

# **DOCUMENTO DI VALUTAZIONE DEI RISCHI**

*(TITOLO VIII, CAPO IV, D.Lgs. 81/2008)*

.....

.....

.....

## **VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI A CAMPI ELETTROMAGNETICI**

*(D.Lgs. del 9 aprile 2008, n. 81)*

### **RELAZIONE TECNICA**

**15 aprile 2011**

.....

.....

.....

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## - I N D I C E -

|   |    |
|---|----|
| 1 FORMALIZZAZIONE DEL DOCUMENTO .....   | 3  |
| 1.1 APPROVAZIONE.....   | 3  |
| 2 CRITERI IMPIEGATI PER LA VALUTAZIONE.....   | 6  |
| 2.1 DEFINIZIONI .....   | 6  |
| 2.1.1 Acronimi utilizzati.....  | 13 |
| 2.2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI, NORMATIVI, GUIDE E DOCUMENTI .....                               | 14 |
| 2.3 CRITERI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO .....  | 16 |
| 2.3.1 Introduzione .....  | 16 |
| 2.3.2 Percorso di valutazione del rischio.....  | 18 |
| 2.4 VALORI DI AZIONE E VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE.....                                      | 19 |
| 2.4.1 Valori di azione.....   | 19 |
| 2.4.2 Valori limite di esposizione.....   | 22 |
| 2.5 EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE UMANA A CAMPI ELETTROMAGNETICI.....                              | 24 |
| 2.5.1 Sorveglianza sanitaria .....  | 26 |
| 2.5.2 Condizioni lavorative e di esposizione particolari.....                                 | 28 |
| 2.5.2 Lavoratori stagionali e a tempo determinato, lavoro temporaneo .....                    | 29 |
| 2.6 CONTENUTO DELLA RELAZIONE TECNICA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO .....                        | 30 |
| 2.7 ATTRIBUZIONE DEL RISCHIO IN BASE ALLE ESPOSIZIONI .....                                   | 32 |
| 2.7 RISULTATI E AZIONI CONSEGUENTI LA VALUTAZIONE.....  | 36 |
| 2.8 RELAZIONE TECNICA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO E DI MISURA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI ..... | 39 |
| 2.8.1 Descrizione del processo di valutazione.....  | 39 |
| 2.8.2 Strumentazione utilizzata.....  | 40 |
| 2.8.3 Modalità di misura .....  | 41 |
| 2.8.4 Data di effettuazione delle misure .....  | 42 |
| 2.8.5 Personale che ha effettuato le misure .....   | 42 |
| 2.8.6 Luogo di effettuazione delle misure.....  | 43 |
| TABELLA 01 PUNTI CAMPIONATI .....   | 44 |
| TABELLA 02 VALORI RILEVATI .....  | 45 |
| TABELLA 03 MANSIONI AZIENDALI .....   | 47 |
| TABELLA 04 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE A CEM .....                                 | 49 |
| 2.9 CONCLUSIONI.....  | 52 |
| ALLEGATO A Planimetrie con i punti di misura .....  | 53 |
| ALLEGATO B Fotografie di alcuni punti di misura .....   | 56 |
| ALLEGATO C Certificati di calibrazione della strumentazione utilizzata .....                  | 61 |

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

# 1 FORMALIZZAZIONE DEL DOCUMENTO

## 1.1 APPROVAZIONE

Il presente documento costituisce valutazione del rischio ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209<sup>1</sup> del D.Lgs. 81/08, relativamente al Titolo VIII - AGENTI FISICI, Capo IV - Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici, che prescrive le misure per la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori esposti a campi elettromagnetici.

Il presente documento si riferisce a locali, attrezzature, luoghi di lavoro e lavoratori della ditta .....

**La valutazione dei rischi è stata effettuata da:**

- Datore di lavoro

\_\_\_\_\_  
(firma)

La relazione tecnica e le relative misurazioni, parti integranti del presente documento, sono state effettuata da:

**Responsabile dell'emissione del documento**

-----  
.....  
.....

\_\_\_\_\_  
(firma)

<sup>1</sup> Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

**Al fine della valutazione del rischio si è proceduto alla consultazione di :**

§ Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione

\_\_\_\_\_  
(firma)

§ Medico competente

\_\_\_\_\_  
(firma)

§ Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza

\_\_\_\_\_  
(firma)

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

Ai fini della valutazione del rischio, il Datore di lavoro ha disposto la misurazione dei livelli di esposizione a campi elettromagnetici incaricando personale specializzato.

Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine rilevati nell'organismo umano, a causa dell'esposizione a campi elettromagnetici nel tempo di frequenza da 0 Hz a 300 GHz, derivanti dalla circolazione di correnti indotte, dall'assorbimento di energia e da correnti di contatto<sup>2</sup>.

Non è oggetto del presente documento, in quanto non trattata dal decreto, la protezione da eventuali effetti a lungo termine e non si considerano i rischi derivanti dal contatto diretto od indiretto con conduttori in tensione<sup>3</sup>.

A completamento del processo di valutazione dei rischi sono state anche considerate le seguenti problematiche<sup>4</sup>:

- § determinazione delle caratteristiche del campo elettromagnetico e delle modalità di esposizione specifica;
- § valutazione degli effetti diretti ed indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori;
- § possibile presenza di lavoratori particolarmente sensibili al rischio;
- § consultazione del medico competente e valutazione dei dati di sorveglianza sanitaria e delle informazioni fornite dalla letteratura e dalle pubblicazioni scientifiche;
- § analisi delle possibili conseguenze causate dall'esposizione simultanea a campi di frequenze diverse o dalla vicinanza a sorgenti multiple di esposizione;
- § aggiornamento periodico del documento di valutazione dei rischi;
- § analisi di eventuali attrezzature o modalità operative alternative, volte a ridurre i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- § eventuale disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;

---

<sup>2</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 206, comma 1.

<sup>3</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 206, comma 2.

