenza (S), corrente di contatto e corrente indotta attraverso gli arti. Il superamento di tali valori richiede la messa in atto di una o più misure specifiche di prevenzione e/o mitigazione dell'esposizione individuate dal D. Lgs 81/2008. La conformità a tali valori assicura la conformità ai relativi limiti di esposizione.

Valori limite di esposizione: limiti di esposizione a EMF, indicati nelle norme, nelle guide o nelle direttive internazionali o nazionali, e di cui al Capo IV del Titolo VIII del D. Lgs 81/2008, la cui quantificazione si basa direttamente sugli effetti biologici accertati sulla salute umana. Il rispetto dei limiti assicura che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici siano protetti da tutti gli effetti negativi per la salute conosciuti.

Valutazione del rischio: procedimento per la determinazione della conformità dell'ambiente di lavoro in riferimento ai limiti di esposizione di cui al Capo IV del Titolo VIII del D. Lgs 81/2008, quale passaggio finale alle azioni di cui all'articolo 209 Capo IV del Titolo VIII del D. Lgs 81/2008.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano di seguito i principali documenti di riferimento per la stesura delle presenti linee di indirizzo.

Publicazione	Anno	Titolo	EN/HD	Norme CEI
--------------	------	--------	-------	-----------

IEC 60335-2-45	2002	Norma di base per dimostrare la conformità ai limiti di base o ai livelli di riferimento relativi all'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a radio frequenza delle apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili, quando messe in servizio	EN 60335-2-45	61-167
IEC 60745-1 mod	2006	Sicurezza degli utensili elettrici a motore portatili – Parte 1: Prescrizioni generali	EN 60745-1	107-112
IEC 61029-1 mod	1990	Sicurezza degli utensili elettrici a motore trasportabili – Parte 1: Prescrizioni generali	EN 61029-1	107-92
IEC 62226-1	2004	Esposizione ai campi elettrico e magnetico nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano – Parte 1: Aspetti generali	EN 62226-1	106-10
IEC 62226-2-1	2004	Esposizione ai campi elettrici e magnetici nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano – Parte 2-1: Esposizione ai campi magnetici - Modelli 2D	EN 62226-2-1	106-9
IEC 62226-3-1	2007	Esposizione ai campi elettrici e magnetici nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano – Parte 3-1: Esposizione ai campi elettrici - Modelli analitici e numerici 2D	EN 62226-3-1	106-18
–	–	Valutazione degli apparecchi elettronici ed elettrici in relazione ai limiti di base per l'esposizione umana ai campi elettromagnetici (0 Hz - 300 GHz) (IEC 62311, mod.)	EN 62311	106-19
–	–	Fixed radio transmitter sites – Exposure to non-ionizing electromagnetic fields – Guidelines for working conditions	ETSI TR 101 870	–

–	–	Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)	1999/519/EC	–
Direttiva 2004/40 CE Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici- campi elettromagnetici-	2004	Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (18th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC	2004/40/EC	–
IEC 50499	2009	Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici	EN 50499	–
Linee guida Regione Lombardia	2005	Prevenzione dei rischi da sorgenti di radiazioni non ionizzanti impiegate in ambito sanitario		
D.Lgs 9 Aprile 2008, n.81s.m.i.	2008	Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (G.U. n.101 del 30-04-2008 – Suppl. Ordinario n.108)	–	–
Documento N. 1-2009 – Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome	2010	Decreto Legislativo 81/2008 Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro Indicazioni operative		
DPCM 8 luglio 2003	2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti (GU n. 200 del 29-8-2003).	–	–
DPCM 8 Luglio 2003.	2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz. (GU n. 199 del 28-8-2003)	–	–

4. VALUTAZIONE DEI RISCHI

4.1 Introduzione

In ordine al presente documento si è assunta quale definizione di "esposizione" quella di cui all'art. 3, comma 1, lettera f), della legge 36/2001 (legge quadro sulla protezione dai campi elettromagnetici), ovvero l'esposizione dei lavoratori è *"ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"*. Non di meno le esposizioni indebite a sorgenti non correlate con la specifica attività dei lavoratori che non ricadono sotto la gestione del datore di lavoro, devono comunque essere oggetto di valutazione ed essere ridotte – attività a carico dei gestori della sorgente – entro i limiti vigenti per la tutela della popolazione. Il datore di lavoro deve quindi valutare il rischio, ed eventualmente verificare il rispetto della normativa vigente, anche in ordine alle esposizioni indebite a sorgenti non correlate con la specifica attività dei lavoratori che ricadono sotto la gestione del datore di lavoro ed in ogni caso esse devono essere eliminate o ricondotte entro le restrizioni previste dalla normativa vigente per la tutela della popolazione.

Il presente documento intende quindi fornire uno strumento operativo con il quale le organizzazioni sanitarie possono valutare il rischio da CEM.

Tale processo prevede la conoscenza dei livelli di esposizione presenti nella struttura per mezzo di misurazioni o calcoli e mediante il confronto con i limiti di legge vigenti (valori di azione e limiti di esposizione previsti per i lavoratori secondo il D. Lgs 81/2008, e i DPCM 8 Luglio 2003 per il pubblico) con l'obiettivo di eliminare e, ove ciò non sia possibile, ridurre il rischio specifico.

4.2 Definizione delle sorgenti

La prima fase della valutazione del rischio richiede il censimento e la mappatura delle sorgenti di CEM presenti nel luogo di lavoro. Nelle strutture sanitarie coesistono infatti sorgenti interne, indoor, ed esterne, outdoor, di pertinenza anche di gestori/responsabili diversi dal responsabile della stessa struttura sanitaria. Il risultato di questa prima fase permette di definire, anche se non sempre esaustivamente, aree e zone con presenza di rischio di esposizione a CEM.

4.2.1 Sorgenti indoor

Nelle strutture sanitarie e nella maggior parte dei luoghi di lavoro delle stesse sono contenute, installate ed utilizzate apparecchiature elettriche e sono presenti impianti che producono campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a livelli inferiori ai limiti di esposizione della popolazione.

Tuttavia, in taluni reparti è previsto l'uso intenzionale di apparecchiature che producono CEM ai fini diagnostici o terapeutici che possono superare i limiti di esposizione della popolazione.

Inoltre, in altre attività lavorative e/o aree specifiche, non finalizzate a diagnosi e terapia, può essere necessario utilizzare apparecchiature o impianti che generano CEM analogamente superiori ai limiti sopra citati .

4.2.2 Sorgenti outdoor

Le strutture sanitarie possono altresì essere poste in prossimità di sorgenti di emissione e possono subirne l'influenza. In particolare, vi può essere un concorso di esposizione da elettrodotti, stazioni radio base, ripetitori di radiodiffusione (AM e FM) o TV.

In generale, la definizione delle sorgenti e la loro mappatura sono un elemento fondamentale ed indispensabile del processo di valutazione in quanto permettono di conoscere lo stato e la situazione specifica e garantiscono una corretta zonizzazione. Sulla base dei medesimi elementi può altresì essere strutturato un piano di miglioramento che preveda la riduzione dell'esposizione attraverso l'applicazione di misure preventive. Non di meno tali aspetti possono essere considerati, ai fini della progettazione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature, nella definizione dei procedimenti e dei metodi di lavoro. Secondariamente, è così possibile verificare/aggiornare le disposizioni relative alle attrezzature e ai metodi di lavoro contribuendo alla protezione dei lavoratori che le utilizzano. E' evidente che tale aspetto della valutazione viene a costituire il sistematico adeguamento ai progressi tecnici e alle conoscenze scientifiche nella logica del miglioramento continuo per la protezione della salute dei lavoratori.

4.3 Classificazione delle sorgenti

La classificazione delle sorgenti ai fini della valutazione dei CEM, qui ripresa, è stata effettuata sulla base dei criteri previsti dalla norma CEI/EN/50499 nella quale sono classificati, in due differenti tabelle, i luoghi di lavoro e le apparecchiature:

- **Tabella n. 1:** luoghi di lavoro e apparecchiature conformi a priori

La Tabella n. 1 contiene un elenco, non esaustivo, dei luoghi e delle apparecchiature elettriche per le quali può essere prevista l'esclusione a priori di approfondimento valutativo, ovvero per le quali non è necessario procedere ad una valutazione più dettagliata dell'esposizione, in quanto i valori di CEM sono inferiori a quelli previsti per la protezione della popolazione generale. Rientrano tra queste: le apparecchiature con marcatura CE valutata utilizzando le norme sui CEM armonizzate e quelle immesse sul mercato europeo in conformità alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE, le apparecchiature di illuminazione (escluse quelle alimentate in radio frequenza), i computer, le macchine per ufficio, i telefoni mobili e senza filo, portatili e trasportabili, le apparecchiature elettriche per il riscaldamento di locali, tutte le apparecchiature mediche che non irradiano intenzionalmente CEM o applicano correnti.

Nella stessa tabella sono altresì riportate le caratteristiche che devono possedere le reti di alimentazione elettrica (50Hz) nei luoghi di lavoro e gli impianti dei circuiti di distribuzione e trasmissione dell'energia elettrica che attraversano o sorvolano il luogo di lavoro, caratteristiche utili a comprovare la conformità ai limiti di esposizione, ovvero il rispetto dei valori previsti dalla Raccomandazione Europea 1999/519/CE relativa all'esposizione della popolazione generale ai CEM. In questo caso le esposizioni ai campi elettrici (in funzione della tensione e della posa) e magnetici (in funzione, oltre che della posa, dell'intensità di corrente e dello squilibrio tra le fasi) sono considerate separatamente.

Per la lettura dettagliata della tabella si rimanda alla norma CEI/EN/50499.

- **Tabella n. 2:** esempi di apparecchiature passibili di ulteriore valutazione.

In Tabella 2 viene riportato un elenco, non esaustivo, delle apparecchiature per le quali potrebbero essere necessarie ulteriori valutazioni. In questa evenienza è necessario identificare non solo il tipo di apparecchiatura con le caratteristiche tecniche (es. frequenza, potenza emessa, fattore di utilizzazione), ma anche le condizioni di impiego "normale"³(es. posizione dell'operatore, posizione di lavoratori "altri" dall'operatore, tempo trascorso nella posizione di lavoro, tipologie di lavorazione, procedure di manutenzione o riparazione).

Tra le apparecchiature e gli impianti per le quali è necessario effettuare una valutazione specifica⁴ si segnalano:

- le apparecchiature per trattamenti medici che utilizzano sorgenti RF e MW di elevata potenza ;
- altre apparecchiature mediche che irradiano intenzionalmente campi elettrici o magnetici o inducono correnti ;
- le antenne di stazioni radio base nel caso in cui i lavoratori possano avvicinarsi all'antenna più della distanza di sicurezza definita in relazione ai limiti di esposizione della popolazione.

4.4 Valutazione dei livelli di esposizione ai CEM

4.4.1 Condizione 1- Luoghi di lavoro conformi a priori

Nel caso in cui nella struttura sanitaria siano installate solo apparecchiature che non emettono CEM o che ne emettono a livelli inferiori ai limiti sanciti dalla normativa per la tutela della popolazione generale, la valutazione conterà di una "dichiarazione di conformità delle aree ispezionate" a cura del datore di lavoro. Tenuto conto che tale valutazione non dipende dal numero di apparecchiature presenti, ma dalla tipologia e dalle caratteristiche di funzionamento, dovrà essere mantenuto attivo il monitoraggio sulle apparecchiature presenti nelle aree dichiarate conformi al fine di non pregiudicare l'integrità del luogo di lavoro e la sicurezza dei lavoratori (aggiornamento periodico del Documento di Valutazione dei Rischi).

4.4.2 Condizione 2 - Luoghi di lavoro suscettibili di ulteriore valutazione

Qualora, a seguito del censimento delle apparecchiature, o più in generale delle sorgenti, risulti necessario provvedere ad ulteriori approfondimenti (in quanto non riferibili alla Tabella 1 della norma CEI/EN/50499) si devono valutare i livelli di campo presenti, ai quali i soggetti possono trovarsi esposti. Per ogni sorgente la valutazione deve tenere conto delle caratteristiche tecniche e di funzionamento fornite dal fabbricante e deve prevedere la misurazione e/o il calcolo dei campi emessi. Sulla base della valutazione effettuata, se risultano superati i valori di azione, il datore di lavoro deve valutare e, se del caso, calcolare se i valori limite di esposizione sono stati superati e possono essere esclusi i rischi per la salute e la sicurezza. Il datore di lavoro deve vigilare affinché i limiti di

³Il termine "normale" si riferisce all'uso previsto ossia quello specificato nelle istruzioni o installazioni, nonché quello riguardante le modalità di esecuzione delle manutenzioni e delle riparazioni e riguardanti anche le prevedibili situazioni di incidenti e di uso improprio.

⁴L'elenco dettagliato è parte integrante della norma CEI/EN/50499 a cui si rimanda per ogni ulteriore approfondimento.

esposizione non siano superati in futuro o, meglio, può adottare soluzioni volte a riportarsi al di sotto dei valori di azione.

Se i limiti di esposizione sono superati si deve definire e attuare un programma d'azione che comprenda misure tecniche e/o organizzative intese ad impedire esposizioni eccedenti i valori limite di esposizione prevedendo:

- l'introduzione di altri metodi di lavoro che implicino una minore esposizione ai CEM;
- la scelta di attrezzature/apparecchiature con emissioni di campi di intensità inferiore;
- l'adozione di misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermatura o di analoghi meccanismi di protezione della salute;
- l'adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e delle postazioni di lavoro;
- la necessità di una nuova progettazione e strutturazione dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione ;
- la disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale;
- la segnalazione, con un'apposita segnaletica recante le prescrizioni per la salute e sicurezza sul lavoro, dei locali, delle aree e delle zone a maggior rischio;
- la limitazione alle aree di accesso.

In nessun caso i lavoratori devono essere esposti a valori superiori ai valori limite di esposizione. Quando, nonostante i provvedimenti presi, i valori limite di esposizione siano superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione, individua le cause del loro superamento e adegua di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

4.5 Raccomandazioni

In riferimento agli elementi o alle specifiche situazioni determinanti la condizione 2, si riportano di seguito alcune indicazioni:

- tutte le apparecchiature elencate di cui alla condizione 1 possono essere escluse dalla valutazione;
- le situazioni di esposizione simultanea a sorgenti e/o a frequenze multiple devono essere approfondite;
- la valutazione deve considerare tutti gli aspetti inerenti la salute e la sicurezza dei lavoratori, ivi compresi quelli riguardanti i lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi;
- in riferimento alla tutela di tutti i lavoratori che non rientrano nella definizione di cui all'art. 3 comma f) della L.36/2001, si applicano limiti di esposizione per la popolazione così come per degenti, utenti e visitatori che afferiscono alle strutture sanitarie nelle condizioni specificate;

- per alcune apparecchiature può essere adeguato intraprendere una valutazione direttamente rispetto ai limiti di esposizione (le norme specifiche di valutazione per tali apparecchiature dovrebbero indicarne le modalità);
- nel caso del confronto dei valori di campo misurati con i valori di azione o della valutazione del rispetto dei limiti di esposizione per sorgenti con contenuto armonico superiore a 10 MHz si applica una media temporale che tenga conto della durata dell'esposizione nelle normali condizioni di lavoro nonché il ciclo di funzionamento della(e) emissione(i) dall'apparecchiatura nel luogo di lavoro. Per sorgenti il cui contenuto armonico presenti componenti inferiori a 100 kHz non può essere fatta alcuna media temporale, ed è determinante il valore istantaneo. Tra 100 kHz e 10 MHz è consentita l'applicazione di una media temporale soggetta a vincoli sull'esposizione massima istantanea. Per frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i limiti di esposizione basati sul SAR possono essere mediati nel tempo contrariamente ai limiti di esposizione basati sulla corrente indotta nel sistema nervoso centrale. Questo è descritto in modo più completo nelle norme generiche o specifiche, es. nella norma UNI EN 62311;
- quando vengono utilizzate misure o calcoli per la valutazione dettagliata dell'esposizione, deve essere effettuata un'analisi dell'incertezza in conformità al metodo di valutazione specifico o alla norma applicata;
- per poter essere considerata nell'ambito di tale valutazione iniziale, l'apparecchiatura deve essere stata installata e utilizzata in conformità alle istruzioni del costruttore;
- le situazioni di esposizione, per esempio durante la manutenzione dell'apparecchiatura, possono essere diverse dall'esposizione durante il suo normale utilizzo e dovrebbero essere valutate separatamente;
- in alcune situazioni, può essere necessaria una rivalutazione dell'esposizione dopo operazioni di manutenzione/riparazione/modifiche/aggiornamenti di un'apparecchiatura (nel caso la sorgente afferisca alla condizione 2).