<sup>4</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 209, comma 4.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2 CRITERI IMPIEGATI PER LA VALUTAZIONE

### 2.1 DEFINIZIONI

In questa sezione, in cui sono definiti i criteri di valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici, si riportano alcune definizioni ricorrenti di termini impiegati nella valutazione stessa.

- § **Assorbimento specifico di energia SA:** energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico. In questo contesto si utilizza per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate<sup>5</sup>. Si esprime in Joule per chilogrammo (J/kg).
- § **Banda passante:** banda di frequenza all'interno della quale l'attenuazione si mantiene al di sotto di un valore specificato<sup>6</sup>.
- § **Campo a frequenza multipla:** sovrapposizione di due o più campi elettromagnetici di fase arbitraria e di frequenza diversa<sup>7</sup>.
- § **Campo elettrico E:** grandezza vettoriale che, in ogni punto di una data regione di spazio, rappresenta il rapporto tra la forza esercitata su una carica elettrica di prova  $q$  ed il valore della carica medesima. Si esprime in Volt/metro (V/m)<sup>8</sup>.
- § **Campo elettromagnetico:** caratterizzato dalla presenza contemporanea di un campo elettrico ed un campo magnetico variabili e mutuamente dipendenti<sup>9</sup>. Le disposizioni del D.Lgs. n. 81 del 2008 si applicano ai campi magnetici statici ed ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 GHz<sup>10</sup>.
- § **Campo magnetico H:** grandezza vettoriale definita come forza esercitata su un polo magnetico unitario, ovvero su un elemento unitario di corrente elettrica. Si esprime in Ampère/metro (A/m)<sup>11</sup>.
- § **Catena di misura:** complesso degli elementi e delle strumentazioni che si possono porre in sequenza per ottenere la misurazione di una determinata grandezza<sup>12</sup>.
- § **Conducibilità:** rapporto tra la densità di corrente di conduzione in un mezzo e l'intensità del campo elettrico. La conducibilità è espressa in Siemens/metro (S/m)<sup>13</sup>.

<sup>5</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, allegato XXXVI.

<sup>6</sup> CEI, guida 211-6, "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", gennaio 2001, pag. 10.

<sup>7</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 3.

<sup>8</sup> ANPA, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Dipartimento "Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi", 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 3.

<sup>9</sup> [www.ispesl.it/gauss](http://www.ispesl.it/gauss).

<sup>10</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, comma 1, lettera a.

<sup>11</sup> [www.ispesl.it/gauss](http://www.ispesl.it/gauss).

<sup>12</sup> [www.ims.unipv.it](http://www.ims.unipv.it).

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

- § **Corrente di contatto  $I_e$** : corrente che passa attraverso il corpo quando quest'ultimo viene in contatto con un oggetto conduttore immerso in un campo elettromagnetico. È direttamente misurabile. Un conduttore che si trovi in un campo elettrico può essere caricato dal campo stesso. Si esprime in Ampère (A)<sup>14</sup>.
- § **Corrente elettrica  $I$** : considerando un materiale conduttore internamente al quale si abbia un movimento ordinato di cariche, si può definire la "corrente elettrica  $I$ " come il rapporto fra la carica  $dQ$  che fluisce nel tempo  $dt$  attraverso una sezione  $S$  del conduttore e l'intervallo di tempo  $dt$ . La corrente elettrica può essere costante nel tempo ("corrente stazionaria"), oppure può essere variabile nel tempo con regolarità ("corrente alternata"). Si esprime in Ampère (A)<sup>15</sup>.
- § **Densità di corrente  $J$** : corrente indotta da un campo elettromagnetico che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione nell'unità di superficie di un volume conduttore quale il corpo umano od una sua parte. È utilizzata come quantità dosimetrica per frequenze entro i 10 MHz<sup>16</sup>. Si esprime in Ampère per metro quadrato (A/m<sup>2</sup>).
- § **Densità di energia**: energia incidente su un'area unitaria normale alla direzione di propagazione dell'onda elettromagnetica. È espressa in Joule per metro quadrato (J/m<sup>2</sup>)<sup>17</sup>.
- § **Densità di potenza  $S$** : è il rapporto tra potenza radiante incidente perpendicolarmente ad una superficie e l'area della superficie stessa (densità di flusso di energia). Si utilizza preferibilmente in caso di frequenze molto elevate, a modesta capacità di penetrazione nel corpo. Si esprime in Watt per metro quadrato (W/m<sup>2</sup>) ed è direttamente misurabile<sup>18</sup>.
- Nel caso di onde piane, la densità di potenza, l'intensità di campo elettrico ( $E$ ) e l'intensità di campo magnetico ( $H$ ) sono legate fra loro dall'impedenza d'onda  $Z_0$  del vuoto ( $Z_0 = 377 \text{ Ohm}$ ).
- In particolare:  $S = E^2 / Z_0 = Z_0 H^2 = EH$  dove  $E$ ,  $H$  ed  $S$  sono espressi rispettivamente in V/m, A/m e W/m<sup>2</sup>.
- Benché molti strumenti di misura indichino il valore della densità di potenza, le grandezze effettivamente misurate sono  $E$  o  $H$ <sup>19</sup>.
- § **Densità di potenza media nel tempo**: valore istantaneo della densità di potenza, mediato nel tempo di periodo del segnale generato dalla sorgente<sup>20</sup>.

<sup>13</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 3.

<sup>14</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, allegato XXXVI.

<sup>15</sup> [www.ispesl.it/gauss](http://www.ispesl.it/gauss).

<sup>16</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, allegato XXXVI.

<sup>17</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 3.

<sup>18</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, allegato XXXVI.

<sup>19</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 3 e seguente.