4.6 Effetti indiretti delle sorgenti di CEM

La valutazione del rischio deve prevedere altresì una particolare attenzione agli effetti indiretti. Il D. Lgs. 81/08, oltre a riportare i valori di azione e i valori limite di esposizione, pone in capo al datore di lavoro la valutazione anche degli effetti indiretti dei CEM sui lavoratori, su materiali e apparecchiature, e l'attenzione a condizioni di ipersuscettibilità individuale (lavoratori con dispositivi medici attivi e passivi impiantati e non impiantati, e lavoratrici gestanti).

4.6.1 Effetti indiretti sulle apparecchiature e sui materiali

I CEM possono dare luogo a:

- interferenze con apparecchiature e dispositivi medici elettronici impiantati e non impiantati;
- rischio propulsivo derivante da oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici con una densità del flusso magnetico maggiore di 3 mT;
- innesco di dispositivi elettroesplosivi (detonatori);

- rischio di incendio e di esplosione in conseguenza all'innesco di materiale infiammabile da parte di scintille causate dai campi indotti, dalle correnti di contatto o dalle scariche con scintille.

La valutazione deve quindi porre particolare attenzione anche a tali particolari effetti per i quali è opportuno fare riferimento alle Norme CEI o ai Rapporti Tecnici del CENELEC che sull'argomento possono essere un valido supporto ai fini della loro applicazione/gestione, tra cui si segnalano:

- EN 60601, Apparecchiature elettromedicali – Parte 1-2: Prescrizioni generali per la sicurezza fondamentale e prestazioni essenziali - Norma collaterale: Compatibilità elettromagnetica - Prescrizioni e prove (IEC 60601-1-2, mod.);
- CLC/TR 50426, Assessment of inadvertent initiation of bridge wire electro-explosive devices by radio-frequency radiation – Guide;
- CLC/TR 50427, Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radiofrequency radiation – Guide.

4.6.2 Effetti indiretti sui dispositivi medici impiantati

Le strutture sanitarie possono essere frequentate da pazienti/utenti e da lavoratori portatori di dispositivi medici attivi impiantati (AIMD) o di impianti metallici passivi. La valutazione dei livelli di esposizione e la successiva classificazione delle aree (paragrafo 5) potranno dare luogo alla messa in atto delle opportune misure a tutela della sicurezza e salute dei soggetti presenti nell'ambiente sanitario. I rischi specifici per i soggetti portatori di AIMD sono fondamentalmente quelli ascrivibili al corretto funzionamento del dispositivo, mentre i rischi per gli impianti metallici passivi derivano principalmente dal riscaldamento del tessuto biologico circostante l'impianto. I risultati della valutazione e la successiva classificazione potranno quindi definire in quali aree debbano essere prescritte eventuali restrizioni di accesso o particolari attenzioni. Come già riportato in premessa la conformità alle prescrizioni indicate nel D. Lgs. 81/08 costituisce uno strumento di protezione rispetto agli effetti accertati sulla salute, che possono derivare dall'esposizione a CEM, ma non garantisce l'eliminazione di problemi di interferenza o effetti sul funzionamento di dispositivi medici quali protesi metalliche, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo. Come precedentemente esposto, problemi di interferenza specialmente con gli stimolatori cardiaci, possono verificarsi per valori inferiori ai valori di azione previsti per la protezione dei lavoratori ed esigono quindi appropriate precauzioni e misure protettive. Il rispetto dei limiti previsti per la popolazione garantisce la dovuta tutela anche per i lavoratori con particolari rischi.

4.6.3 Gestanti

La Direttiva 2004/40/CE non prevede prescrizioni e/o estensioni di specifiche misure a tutela delle lavoratrici gestanti⁵. Il D. Lgs 81/08 prevede che il datore di lavoro, ai sensi del D. Lgs 26 marzo 2001 n. 151, valuti il rischio di esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici e dei processi lavorativi considerati pericolosi per la sicurezza o la salute delle lavoratrici

⁵ Nota fornita dalla Direzione Generale per l'Occupazione e gli Affari Sociali della Commissione UE 12.10.2004: "CEN, CENELEC e ETSI devono tenere in considerazione i valori limite e i valori di azione fissati dalla Direttiva 2004/40/CE. Tale Direttiva non prevede valori limite o valori di azione specifici per le lavoratrici gestanti. Pertanto, i soli limiti occupazionali e valori di azione obbligatori sono quelli fissati dalla Direttiva 2004/40/CE."

gestanti, delle puerpere, o in periodo di allattamento, ivi compreso quindi l'esposizione alle radiazioni non ionizzanti che comprendono i CEM.

5 CLASSIFICAZIONE DELLE AREE

A seguito dei risultati della valutazione è possibile eseguire una classificazione dei luoghi di lavoro per aree o zone. La norma CEI/EN/50499, a cui si rimanda per ogni ulteriore specifica o approfondimento, prevede la classificazione in tre ZONE; data la particolarità del luogo di lavoro a cui il presente documento è dedicato si propone la seguente classificazione a cui potranno aggiungersi delle sotto-classi:

Area 0: identifica un luogo in cui i livelli di esposizione sono conformi ai valori limite di esposizione per la popolazione generale;

Area 1: identifica i luoghi in cui è possibile il superamento dei valori limite per la popolazione ma non il superamento dei valori di esposizione per i lavoratori;

Area 2: identifica i luoghi in cui possono essere superati i valori di esposizione per i lavoratori;

Area a rischio specifico: sono luoghi nei quali è necessaria l'applicazione di una norma specifica ovvero, a seguito della valutazione, devono essere attuate misure specifiche o particolari.

6 GESTIONE DEI RISCHI

La gestione del rischio da parte del datore di lavoro deve prevedere:

- un metodo di valutazione utile a conoscere l'esposizione ai CEM nei luoghi nei quali è prevista la presenza di lavoratori o nei quali il lavoratore possa essere esposto in ragione dell'attività svolta;
- *la possibilità* di stabilire quale sia il livello di esposizione presente nei luoghi di lavoro, ovvero nelle aree/zone dove le varie categorie di soggetti possono trovarsi;
- se sia ulteriormente necessario misurare e/o calcolare i livelli di CEM a cui i soggetti possono essere esposti.
- le misure preventive e protettive attuate e le modalità di controllo previste in funzione dei risultati della valutazione.

6.1 Soggetti esposti

In riferimento alla valutazione dei rischi, e ancora di più alla gestione dei rischi, è fondamentale identificare i soggetti presenti e frequentanti i locali delle strutture e che possono essere esposti ai CEM.

6.1.1 Utenti

È opportuno distinguere gli utenti che devono essere sottoposti ad un trattamento diagnostico o terapeutico che prevede l'utilizzo di CEM da coloro che semplicemente afferiscono alla struttura sanitaria.

In merito ai primi (utenti esposti a CEM per ragioni diagnostico terapeutiche) l'effetto biologico è volutamente determinato, ma in questo caso vige lo stretto controllo medico. Il medico prescrivente dovrà quindi stabilire l'appropriatezza del trattamento tenuto conto anche della presenza di dispositivi medici attivi impiantati (es. pacemaker, defibrillatori o altri dispositivi elettronici di supporto a funzioni vitali), del presunto o accertato stato di gravidanza; dovrà quindi sulla base delle proprie conoscenze, ponderare il bilancio rischio/beneficio. In questo caso la specifica valutazione deve essere fatta dal medico che prescrive il trattamento al quale compete valutare eventuali controindicazioni. In particolare, circa i trattamenti terapeutici che prevedano l'utilizzo di sorgenti a radiofrequenza (RF) o microonde (diatermia e ipertermia non oncologica) è opportuno adottare apposite misure precauzionali:

- l'area da trattare deve essere denudata, priva di oggetti metallici anche endotissutali, non deve presentare zone di ipo-anestesia, né tracce di sudore;
- l'utente non deve indossare lenti a contatto durante il trattamento;
- il campo di applicazione non deve investire direttamente il cristallino, o cavità contenenti fluidi (bolle, versamenti o altro);
- i cavi di raccordo dell'apparecchio alle armature dei condensatori non devono entrare in contatto con l'utente e nemmeno con l'operatore.

In merito a tutti gli altri utenti, compresi i degenti presenti ma non interessati da trattamenti, i limiti di esposizione sono quelli previsti per la popolazione (DPCM 8 luglio 2003). Qualora dalla valutazione e dalla mappatura si evidenziassero zone o aree interessate dal superamento di tali limiti, si dovrà provvedere alla loro delimitazione mediante apposita segnaletica, (es. nelle zone ove si effettua la terapia fisica è opportuna l'installazione di segnalatori luminosi posti all'esterno dei box di terapia), si dovranno prevedere ed attuare specifiche procedure di sicurezza (es. accesso controllato nelle zone a rischio specifico). E' inoltre fondamentale distanziare le aree di degenza, attesa, transito della popolazione dalle zone dedicate ai trattamenti.

6.1.2 Lavoratori

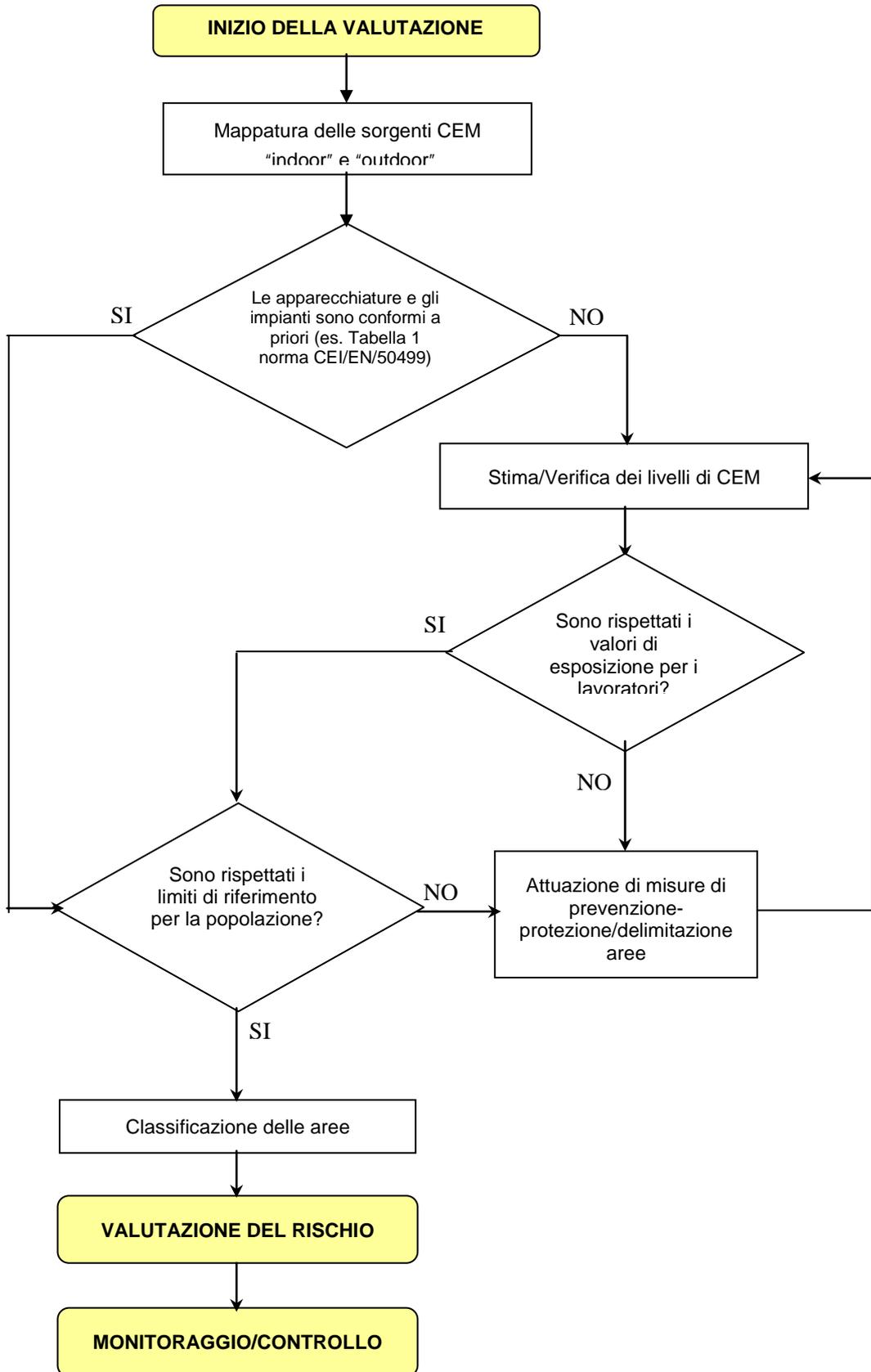
Premesso che l'esposizione dei lavoratori deve essere mantenuta al più basso livello possibile, e comunque al di sotto dei valori di azione, devono essere predisposte procedure operative per evitare indebite esposizioni. I luoghi di lavoro caratterizzati dal superamento dei valori d'azione devono essere delimitati e l'accesso deve essere controllato con apposita segnaletica, fatto salvo che, da apposita valutazione risultino non superati i limiti di esposizione e che non sussistano rischi per la sicurezza (es. incendio o esplosione, utilizzo di gas medicali, solventi, altro). In merito ai lavoratori esposti al rischio specifico ovvero che operino in ambienti in cui sono presenti sorgenti di CEM (es. operatori addetti all'utilizzo di apparecchiature per trattamenti medici che utilizzano CEM, addetti alla installazione/manutenzione di antenne di stazioni base, altro), essi devono essere debitamente informati e formati sui rischi specifici sia per la tutela personale che per garantire la corretta gestione delle apparecchiature a tutela di soggetti altri. L'elenco

aggiornato dei lavoratori esposti, oltre a costituire parte della valutazione dei rischi, è altresì necessario ai fini della sorveglianza sanitaria, prevista di norma annualmente.