<sup>20</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 4.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

- § **Densità di potenza, di onda piana equivalente:** termine di uso comune associato a qualsiasi onda elettromagnetica, uguale in ampiezza alla densità di potenza di un'onda piana che ha la stessa intensità dei campi elettrico (E) e/o magnetico (H)<sup>21</sup>.
- § **Densità di potenza, picco:** densità di potenza istantanea massima che si manifesta quando si trasmette potenza<sup>22</sup>.
- § **Effetto diretto dell'esposizione:** conseguenza di una interazione diretta dei campi elettromagnetici con il corpo umano esposto<sup>23</sup>.
- § **Effetto indiretto dell'esposizione:** conseguenza di una interazione indiretta che si manifesta quando il corpo umano viene a contatto con oggetti metallici in campi elettromagnetici<sup>24</sup>.
- § **Esposizione breve:** tempi di esposizione più brevi del corrispondente tempo di media<sup>25</sup>.
- § **Esposizione continua:** esposizione per periodi di tempo più lunghi del corrispondente tempo di valutazione della media<sup>26</sup>.
- § **Esposizione non uniforme:** livelli di esposizione non uniforme si determinano quando i campi non sono uniformi su volumi di dimensioni paragonabili alle dimensioni del corpo umano considerato nella sua interezza. Questa situazione può essere causata da onde stazionarie, da radiazione diffusa oppure può verificarsi in zona di campo vicino<sup>27</sup>.
- § **Esposizione parziale del corpo:** l'esposizione parziale ha luogo quando si ha una deposizione localizzata di energia<sup>28</sup>.
- § **Esposizione del pubblico:** ogni esposizione a campi elettromagnetici sperimentata da individui dal pubblico che non sia un'esposizione professionale né che abbia luogo durante procedure mediche<sup>29</sup>.
- § **Esposizione professionale:** ogni esposizione a campi elettromagnetici sperimentata da individui in connessione alla loro attività lavorativa<sup>30</sup>.

<sup>21</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 4.

<sup>22</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 4.

<sup>23</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 4.

<sup>24</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 4.

<sup>25</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 4.

<sup>26</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 4.

<sup>27</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 4.

<sup>28</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 4.

<sup>29</sup> ICNIRP, 1998, "Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)", pag. 64.



|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

§ **Funzionamento a banda larga:** funzionamento dello strumento che include nella misura una parte piuttosto ampia dello spettro di frequenza del segnale, permettendo una valutazione globale del segnale stesso nell'intervallo di frequenza considerato<sup>31</sup>.

§ **Funzionamento a banda stretta:** funzionamento dello strumento che considera per ogni singola misura una piccola parte dello spettro di frequenza del segnale, permettendo una dettagliata analisi delle componenti armoniche del segnale stesso<sup>32</sup>.

§ **Incertezza della misura:** parametro relativo al risultato di misura, che caratterizza la dispersione dei valori e che può essere associata alla grandezza da misurare<sup>33</sup>.

§ **Induzione elettrica D:** modulo di un vettore, pari al prodotto dell'intensità del campo elettrico (E) per la costante dielettrica ( $\epsilon$ ):

$$D = \epsilon \times E.$$

L'induzione elettrica è espressa in Coulomb/metro quadrato (C/m<sup>2</sup>)<sup>34</sup>.

§ **Induzione magnetica B:** grandezza vettoriale che determina una forza agente sulle cariche in movimento<sup>35</sup>. È data dal prodotto dell'intensità di campo magnetico H per la permeabilità magnetica del mezzo ( $\mu$ ):

$$B = \mu \times H.$$

Si esprime in Tesla (T) ed è direttamente misurabile.

Si utilizza per campi magnetici generati da correnti che passano attraverso un conduttore<sup>36</sup>.

Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione<sup>37</sup>

$$1 \text{ A/m} = 4\pi 10^{-7} \text{ T}$$

§ **Livello di esposizione:** valore della grandezza considerata quando una persona è esposta a campi elettromagnetici<sup>38</sup>.

§ **Permeabilità magnetica  $\mu$ :** relativamente ad un materiale, è definita dal rapporto fra il valore dell'induzione magnetica (B) e l'intensità del campo magnetico (H) :

<sup>30</sup> ICNIRP, 1998, "Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)", pag. 64.

<sup>31</sup> CEI, norma 211-6, 2001, pag. 9.

<sup>32</sup> CEI, norma 211-6, 2001, pag. 10.

<sup>33</sup> CEI, norma 211-6, 2001, pag. 13.

<sup>34</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 5.

<sup>35</sup> ICNIRP, 1998, "Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)", pag. 63.

<sup>36</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 5.

<sup>37</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, allegato XXXVI.

<sup>38</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 5.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

$$\mu = B/H$$

Si esprime in Henry/metro (H/m)<sup>39</sup>.

§ **Perdita dielettrica:** quantità di energia persa sottoforma di calore nel dielettrico non ideale<sup>40</sup>.

§ **Permettività, o costante dielettrica  $\epsilon$ :** proprietà di un materiale dielettrico (ad esempio un tessuto biologico) definita dal rapporto fra l'intensità dell'induzione elettrica (D) e l'intensità del campo elettrico (E):

$$\epsilon = D/E.$$

La costante dielettrica si esprime in Farad per metro (F/m)<sup>41</sup>.

§ **Polarizzazione:** caratteristica dei campi elettromagnetici che descrive la direzione e l'ampiezza, variabili nel tempo, del vettore di campo elettrico; in particolare, indica la figura tracciata, in funzione del tempo, dall'estremità del vettore campo elettrico in un punto fisso nello spazio come è vista lungo la direzione di propagazione.

§ **Punti caldi (hot spots):** zona o volume molto localizzati di irraggiamento o assorbimento di energia elettromagnetica, prodotto da radiazione diffusa, da effetti focalizzanti o da altre disomogeneità<sup>42</sup>.

§ **Radiazione elettromagnetica:** propagazione nello spazio dell'energia (energia elettromagnetica) associata ai campi elettrici e magnetici, variabili nel tempo, generati da cariche e correnti oscillanti, strettamente intercorrelati fra di loro, secondo le equazioni di Maxwell.