6.2 Luoghi di lavoro-apparecchiature-impianti

Fatto salvo che la riduzione dell'esposizione a CEM può essere realizzata in maniera più efficace attraverso l'applicazione di misure preventive nella progettazione dei posti di lavoro, è possibile aumentare la protezione dei lavoratori, attraverso la scelta delle attrezzature, dei procedimenti, dei metodi di lavoro, delle disposizioni relative agli impianti e alle attrezzature e al loro corretto uso. Per tale ragione, all'atto d'acquisto di una nuova apparecchiatura, devono essere fornite dal costruttore le caratteristiche di emissione, le istruzioni per un utilizzo corretto, le misure di precauzione eventualmente previste. Tali caratteristiche devono essere verificate in fase di progettazione e, successivamente, al momento dell'installazione/collaudo. Pur essendo stati messi in commercio di recente i dispositivi di protezione individuale (DPI) per la riduzione dell'esposizione ai campi elettromagnetici è prioritario provvedere alla schermatura delle sorgenti o degli ambienti. Riguardo le apparecchiature elettromedicali, deve essere inoltre garantita la sicurezza elettrica mediante apposite prove (norma CEI/EN/60601-1 Apparecchi elettromedicali), ed è altrettanto importante il mantenimento di tali caratteristiche mediante una corretta manutenzione e una verifica periodica delle proprietà delle apparecchiature stesse. A garanzia del risultato è necessario mettere a punto un programma di controllo di qualità. Il controllo relativo alle apparecchiature che fanno uso intenzionale di CEM deve prevedere misure strumentali di grandezze fisiche e periodiche verifiche degli ambienti in cui sono installate, a garanzia del rispetto dei livelli di esposizione sia per i lavoratori addetti che per la popolazione in generale. A causa della peculiarità e complessità di tali verifiche è opportuno che il datore di lavoro si avvalga di personale competente e con dimostrata esperienza nel settore, servendosi utilmente, ad esempio, dei Servizi di Fisica Sanitaria.

7 **DIAGRAMMA DI FLUSSO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA CEM IN AMBITO OSPEDALIERO**



APPENDICE 1. SUPPORTO ALLA VALUTAZIONE.

ESTRATTO DAL PROGETTO DI RICERCA SICEO “SICUREZZA E COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA IN AMBIENTE OSPEDALIERO”

Il progetto di ricerca SiCEO – Sicurezza e Compatibilità Elettromagnetica in ambiente Ospedaliero – ha coinvolto enti e istituzioni diverse (l'Istituto di Fisica Applicata del CNR, l'Azienda Ospedaliera Spedali Civili di Brescia e l'Azienda Ospedaliera di Desenzano del Garda,) in una collaborazione scientifica finalizzata alla valutazione dei rischi da esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici in ambito ospedaliero.

Il progetto di durata triennale, 2009 – 2011, ha previsto :

- valutazione dei rischi da esposizione a campi elettromagnetici alla luce del D. Lgs 81/2008;
- valutazione delle problematiche relative alle sorgenti “indoor” (apparecchiature per diagnostica e terapia, reti wireless), all'esposizione di operatori, pazienti e utenti e alla funzionalità delle apparecchiature nonché alle sorgenti “outdoor” (elettrodotti, Stazione Radio Base, impianti di radiodiffusione e TV);
- individuazione ed analisi di sorgenti varie che in ambiente ospedaliero producono campi elettromagnetici e loro influenza in termini di qualità diagnostico-terapeutica sulle apparecchiature elettromedicali "sensibili" e individuazione di possibili interventi;
- definizione di misure tecnico-organizzative procedurali finalizzate alla riduzione del rischio specifico.

Il programma di lavoro e lo sviluppo del progetto di ricerca hanno visto pertanto la definizione e l'articolazione di più fasi i cui risultati sono stati oggetto di pubblicazione⁶.

Nel corso del progetto è stata sviluppata una procedura di intervento relativa all'accertamento e alla quantificazione dei rischi di esposizione a CEM presenti nei confronti del personale che opera nei presidi ospedalieri, conformemente alle previsioni di cui al D. Lgs. 81/08, e, contestualmente, della “popolazione”, comprensiva di visitatori, utenti, degenti non direttamente interessati dagli accertamenti diagnostici o dalle terapie comportanti l'emissione di campi elettromagnetici.

Attuazione del progetto

Il Progetto di Ricerca è stato sviluppato in conformità alla norma CEI/EN/50499 Procedure for the Assessment of the Exposure of Workers to Electromagnetic Fields - novembre 2009. Tale norma, come già richiamato, descrive le modalità di svolgimento di una valutazione del rischio a più fasi, dalla fase preliminare alla fase di calcolo.

⁶Il progetto di ricerca è integralmente visionabile scaricando il Report CNR-IFAC-TSRR vol. 4 (2012) 1-39 dal sito del CNR al seguente indirizzo http://eprints.bice.rm.cnr.it/4016/1/1_bini.pdf

Si riportano di seguito i risultati delle rilevazioni effettuate mediante misure o calcoli delle sorgenti "indoor", principalmente apparecchiature diagnostiche e terapeutiche, ma anche impianti tecnici presenti nelle strutture ospedaliere, e "outdoor", quali elettrodotti, ripetitori radio e TV.

Elenco sorgenti indoor:

- Apparecchiature per magnetoterapia
- Apparecchiature per radarterapia
- Apparecchiature per marconiterapia
- Magnetostimolatore
- Incubatrici e culle termiche
- Elettrobisturi
- Altre apparecchiature elettromedicali
- Stazioni di cogenerazione/impianti tecnici
- Rete wireless

Elenco Sorgenti outdoor:

- Elettrodotti
- Stazioni Radio-Base
- Ripetitori radio FM e ripetitori TV

L'elencazione, non esaustiva, delle sorgenti copre un'ampia base di lavoro, se non la totalità, in ordine alle sorgenti di CEM normalmente presenti nelle strutture sanitarie in genere e ospedaliere in particolare.

Si evidenzia che anche nel progetto SiCEO non sono state oggetto di valutazione le unità diagnostiche di RM (risonanza magnetica).

Sintesi dei risultati

Si riporta di seguito la sintesi dei risultati delle misurazioni effettuate, i cui dettagli sono più ampiamente descritti nel Report CNR-IFAC-TSRR vol. 4 (2012) 1-39 precedentemente menzionato.

Sorgenti indoor

- ***Apparecchiature per magnetoterapia***

La magnetoterapia utilizza campi magnetici a bassa frequenza, in genere da 1 a 100 Hz, variamente modulati. All'interno delle bobine l'induzione magnetica varia in funzione del tipo di applicazione e può raggiungere valori fino a 10mT corrispondenti a 100 gauss. Attorno alle bobine l'induzione magnetica decresce rapidamente allontanandosi dalla sorgente (approssimativamente il campo magnetico è funzione dell'inverso del cubo della distanza). Le rilevazioni hanno riguardato differenti apparecchiature per magnetoterapia ma il principio di funzionamento si è constatato essere omogeneo in quanto utilizzano tutte campi a bassa frequenza (da 1 a 100 Hz). Tenuto conto della dislocazione e dei trattamenti possibili sono state effettuate differenti rilevazioni volte a verificare il livello di esposizione a cui possono essere assoggettati sia gli operatori addetti

al trattamento che i non addetti nonché l'influenza determinata dalle apparecchiature nelle zone frequentate o presso cui transitano visitatori, parenti, pazienti in attesa di trattamenti. Non è stata oggetto di misurazione l'esposizione dei pazienti in trattamento in quanto parte integrante della terapia e questa è oggetto di valutazione sotto il profilo clinico in termini di rischio/beneficio. Tenuto conto della particolarità dell'apparecchiatura, la grandezza di interesse è stata l'induzione magnetica (B).

Risultati

Per i lavoratori le raccomandazioni dell'ICNIRP indicano un limite di 500 μT per l'induzione magnetica, mentre per quanto riguarda la popolazione si può fare riferimento ai livelli previsti nella Raccomandazione Europea del 12/7/1999 e al limite di esposizione pari a 100 μT (microTesla) stabilito dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti. Infatti anche se quest'ultimo è espressamente riferito al problema dell'esposizione a campi derivanti dalla generazione, trasformazione e trasporto dell'energia elettrica, si ritiene che il limite fissato dal DPCM 8/7/2003 possa essere preso a riferimento valido anche per la magnetoterapia, in quanto la frequenza dei campi indotti è la stessa o molto vicina (massimo 100 Hz). Per quanto attiene l'esposizione degli operatori le misure che sono state effettuate hanno dato riscontro del fatto che i valori rilevati nelle posizioni della testa e del torace dell'operatore, tenendo conto anche dei contributi armonici, in nessun caso superano i valori di azione previsti dal D. Lgs 81/08. Anche nelle zone accessibili al pubblico i valori (alla frequenza di 50 Hz) in tutti i casi sono stati di intensità notevolmente inferiore a quelli previsti per la protezione della popolazione (limite di esposizione 100 μT , valore di attenzione 10 μT , obiettivo di qualità 3 μT).