Tre principali grandezze fisiche, correlate tra di loro, caratterizzano tali radiazioni:

- **lunghezza d'onda  $\lambda$ :** è la distanza tra i due picchi (o tra due punti ripetitivi) di un'onda; si esprime in metri (m);
- **frequenza  $f$ :** numero di cicli completi dell'onda nell'unità di tempo (un secondo), che si esprime in Hertz (Hz); le frequenze delle onde elettromagnetiche possono coprire un vasto intervallo di valori, definito come “spettro elettromagnetico”, suddiviso in regioni che assumono denominazioni diverse in base alla frequenza, alla lunghezza d'onda, all'energia associata ed all'utilizzo;
- **energia  $E$ :** trasportata in “pacchetti” chiamati fotoni; si esprime in Joule (J).

Frequenza  $f$  e lunghezza d'onda  $\lambda$  sono sempre legate dalla relazione

$$f \times \lambda = c$$

<sup>39</sup> ANPA, 2000, “Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione”, pag. 6.

<sup>40</sup> [www.ims.unipv.it](http://www.ims.unipv.it).

<sup>41</sup> ANPA, 2000, “Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione”, pag. 6.

<sup>42</sup> ANPA, 2000, “Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione”, pag. 7.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

dove  $c$  è la velocità di propagazione delle onde ( $c = 300000$  km/s nel vuoto, ovvero la velocità della luce). Risulta evidente come le due grandezze  $f$  e  $\lambda$ , in riferimento alla stessa onda elettromagnetica, siano inversamente proporzionali tra loro. Quando la propagazione avviene in un mezzo materiale, la velocità di propagazione  $c$  dipende dalle proprietà del mezzo attraversato<sup>43</sup>.

- § **Regione di campo lontano:** regione di spazio, sufficientemente lontano dalla sorgente, nella quale il campo elettromagnetico ha una distribuzione caratteristica dell'onda piana. L'estensione di questa regione dipende dalle dimensioni massime lineari  $D$  del sistema d'antenna e dalla lunghezza d'onda  $\lambda$  del campo stesso. Si assume convenzionalmente che la regione di campo lontano inizi ad una distanza dalla sorgente maggiore della quantità  $r$  eguale alla maggiore fra le quantità  $\lambda$  e  $D^2/\lambda$ <sup>44</sup>.
- § **Regione di campo vicino:** regione in prossimità di un'antenna o di altra struttura radiante, in cui i campi elettrico e magnetico non presentano la caratteristica dell'onda piana, ma variano notevolmente da punto a punto. La regione di campo vicino si suddivide ancora in regione reattiva ( $r < \lambda/10$ ), che è la più vicina alla struttura radiante e che contiene buona parte dell'energia immagazzinata e la regione radiante in cui il campo di radiazione predomina su quello reattivo, ma si scosta sostanzialmente dall'onda piana e ha configurazione complessa<sup>45</sup>.
- § **Risonanza:** è il cambiamento di ampiezza che si verifica quando la frequenza di un'onda si avvicina a una frequenza naturale del mezzo o coincide con essa. L'assorbimento di onde elettromagnetiche da parte del corpo intero presenta il suo massimo valore, cioè la risonanza, a frequenze (in MHz) corrispondenti a circa  $14/L$ , dove  $L$  è l'altezza dell'individuo espressa in metri<sup>46</sup>.
- § **Tasso di assorbimento specifico di energia (Specific Absorption Rate) SAR:** valore mediato su tutto il corpo, o su alcune parti di esso, del tasso temporale di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo o di un sistema biologico.  
  
Il SAR a corpo intero è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). I valori locali del SAR sono necessari per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in ridotte parti del corpo, conseguentemente a particolari condizioni di esposizione. Si esprime in Watt per chilogrammo (W/kg)<sup>47</sup>.
- § **Tempo di media (tm):** intervallo di tempo su cui è mediata l'esposizione allo scopo di determinare il rispetto dei limiti. In questo specifico caso, si assume pari a 6 minuti<sup>48</sup>.

<sup>43</sup> [www.ispesl.it/gauss](http://www.ispesl.it/gauss).

<sup>44</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 7.

<sup>45</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 7.

<sup>46</sup> ICNIRP, 1998, "Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)", pag. 65.

<sup>47</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, allegato XXXVI.

<sup>48</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 7.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

- § **Tempo di risposta:** tempo necessario ad uno strumento di misura del campo per raggiungere una specificata percentuale del valore finale della grandezza misurata, dopo essere stato posto nel campo da misurare. Tipicamente si assume il 90 % del valore finale<sup>49</sup>.
- § **Valori di azione:** parametri direttamente misurabili, utili per una valutazione pratica dell'esposizione, al fine di stabilire se i valori limite di esposizione siano stati rispettati o se vi siano stati superamenti di tali limiti<sup>50</sup>. Alcuni di questi valori sono derivati dai limiti di esposizione mediante misurazioni o tecniche numeriche; altri tengono conto degli effetti di percezione o degli effetti nocivi indiretti dell'esposizione a campi elettromagnetici.

Le grandezze fisiche derivate e direttamente misurabili sono l'intensità del campo elettrico (E), l'intensità del campo magnetico (H), l'induzione magnetica (B), la densità di potenza (S) e la corrente che fluisce attraverso le estremità ( $I_L$ ).

Erano stati definiti "livelli di riferimento" dall'ICNIRP, che aveva inoltre specificato le grandezze utili per considerare gli effetti della percezione e degli altri effetti indiretti, quali la corrente di contatto ( $I_e$ ) e l'assorbimento specifico di energia (SA).

I valori rilevati di una qualsiasi di queste grandezze possono essere confrontati con il corrispondente valore di azione. Il rispetto di tale valore garantisce anche quello del corrispondente valore limite di esposizione. Se il valore misurato o calcolato supera il valore di azione, non ne consegue necessariamente che sia stato superato il valore limite di esposizione. Ogni volta che viene superato un valore di azione, deve essere verificato il rispetto del corrispondente valore limite di esposizione e si deve valutare l'adozione di misure di protezione aggiuntive.

- § **Valore efficace (root-mean-square [rms]):** valore efficace di una grandezza fisica,  $a(t)$ , che varia nel tempo con periodo T. Esso si ottiene calcolando la radice quadrata del valore medio rispetto al tempo del quadrato della funzione che descrive la grandezza stessa<sup>51</sup>.
- § **Valori limite di esposizione:** limiti all'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici, basati direttamente sugli considerazioni biologiche e su effetti sanitari accertati.

Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici siano protetti contro tutti gli effetti nocivi (a breve termine) per la salute conosciuti<sup>52</sup>.

Erano stati definiti "restrizioni di base" dall'ICNIRP, che aveva anche specificato le grandezze fisiche da monitorare, dette "grandezze dosimetriche", in relazione alla frequenza: la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR) e la densità di potenza (S).

<sup>49</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 7.

<sup>50</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, comma 1, lettera c.

<sup>51</sup> ANPA, 2000, "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione", pag. 8.

<sup>52</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, comma 1, lettera b.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

Soltanto la densità di potenza in aria, esterna al corpo, può essere misurata direttamente per gli individui esposti.

### 2.1.1 Acronimi utilizzati

**DDL** : datore di lavoro

**MC** : medico competente

**RSPP** : responsabile del servizio di prevenzione e protezione

**ASPP** : addetto al servizio di prevenzione e protezione

**SPP** : servizio di prevenzione e protezione

**RLS** : rappresentante dei lavoratori per la sicurezza

**VDR** : valutazione dei rischi/del rischio

**VDTR** : valutazione di tutti i rischi

**DUVRI** : documento unico di valutazione dei rischi

**VLE** : valore limite di esposizione

**VA** : valore di azione

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI, NORMATIVI, GUIDE E DOCUMENTI

I principali riferimenti legislativi, normativi e di guida a livello nazionale e internazionale, riguardanti la misura e la valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici sul luogo di lavoro sono costituiti da:

- § CEI, guida 211-6, gennaio 2001, *“Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”*;
- § CEI, guida 211-7, gennaio 2001, *“Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana”*;
- § CEI Norma EN 50499 (CEI 106-23), novembre 2009 *“Procedura per la valutazione dell’esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici”*;
- § CEI, Norma 111-1, giugno 1997, *“Esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza. Rapporto informativo”*;
- § Consiglio Europeo, Raccomandazione 1995/519/CE del 12 luglio 1999, *“relativa alla limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz”* (G.U.C.E. del 30 luglio 1999, n. 199);
- § ICNIRP, *“Linee guida per la limitazione dell’esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)”*, Health Physics 74: 494-522 (1998);
- § ICNIRP, *“Approccio generale alla protezione dalle radiazioni non ionizzanti”*, traduzione italiana di: *“General Approach to Protection Against Non-Ionizing Radiation”*, Health Physics 82: 540-548 (2002);
- § ISPESL-ISS, *“Documento congiunto”*, Fogli d'Informazione ISPESL, Trimestrale, anno X, numero 4/97;
- § Parlamento Europeo e Consiglio, Direttiva 2004/40/CE del 29 aprile 2004 (modificata dalla Direttiva 2008/46, pubblicata il 26 aprile 2008) *“sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)”*, diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE;
- § Parlamento Italiano, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 *“Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”*.
- § Parlamento Italiano, D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 *“Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.”*
- § Parlamento Italiano, Legge 22 febbraio 2001, n. 36 *“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”*;
- § Parlamento Italiano, D.Lgs 19 novembre 2007, n. 257 *“Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)”*;

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

- § Presidente del Consiglio dei Ministri, Decreto 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 a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”* (G.U. n. 199 del 28 agosto 2003);
- § Presidente del Consiglio dei Ministri, Decreto 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”* (G.U. n. 200 del 29 agosto 2003);
- § Prime indicazioni operative sul D.Lgs 81/2008 a cura del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, in collaborazione con ISPESL (Revisione 01: approvata il 12/11/2009).
- § ANPA, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Dipartimento “Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi”, 2000, *“Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione”*;
- § BIGONI FLAVIA, MOSCONI GIOVANNI, U.S.C. Medicina del lavoro, Ospedali Riuniti di Bergamo, *“D.Lgs. 257/2007 Campi elettromagnetici: aspetti clinici e la sorveglianza sanitaria”*, Unione degli Industriali Confindustria di Bergamo, 26 Febbraio 2008;
- § GRANDOLFO MARTINO, *“Campi elettromagnetici: modalità di valutazione e misure del rischio”*, atti del convegno “Sicurezza sul lavoro: le novità legislative”, Auditorim Beccaria, HERA, Modena, 26 marzo 2008.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.3 CRITERI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

### 2.3.1 Introduzione

Sulla base di quanto stabilito nel D.Lgs. del 9 aprile 2008, n. 81 nell'assolvere gli obblighi stabiliti dagli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08, relativamente al Titolo VIII - AGENTI FISICI il datore di lavoro deve valutare il livello di esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici per le frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz<sup>53</sup>.

La legge prevede che il datore di lavoro, in seguito DDL, proceda alle attività di valutazione, misurazione e calcolo, in conformità alle norme europee standardizzate del Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica (CENELEC). Transitoriamente, nel periodo che intercorre tra l'entrata in vigore del D.Lgs. 81/2008 e l'emanazione di tali norme, il DDL deve adottare le "linee guida" individuate dalla Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e per l'igiene del lavoro<sup>54</sup> od, in alternativa, quelle del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI). Se necessari, il DDL deve fare riferimento ai livelli di emissione indicati dai fabbricanti delle attrezzature<sup>55</sup>.

I criteri utilizzati nello svolgimento dell'attività di valutazione del rischio sono<sup>56</sup>:

- § determinazione di livello, spettro di frequenza, durata e tipo di esposizione specifica;
- § confronto con i valori limite di esposizione ed i valori di azione definiti dall'art. 49-*quindicies*;
- § valutazione della presenza di effetti diretti ed indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio;
- § valutazione dei possibili effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza di tutti i lavoratori, come ad esempio:
  - innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);
  - incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili provocata da scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;
  - possibili interferenze con attrezzature e dispositivi medici elettronici, compresi pace-maker, stimolatori cardiaci e dispositivi ferromagnetici impiantati ed azionabili elettricamente<sup>57</sup>;
  - rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 3 mT, considerando tali anche oggetti ferromagnetici impiantati nel corpo umano<sup>58</sup>;
- § presa in esame di attrezzature di lavoro alternative, progettate per la riduzione dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;

<sup>53</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 206, comma 1.

<sup>54</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 209, comma 1.

<sup>55</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 209, comma 1.

<sup>56</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 209, comma 4.

<sup>57</sup> ISPESL-ISS, "Documento congiunto", Fogli d'Informazione ISPESL, Trimestrale, anno X, numero 4/97, pag. 5 e seguenti.

<sup>58</sup> ISPESL-ISS, "Documento congiunto", pag. 5 e seguenti.



|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

- § la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- § qualora presenti e pertinenti, accurato esame dei dati anamnestici raccolti nel corso della sorveglianza sanitaria a mezzo consultazione del medico competente e delle informazioni fornite dalla letteratura e dalle pubblicazioni scientifiche;
- § analisi di possibili conseguenze causate dall'esposizione simultanea a campi di frequenze diverse o dalla vicinanza a sorgenti multiple di esposizione.

Nel caso in cui sia rendo necessaria l'adozione di misure precauzionali da parte del datore di lavoro, queste devono essere inserite nel documento di valutazione dei rischi.

L'aggiornamento della valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici deve essere effettuato con cadenza almeno quadriennale e deve essere ripetuta ogni volta che la sorveglianza sanitaria ne evidenzi la necessità e nel caso in cui si verifichino significativi mutamenti delle modalità lavorative<sup>59</sup>.

L'obbligo del DDL di provvedere alla valutazione del livello dei campi elettromagnetici ai quali sono sottoposti i lavoratori, è da intendersi generalmente legato alle procedure di misurazione e calcolo. La valutazione può prescindere da misure e/o calcoli solo se tutte le apparecchiature presenti sul luogo di lavoro sono elencate nella tabella 1 della norma CEI EN 50499. La tabella 1 della norma riporta degli esempi di apparecchiature che non producono campi elettromagnetici o ne producono a livelli inferiori ai limiti di esposizione della popolazione. Queste apparecchiature elettriche possono quindi essere escluse dalla valutazione dettagliata dell'esposizione. La conclusione di conseguenza, è che un luogo di lavoro nel quale ci sia l'influenza solo di apparecchiature elencate nella tabella 1 della norma CEI EN 50499, è da considerare conforme alla norma EN 50499 (e quindi alla Direttiva 2004/40/CE) senza ulteriori valutazioni. Questo è vero indipendentemente dal numero di apparecchiature elettriche presenti nel luogo di lavoro.

L'esposizione va valutata nelle postazioni di lavoro nelle quali un lavoratore (definito dalla Direttiva 89/391/CEE come "qualsiasi persona impiegata da un datore di lavoro, inclusi i tirocinanti e gli apprendisti, ad esclusione dei domestici") ha accesso nell'ambito delle sue mansioni.

A parere del valutatore risulta comunque opportuna la valutazione del rischio in presenza di rilevazioni, data la carenza, al momento, di valori di letteratura e di risultati relativi ad altre esperienze di misura di questa tipologia di esposizione.

<sup>59</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 181, comma 2.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

### 2.3.2 Percorso di valutazione del rischio

Per effettuare una corretta analisi dei rischi ai quali sono sottoposti i lavoratori, si è proceduto:

- § all'individuazione ed alla mappatura delle possibili fonti di emissione sia presenti nei luoghi di lavoro sia nell'intorno dei luoghi stessi;
- § alla caratterizzazione dei campi elettromagnetici rilevati;
- § alla valutazione dell'esposizione dei soggetti mediante:
  - modalità di esposizione, in relazione alla mansione dei soggetti;
  - se pertinente, raccolta di informazioni riguardo sensibilità e fattori predisponenti specifici (dati relativi alla sorveglianza sanitaria, a cura del medico competente<sup>60</sup>);
  - tempo e durata dell'esposizione dei diversi soggetti.

Trattandosi della valutazione degli effetti a breve termine dell'esposizione a campi elettromagnetici, il dato "tempo e durata dell'esposizione" non è impiegato ai fini della definizione del livello di esposizione, ma è ugualmente rilevato, come parametro qualitativo, per effettuare una valutazione complessiva del rischio.

---

<sup>60</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 185 e art. 211.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.4 VALORI DI AZIONE E VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE

I valori di riferimento adottati sono stati individuati dall'art. 208 "Valori Limite di Esposizione e Valori di Azione" del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

### 2.4.1 Valori di azione

Si tratta di livelli direttamente misurabili, da utilizzare per una valutazione pratica dell'esposizione, al fine di stabilire se i valori limite di esposizione siano rispettati o se vi sia superamenti di tali limiti alle diverse frequenze.

Le grandezze fisiche utilizzate come parametri relativi ai valori di azione sono costituite dall'intensità del campo elettrico (E), dall'intensità del campo magnetico (H), dall'induzione magnetica (B), dalla densità di potenza (S) e dalla corrente che fluisce attraverso le estremità ( $I_L$ ). Le grandezze utili per considerare gli effetti della percezione e degli altri effetti indiretti sono la corrente di contatto ( $I_e$ ) e, per i campi pulsati, l'assorbimento specifico di energia (SA).

Il confronto tra i dati rilevati ed i corrispondenti valori di azione può evidenziare due diverse condizioni: se il dato rilevato risulta inferiore al valore di azione, è garantito anche il rispetto del relativo limite di esposizione; se, al contrario, il dato rilevato è superiore al valore di azione, si suggerisce di adottare direttamente le misure tecniche e organizzative finalizzate a ridurre l'esposizione senza ricorrere alla valutazione mediante calcolo sul rispetto dei valori limite di esposizione (indicazioni applicative ISPESL – novembre 2009)

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

**Tabella 1:** valori di azione<sup>61</sup> (art. 208, comma 2, allegato XXXVI, lettera B, tabella 2). Valori efficaci (rms) imperturbati. I valori di azione sono stati definiti come “livelli di riferimento” nelle “Linee Guida ICNIRP”.