- ***Apparecchiature per radarterapia***

Le apparecchiature per radioterapia sono generalmente costituite da un generatore con emissione continua o pulsata, con potenze di picco non superiori a 1000 W e potenze medie non superiori a 250-300 W. La frequenza del campo elettromagnetico utilizzato è quasi esclusivamente di 2,45 GHz. Le antenne sono generalmente direzionali con un'onda praticamente confinata all'interno del lobo di irraggiamento (direzione e spazio di evidente propagazione dell'onda). In prossimità degli applicatori i livelli di campo elettromagnetico, e in particolare di campo elettrico, possono essere elevati fino a raggiungere valori di 1000-1200 V/m. A causa della direzionalità del campo emesso dalle apparecchiature l'esposizione è solitamente confinata nella zona attorno agli applicatori. La misurazione dei livelli di esposizione determinati dagli apparati per radarterapia è stata condotta rilevandone l'intensità in più punti significativi attorno all'apparecchiatura. Per considerare gli effetti della distribuzione spaziale del campo sono state pertanto eseguite le misurazioni lungo due assi, fra loro perpendicolari, (in figura asse A e B) a intervalli di 50 cm.

Risultati

I valori rilevati mostrano che a 50 cm, lungo le direzioni radiali, i valori si approssimano mediamente al valore di azione, superandolo di poco solo in corrispondenza del picco di

emissione. Ad apparecchiatura in funzione, è opportuno quindi che l'operatore non stazioni in prossimità della sorgente. Oltre i 100 cm il campo elettrico è invece ben inferiore al valore di azione stabilito a 2.45GHz.

Va segnalato che per alcune tipologie di apparecchiature l'applicatore è accoppiato direttamente alla cute con un bolus, che può essere termostato; in questa condizione, le potenze al generatore possono essere inferiori e la dispersione di campo elettromagnetico nell'ambiente è ridotta.

- **Apparecchiature per marconiterapia**

La marconiterapia utilizza campi elettromagnetici alle frequenze di 27,12 MHz e, più raramente, di 40,68 MHz. Le apparecchiature, che consistono in un generatore (trasmettitore) e vari applicatori (antenne) in funzione delle patologie da trattare, possono erogare fino a 500 watt (W) di potenza e constano di vari applicatori (monode, diplode, a pancake). Il campo elettrico a pochi centimetri dagli applicatori può raggiungere valori di 1000 V/m e il campo magnetico da 0,5 a 3 A/m in funzione della potenza di trattamento e del tipo di applicatore scelti. Il campo elettrico diminuisce abbastanza rapidamente allontanandosi dagli applicatori. Tuttavia si possono misurare valori di campo elettrico non trascurabili (fino a decine di V/m) a qualche metro dagli applicatori con esposizione dei lavoratori, della popolazione e possibili fenomeni di interferenza con altre apparecchiature elettromedicali. Le apparecchiature per marconiterapia rientrano quindi nella categoria generale dei sistemi per diatermia elettromagnetica, nei quali le potenze in gioco sono tali da non poter escludere livelli di emissione che superino i valori di azione previsti dal D. Lgs 81/08.

Risultati

Come testimoniano altri casi riportati in letteratura i valori dei campi elettrici dispersi nell'ambiente dall'apparato quando questo monta l'applicatore DIPLODE sono molto più elevati rispetto al caso di applicatore MONODE.

Applicatore monode

Quando è impiegato un applicatore monode, i campi emessi dal lato operatore risultano trascurabili rispetto al valore di azione previsti dal D. Lgs 81/08 alla frequenza di 27.033 MHz (61V/m). Analogamente soddisfatta è la protezione degli utenti, visitatori, pazienti.

Applicatore diplode

Il valore di azione per il campo elettrico per l'intervallo di frequenze di interesse è pari a 61 V/m. I risultati delle misurazioni effettuate mostrano che tale valore è ampiamente superato nelle zone occupate temporaneamente dall'operatore e si hanno picchi anche di 400 V/m in corrispondenza del torace. Per evitare l'esposizione dell'operatore a campi di intensità eccedente i valori di azione, è necessario dunque predisporre una procedura di trattamento terapeutico che eviti lo stazionamento dell'operatore in prossimità della macchina durante il suo funzionamento.

Visti i livelli di campo elettrico così elevati, si è anche valutato, il contributo del campo emesso dall'apparato nelle stanze contigue. I valori rilevati (valore di picco pari a 0.21

V/m e valor medio calcolato su 6 min. pari a 0.12 V/m) sono ben al di sotto dei limiti di esposizione per la popolazione generale. Pertanto, per i pazienti che sono presenti nel reparto, ma che non sono sottoposti a marconiterapia, l'esposizione al campo elettrico emesso dalle apparecchiature esaminate (ad una distanza di 3 m dall'applicatore) risulta essere ampiamente entro i limiti stabiliti dalla normativa ad essi riferita.

- **Magnetostimolatore**

È un apparecchio che produce intensi e rapidi impulsi di campo magnetico variabile per stimolare in maniera non invasiva i tessuti nervosi e neuromuscolari mediante induzione di correnti elettriche. Dal punto di vista elettromagnetico, il magnetostimolatore è costituito da un generatore di impulsi di corrente e da un applicatore, schematizzabile con una bobina circolare, nel quale il generatore immette l'impulso di corrente che dà luogo ad un campo magnetico impulsivo nello spazio circostante, in particolare lungo l'asse della bobina.

Risultati

È stato possibile esaminare una sola tipologia di magnetostimolatore, dotato di bobina di circa 10 cm di diametro e di un'unica regolazione (disponibile sul generatore) di potenza, laddove il corrispondente indicatore fornisce una lettura (misurata in percentuale del massimo) proporzionale alla corrente nella bobina e quindi al campo magnetico generato nello spazio circostante. Si è misurato il picco lungo due rette fra loro ortogonali, una verticale (asse z) passante per il foro presente nel centro della spira-applicatore e una orizzontale (asse r) che incrocia l'asse z 3 cm sopra la spira. Si è rilevato che la zona in cui i valori di campo magnetico superano i valori di azione si estende oltre 1 metro. Per distanze dell'ordine di 50 cm viene superato il 1000 % del limite ICNIRP per le forme pulsate in questa gamma di frequenze. Pur trattandosi di impulsi brevi, ripetuti ad intervalli lunghi, la permanenza in prossimità di questo apparecchio è opportuno venga gestita con cautela; sono pertanto necessarie ulteriori analisi.

- **Incubatrici e culle termiche**

Queste apparecchiature elettromedicali sono usualmente in uso nei reparti di Neonatologia e di Patologia Neonatale e nei Nidi Pediatrici. L'esposizione riguarda certamente gli operatori, ma l'esposizione più meritevole di indagine è in riferimento ai pazienti, trattandosi di neonati e quindi fisiologicamente più sensibili.

Risultati

In prossimità delle culle termiche aperte sono stati misurati valori di induzione magnetica fino ad un massimo di 7 μ T in punti localizzati in corrispondenza dell'apparato di alimentazione, ad una distanza di circa 3 cm. Tale apparato opera conversione in bassa tensione per alimentare in sicurezza il sistema di riscaldamento della culla termica. Analoga distribuzione dei valori di induzione magnetica si sono riscontrati all'esterno delle incubatrici con valori massimi di 27 μ T. I risultati mostrano che l'esposizione per gli operatori pari a 500 μ T a 50 Hz come dal D. Lgs 81/08 e il limite di esposizione per la popolazione pari a 100 μ T definiti dal DPCM 8 Luglio 2003.