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

Cenni alle tecniche di rilievo e calcolo per la verifica dei valori di azione:

- § nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 10 GHz: Seq, E, H, B e IL devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 6 minuti;
- § per frequenze superiori a 10 GHz: Seq, E, H e B devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 68/f<sup>1,05</sup> minuti (f in GHz);

<sup>61</sup> D.Lgs. 81/2008, allegato XXXVI, lettera B, tabella 2.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

- § per le frequenze fino a 100 kHz: i valori di azione di picco per le intensità di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per  $(2)^{1/2}$ . Per gli impulsi di durata  $t_p$ , la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come  $f = 1/(2t_p)$ ;
- § per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) per  $10^a$ , dove  $a = (0,665 \log (f/10) + 0,176)$ ;
- § per le frequenze comprese tra 10 MHz e 300 GHz, i valori di azione di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensità di campo e per 1000 nel caso della densità di potenza di onda piana equivalente;
- § nel caso in cui si accerti la presenza di campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione e misurazione in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme CENELEC;
- § per i valori di picco di campi elettromagnetici pulsati modulati si propone che, per le frequenze portanti che superano 10 MHz,  $S_{eq}$  valutato come media sulla durata dell'impulso non superi di 1000 volte i valori di azione per  $S_{eq}$  o che l'intensità di campo non superi di 32 volte i valori di azione dell'intensità di campo alla frequenza portante.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.4.2 Valori limite di esposizione

I valori limite di esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici si basano su considerazioni biologiche e su effetti sanitari accertati. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti siano protetti contro gli effetti nocivi per la salute conosciuti.

Le grandezze fisiche da monitorare, in relazione alla frequenza, sono la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR) e la densità di potenza (S). Soltanto la densità di potenza in aria, esterna al corpo, può essere misurata direttamente per gli individui esposti<sup>62</sup>.

**Tabella 2:** valori limite di esposizione<sup>63</sup> (art. 208, comma 1, allegato XXXVI, lettera A, tabella 1). Questi valori erano stati definiti “restrizioni di base” nelle “Linee Guida ICNIRP”.

| Intervallo di frequenza | Densità di corrente per testa e tronco<br>J (mA/m <sup>2</sup> ) (rms) | SAR mediato sul corpo intero<br>(W/kg) | SAR localizzato (corpo e tronco)<br>(W/kg) | SAR localizzato (arti)<br>(W/kg) | Densità di potenza<br>(W/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|--|--|--|----------------------------------|---|
| Fino a 1 Hz             | 40   | /                                      | /  | /                                | /   |
| 1 Hz – 4 Hz             | 40/f   | /                                      | /  | /                                | /   |
| 4 Hz – 1000 Hz          | 10   | /                                      | /  | /                                | /   |
| 1000 Hz – 100 kHz       | f/100  | /                                      | /  | /                                | /   |
| 100 kHz – 10 MHz        | f/100  | 0,4                                    | 10   | 20                               | /   |
| 10 MHz – 10 GHz         | /  | 0,4                                    | 10   | 20                               | /   |
| 10 GHz – 300 GHz        | /  | /                                      | /  | /                                | 50  |

<sup>62</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 207, comma 1, lettera b.

<sup>63</sup> D.Lgs. 81/2008, allegato XXXVI, lettera A, tabella 1.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

Effetti sulla salute umana presi a riferimento per la definizione dei valori limite di esposizione:

- § *fino a 1 Hz: la limitazione imposta alla “densità di corrente”, relativamente ai campi variabili nel tempo, vuole prevenire effetti acuti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale (zona della testa e del torace);*
- § *1 Hz – 100 kHz: la limitazione imposta alla “densità di corrente” vuole prevenire effetti acuti sulle funzioni del sistema nervoso (zona della testa e del torace);*
- § *100 kHz – 10 MHz: sono state imposte limitazioni sia alla “densità di corrente”, per prevenire effetti sulle funzioni del sistema nervoso, sia al “SAR”, per prevenire lo stress termico sul corpo intero e l'eccessivo riscaldamento localizzato dei tessuti;*
- § *10 MHz – 10 GHz: la limitazione imposta al “SAR” serve a prevenire lo stress termico sul corpo intero e l'eccessivo riscaldamento localizzato dei tessuti;*
- § *10 GHz – 300 GHz: la limitazione imposta alla “densità di potenza” vuole prevenire l'eccessivo riscaldamento dei tessuti della superficie del corpo od in prossimità della stessa.*

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.5 EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE UMANA A CAMPI ELETTROMAGNETICI

L'esposizione di una persona ai campi elettromagnetici è correlata in modo diretto ai valori di alcune grandezze elettriche che si stabiliscono, per effetto di tali campi, all'interno del corpo umano. Tali grandezze, dette "grandezze interne", sono la densità di potenza  $S$ , la densità di corrente indotta  $J$  ed il tasso di assorbimento specifico di energia elettromagnetica per unità di peso corporeo SAR, a cui è strettamente legata la sovratemperatura corporea<sup>64</sup>.

La seguente tabella 3, riassume in modo schematico gli effetti dei campi elettromagnetici sulla salute umana, in relazione ai principali studi scientifici attualmente disponibili.