è rispettato
è rispettato

All'interno di incubatrici e culle termiche si misurano valori di induzione magnetica che variano da alcuni decimi di μT fino ad un valore massimo di $5,4 \mu\text{T}$.

Risultano quindi superati gli obiettivi di qualità di 3 μT fissati che possono verosimilmente assumersi quali utili riferimenti anche per i neonati, in virtù della loro precipua suscettibilità, ancorché soggetti sottoposti a trattamento e quindi non vincolati dalla normativa.

- **Elettrobisturi**

Le bande di frequenza di utilizzo degli elettrobisturi vanno da 100 kHz ad alcuni MHz, (normalmente entro i 300-400 kHz). Gli elettrobisturi sono utilizzati in modalità taglio e modalità coagulo, ove la prima è caratterizzata da campi elettromagnetici più intensi. Le verifiche strumentali hanno messo in evidenza che la dispersione di campo elettromagnetico risulta sostanzialmente localizzata intorno al manipolo e al cavo che collega il manipolo al generatore. In particolare:

- il campo elettrico, determinato dalla differenza di potenziale fra la punta dell'elettrodo attivo ed il paziente, risulta tanto minore quanto più piccola è l'impedenza elettrica fra i due;
- il campo magnetico, determinato dall'intenso passaggio di corrente (dell'ordine dell'ampere) e necessario per ottenere il taglio dei tessuti, produce intorno al cavo (dal generatore al manipolo, nelle immediate vicinanze del manipolo e quindi nella mano di chi usa il bisturi) campi magnetici di intensità piuttosto elevata (dell'ordine di una decina di A/m).

Risultati

Le misure sono state eseguite sia con strumentazione a banda stretta, per conoscere il contenuto spettrale della scarica elettrica tra gli elettrodi, sia con strumentazione a larga banda, per avere un'indicazione dei livelli di campo al quale l'operatore può essere esposto⁷. I risultati hanno mostrato che il campo magnetico a cui è sottoposto l'operatore supera il valore di azione previsto dal D. Lgs 81/08 a distanze che non vanno oltre 4-5 cm dal manipolo o dal cavo, il che comporta un'esposizione circoscritta a volumi molto limitati. Inoltre il funzionamento dell'elettrobisturi è intermittente, con cicli di utilizzo ridotti rispetto ai 6 minuti nei quali va effettuata la media secondo quanto disposto dal D. Lgs 81/08. Entrambe le criticità sono meritevoli di approfondimenti, soprattutto in riferimento alle modalità di applicazione della norma. Non è inoltre chiarito se i valori di azione, specificati nella Tabella 2 dell'allegato XXXVI del D. Lgs. 81/08, vadano riferiti ad esposizioni a corpo intero e non a limitate porzioni del corpo quale la mano dell'operatore, come nel caso dell'elettrobisturi, per le quali i valori di riferimento potrebbero essere diversi e verosimilmente maggiori.

L'analisi dei rischi necessita quindi ulteriori sviluppi di modellizzazioni e di calcoli e pure di lettura interpretativa della normativa.

⁷ Valutazione dei campi magnetici emessi da elettrobisturi - M. Bini, et al., pubblicato nel 2011 (http://eprints.bice.rm.cnr.it/3467/1/4_bini.pdf)

- ***Altre apparecchiature***

Sono state oggetto di misurazione e valutazione anche altre apparecchiature elettromedicali quali elettrostimolatori, apparati per terapia ad ultrasuoni, apparecchiature per kinesiterapia. Dalla documentazione analizzata tali apparecchiature sono risultate essere conformi ai requisiti prescritti dal D. Lgs 81/08, a tutela dei lavoratori esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

- ***Sottostazioni di trasformazione e impianti tecnici***

Le strutture ospedaliere sono tutte normalmente dotate di sottostazioni di trasformazione (media/bassa tensione) e in alcuni casi di altri tipi di impianti tecnici (es. centrali di cogenerazione) in cui i parametri fisici possono essere significativi e, pur se non è normalmente prevista la presenza continuativa di operatori, la conoscenza dei livelli di esposizione è basilare ai fini dei possibili effetti sui soggetti che potrebbero lì transitare (es. per controlli, per manutenzioni) nonché sui rischi per la sicurezza. Per tale ragione tali aree sono state oggetto di indagine e nelle stesse è attuata una campagna di misurazioni. In particolare, le misure di campo elettrico (E) e magnetico (H) a 50 Hz sono state effettuate in prossimità dei trasformatori e dei quadri a bassa tensione BT e presso un impianto di cogenerazione. Di fatto tutte le aree prese a riferimento erano rappresentative di situazioni analogamente rilevabili.

Risultati

Le rilevazioni effettuate nel locale trasformatori (dove erano presenti più tipologie di trasformatori che portavano la tensione da 15 kV a 400 V) nel locale quadri BT (dove erano alloggiati i quadri di controllo) mostrano che il campo elettrico risultava dell'ordine di 1 V/m quasi ovunque, con un valore di circa 4.7 V/m in prossimità di uno dei trasformatori. Il campo magnetico medio si mantiene mediamente nell'ordine di 1 μ T.

Sono ampiamente rispettati i valori di azione per i lavoratori.

Sorgenti outdoor

Il progetto di ricerca ha preso in esame anche casi particolari, esistenti in alcune delle strutture ospedaliere, quali: presenza di elettrodotti, ripetitori radio/TV e stazioni radiobase posti nelle immediate vicinanze della struttura. Tali situazioni hanno previsto una specifica campagna di misure (misure ambientali) nello spirito sia del D. Lgs 81/08 (obbligo di assicurare il non superamento dei limiti di esposizione per i lavoratori, indipendentemente dalla natura della sorgente di emissione) e a verifica di quanto previsto dal DPCM 8 Luglio 2003 (esposizione della popolazione). Si riportano di seguito le rilevazioni in funzione delle specifiche casistiche.

- ***Campi a radiofrequenza determinati da ripetitori radio e TV***

Sono stati oggetto di misurazione i campi all'interno di una struttura ospedaliera che più di altre (per tipologia di sorgente, distanza, configurazione, e altro) potesse essere rappresentativa di situazioni critiche. Aggiuntive misure di riscontro sono state ripetute in altre strutture al fine di verificare il dato.

Risultati

I valori rilevati, dovuti essenzialmente alle trasmissioni dei ripetitori radio FM e TV, erano tutti inferiori, e spesso molto inferiori, a 1 V/m. Le norme per la protezione della salute della popolazione all'esposizione a CEM prevedono i seguenti valori efficaci per i campi a RF

- *Limiti di esposizione: 20 V/m*
- *Valori di attenzione: 6 V/m*

In nessun caso sono stati rilevati valori superiori ai valori di attenzione.

- **Reti WiFi**

Relativamente ai livelli dei campi generati da reti WiFi sono state effettuate misurazioni in alcuni reparti ritenuti significativi ai fini della valutazione non solo dell'esposizione degli operatori ma anche in ordine alla possibile influenza/interferenza con apparecchiature elettromedicali (es. Rianimazione, Unità di Terapia Intensiva Coronarica, Cardiologie).

Risultati

Il valore più rilevante è stato rilevato in prossimità di un Access Point (AP) posto in prossimità di uno dei reparti oggetto di studio. Allontanandosi di 1.5 m dallo stesso il campo si riduceva ai valori tipici (frazioni di V/m) trovati poi all'interno di quella stessa struttura ospedaliera a dimostrazione di due elementi :

- gli access point delle reti wireless emettono campi elettromagnetici "a spot" ed è quindi opportuno valutarne preliminarmente la collocazione nelle strutture sanitarie;
- vi è l'opportunità di prevedere appropriate misure tecnico organizzative relativamente l'accessibilità a tali apparati così come ai lavori da effettuarsi sui sistemi di trasmissione o in prossimità degli stessi.

- **Stazioni Radio Base**

È stata oggetto di particolare attenzione una struttura ospedaliera posta nelle immediate vicinanze di una Stazione Radio Base (SRB) per telefonia cellulare (in vista diretta) e pertanto pressoché sul massimo di radiazione dell'antenna.

Risultati

Pur essendo ad una distanza di circa 50 m dalla SRB il campo EM rilevato era principalmente dovuto alle stazioni radio FM e TV determinate da un importante ripetitore posto ad alcuni chilometri in linea d'aria. Le misure dettagliate hanno evidenziato che il contributo della SRB, pur essendo così ravvicinata, non supera il 12% del totale.

L'intensità del campo non variava sostanzialmente fra l'esterno e l'interno dell'edificio ospedaliero e i valori rimanevano inferiori, e tipicamente molto inferiori, a 0.9 V/m. Per opportuno confronto, una campagna di misure ha riguardato una struttura ospedaliera nelle cui vicinanze non era possibile rilevare alcun ripetitore broadcasting e i valori dei campi EM non superavano 0.4 V/m, confrontabile però con la situazione prima esaminata.

- **Elettrodotti**

La rilevazione è stata effettuata presso una struttura ospedaliera nelle adiacenze della quale era posto un elettrodotto da 132 kV.

Risultati

I rilievi sono stati condotti nei reparti più prossimi all'elettrodotto rispetto al fronte del corpo di fabbrica e il valore più elevato (punto più vicino all'elettrodotto) era pari a 0.1 μT . Il valore di fondo rilevato in tutti gli altri reparti posti dal piano terra al quinto fuori terra variava da 1 μT a meno di 0.1 μT ; analoghi valori si riscontravano all'esterno, nei luoghi presso cui si è considerato potesse esservi transito/stazionamento di persone (zona parcheggio) o potesse esservi uno stazionamento (isola ecologica di raccolta rifiuti). Ulteriori misure sono state effettuate nel punto più basso delle catenarie sotto l'elettrodotto (dove in realtà non è previsto né transito né stazionamento), rilevando che il valore più elevato è stato di circa 1 μT , ma di conduttori fino a raggiungere valori di alcuni decimi di μT . Trattandosi di campi alla frequenza di 50 Hz, i valori di riferimento considerati (espressi in valore efficace) per la popolazione sono quelli di cui al DPCM 8 Luglio 2003, e ne è emerso il rispetto in riferimento alla tutela sia della popolazione generale che dei lavoratori.

APPENDICE 2: BREVE RASSEGNA SULLA NORMATIVA PERTINENTE

In Italia, come nel resto della UE, esistono norme per l'esposizione a campi elettromagnetici (CEM) differenti per la popolazione generale e per i lavoratori. Sono state pubblicate dal CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) norme per la valutazione e la misura dei CEM e di recente anche norme CEI EN e CENELEC specifiche per valutare l'esposizione dei lavoratori (CEI EN 50499).

Norme per la tutela della salute e la sicurezza dei lavoratori

Per i lavoratori il riferimento in vigore è il Titolo 8, Capo IV del D. Lgs 81/08, che attua la Direttiva 2004/40/CE basata, a sua volta, sulle Linee Guida 1989 della International Commission for Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). La Tabella seguente riporta i Valori di Azione, valori che non debbono essere superati nelle varie situazioni espositive per onda continua. Si noti che per le frequenze più elevate (oltre 10 MHz) i valori d'azione sono espressi anche in termini di densità di potenza S , misurata in W/m^2 , anche se è uso molto comune continuare ad utilizzare il riferimento al campo elettrico E anche per le frequenze oltre i 10 MHz. Nel caso che il CEM sia una miscela di più frequenze le norme prevedono che l'intensità delle componenti a ciascuna frequenza sia divisa per il valori d'azione a quella frequenza e la somma di tutti questi contributi vada a formare un indice che deve risultare minore di 1. Esistono condizioni di esposizione parziale del corpo (es. per il telefono cellulare) o forme d'onda particolari (ad es. impulsi, quali quelli del segnale radar) per le quali i valori d'azione possono essere superati, ma l'argomento è troppo specifico per essere trattato qui e si rimanda ai documenti già citati. Accenniamo al caso delle forme d'onda pulsate e/o non ripetitive, di frequenza inferiore a 100 kHz, per le quali ICNIRP ha proposto un documento nel quale si formula un indice particolare, così detto del Weighted Peak (che noi indicheremo con il simbolo WP03), che pesa con i valori d'azione le varie armoniche costituenti la forma d'onda e tiene opportunamente conto delle loro fasi. Va ancora osservato che per i CEM prodotti nella banda di frequenza da 100 Hz a 10 MHz il disposto del D. Lgs. 81/08 si riferisce a valori medi su intervallo di 6 minuti.

Valori di azione (D.Lgs. 81/2008)

f (frequenza)	E (V/m)	B (μT)	S (W/mq)
Fino a 1 Hz	--	200 000	--
1 – 8 Hz	20 000	$200\,000/f^2$	--
8 – 25 Hz	20 000	$25\,000/f$	--
0.025 – 0.82 kHz	$500/f$	$25/f$	--
0.82 – 2.5 kHz	610	30.7	--
2.5 – 65 kHz	610	30.7	--
65 – 100 kHz	610	$2000/f$	
0.1 – 1 MHz	610	$2/f$	--
1 – 10 MHz	610	$2/f$	--
10 – 110 MHz	61	0.2	10
110 – 400 MHz	61	0.2	10
400 – 2000 MHz	$3\sqrt{f}$	$0.01\sqrt{f}$	$f/40$
2 – 300 GHz	137	0.45	50

Norme per la tutela della salute e la sicurezza della popolazione generale

I limiti per la popolazione sono riportati nei due DPCM 8 luglio 2003 (G.U. n.199, 28/08/2003, per le radio frequenze; G.U. n.200,29/08/2003 per i 50 Hz). Si distinguono in:

- limiti di esposizione, valori da non superare comunque;
- valori di attenzione, aree di gioco per infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere;
- obiettivi di qualità, da tenere presente come obiettivo per una graduale riduzione in zone densamente popolate e nella progettazione di nuovi impianti.

Si rimanda ai documenti originali per i dettagli applicativi. La Tabella seguente riporta i limiti per le frequenze sopra 100 kHz (RF e microonde). In riferimento alle basse frequenze, ovvero le frequenze fino a 100 kHz, il DPCM si occupa solo della frequenza di distribuzione dell'energia elettrica (50 Hz) e, in sostanza, dei campi prodotti dagli elettrodotti. I limiti per 50 Hz sono di 5 kV/m per il campo elettrico; per l'induzione magnetica B si fa la distinzione:

- limiti di esposizione, 100 μT;
- Valori di attenzione 10μT;
- obiettivo di qualità 3 μT.

Limiti per le radio frequenze e microonde

Frequenza	Limiti di esposizione			Valori di attenzione			Obiettivi di qualità		
	E (V/m)	B (μ T)	S (W/m ²)	E (V/m)	B (μ T)	S (W/m ²)	E (V/m)	B (μ T)	S (W/m ²)
0.1 – 3 MHz	60	0.25	-	6	0.02	-	6	0.02	-
3 – 3000 MHz	20	0.063	1	6	0.02	0.1	6	0.02	0.1
3 – 3000 GHz	40	0.013	4	6	0.02	0.1	6	0.02	0.1

Compatibilità elettromagnetica

Deve essere garantito che i campi elettromagnetici, nel luogo in cui una apparecchiatura elettromedicale è posizionata e si trova ad operare, non superino i livelli per i quali l'apparecchiatura è stata collaudata. La norma CEI 60601-1-2, stabilisce questi valori:

- 10 V/m, per apparecchiature utilizzate per il sostentamento di funzioni vitali;
- 3 V/m, per apparecchiature non utilizzate per il sostentamento di funzioni vitali.

Quella citata è una norma generale. Esistono norme CEI alle quali si può di volta in volta fare riferimento per specifiche categorie di apparecchi elettromedicali quali elettrocardiografi, elettromiografi, strumenti encefalografici, sistemi doppler e altri.