Tabella 3: Meccanismi rilevanti di interazione, effetti sanitari, grandezze fisiche biologicamente efficaci e livelli di riferimento utilizzati in diverse parti dello spettro dei campi elettromagnetici (ICNIRP, 2002)<sup>65</sup>.

| Parte dello spettro elettromagnetico                       | Meccanismi rilevanti d'interazione                                | Effetti sanitari   | Grandezze fisiche biologicamente efficaci                        | Esposizione, livello di riferimento |
|--|---|--|--|-------------------------------------|
| <b>Campi elettrici statici</b>                             | Cariche elettriche superficiali                                   | Effetti di fastidio<br>Scosse  | Intensità del campo elettrico esterno                            | Intensità di campo elettrico        |
| <b>Campi magnetici statici</b>                             | Induzione di campi elettrici in fluidi in movimento ed in tessuti | Effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale                     | Intensità dell'induzione magnetica esterna                       | Intensità di induzione magnetica    |
| <b>Campi elettrici variabili nel tempo (fino a 10 MHz)</b> | Cariche elettriche superficiali                                   | Effetti di fastidio<br>Scosse elettriche<br>Ustioni                                    | Intensità del campo elettrico esterno                            | Intensità di campo elettrico        |
|  | Induzione di campi elettrici e correnti elettriche                | Stimolazione di cellule nervose e muscolari<br>Effetti su funzioni del sistema nervoso | Intensità del campo elettrico e densità di corrente nei tessuti. | Intensità di campo elettrico        |

<sup>64</sup> CEI, Norma 211-7, "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana", gennaio 2001, pag. 14 e seguente.

<sup>65</sup> ICNIRP, "Approccio generale alla protezione dalle radiazioni non ionizzanti", 2002, pag. 8.



|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

Segue Tabella 3:

| <b>Parte dello spettro elettromagnetico</b>                | <b>Meccanismi rilevanti d'interazione</b>   | <b>Effetti sanitari</b>  | <b>Grandezze fisiche biologicamente efficaci</b>                | <b>Esposizione, livello di riferimento</b>   |
|--|---|--|---|--|
| <b>Campi magnetici variabili nel tempo (fino a 10 MHz)</b> | Induzione di campi elettrici e correnti elettriche                                      | Stimolazione di cellule nervose e muscolari<br><br>Effetti su funzioni del sistema nervoso | Intensità del campo elettrico e densità di corrente nei tessuti | Intensità di induzione magnetica   |
| <b>Campi elettromagnetici (da 100 kHz a 300 GHz)</b>       | Induzione di campi elettrici e correnti elettriche<br>Assorbimento di energia nel corpo | Riscaldamento eccessivo<br>Scosse elettriche<br>Ustioni                                    | Tasso di assorbimento specifico <sup>a</sup>                    | Intensità di campo elettrico<br>Intensità di campo magnetico<br>Densità di potenza |
|  | > 10 GHz:<br>assorbimento superficiale di energia                                       | Riscaldamento superficiale eccessivo   | Densità di potenza  | Densità di potenza   |
|  | Impulsi < 30 µs, da 300 MHz a 6 GHz, propagazione di onde termoacustiche                | Fastidio per l'effetto acustico delle microonde  | Assorbimento specifico di energia                               | Densità di potenza di picco  |

<sup>a</sup> Mediato su un periodo appropriato di tempo e su una massa appropriata di tessuto.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

### 2.5.1 Sorveglianza sanitaria

La sorveglianza sanitaria<sup>66</sup> è prevista per tutti i lavoratori particolarmente sensibili, al fine di stabilirne preventivamente l'idoneità alla mansione, e per i lavoratori per i quali è stata rilevata un'esposizione superiore ai valori di azione e sussista il rischio del superamento dei valori limite di esposizione. La periodicità della visita deve essere stabilita dal Medico Competente in funzione della valutazione del rischio e delle condizioni del lavoratore: solitamente, deve essere effettuata con cadenza annuale. La visita può avere una periodicità inferiore se riguarda lavoratori particolarmente sensibili o se intervengono fattori straordinari, quali l'introduzione di nuove attrezzature o la scoperta di segni patologici sospetti.

Gli effetti considerati dal Titolo VIII, Capo IV del D.Lgs. 81/2008 sono quelli "nocivi a breve termine", per i quali è stata dimostrata un'evidenza scientifica di nesso relazionale tra causa ed effetto. Non vengono trattati, quindi, gli effetti "a lungo termine", per i quali gli studi non hanno ancora dimostrato indiscutibilmente le relazioni causa-effetto.

Sono stati proposti diversi esempi di protocollo di prevenzione per gli esami medici<sup>67</sup>, ma si rimanda alla specifica valutazione del medico competente.

Gli effetti, sia a breve sia a lungo termine, si possono suddividere in base agli organi bersaglio<sup>68</sup>:

- § **occhio:** cataratta, accelerata opacizzazione del cristallino, opacità corneali, congiuntivite, lesioni retiniche, aumento di pressione endoculare;
- § **cute e recettori sensoriali:** iperemia sino all'ustione, percezione di correnti di scarica;
- § **apparato emolinfopoietico:** linfocitosi assoluta, instabilità leucocitaria, monocitosi, modificazioni proteine plasmatiche, depressione immunologica;
- § **sistema cardiovascolare:** bradicardia, ipotensione, ipertensione, labilità pressoria, labilità del ritmo cardiaco, alterazioni ECG e degli altri test funzionali, allungamento del P-Q e del complesso QRS; acrocianosi;
- § **apparato neuroendocrino:** iperattività tiroidea, aumentata iodocaptazione, iperidrosi, sudorazione notturna, caduta dei capelli, fragilità ungueale, interazioni asse ipofisi-surrene, ipofisi-tiroide;
- § **sistema neuroriproduttivo:** oligospermia, azoospermia, diminuzione della portata latte;
- § **sistema nervoso e sindromi complesse:** alterazioni EEG, diminuita risposta alla fotostimolazione, tremori alle estremità ed alle palpebre, innalzamento della soglia uditiva, visiva (notturna), sindrome

<sup>66</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 185 e art. 211.

<sup>67</sup> CEI, Norma 111-1, "Esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza. Rapporto informativo.", giugno 1997, pag. 16.

<sup>68</sup> BIGONI F., MOSCONI G., "D.Lgs. 257/2007. Campi elettromagnetici: aspetti clinici e la sorveglianza sanitaria", 2008, pag. 45 e seguenti; CEI, Norma 111-1, "Esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza. Rapporto informativo.", giugno 1997, pag. 10.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

astenica (debolezza, stancabilità, insonnia), sindrome da microonde (vagotonia, bradicardia, ipotensione), sindrome ciclica (sintomi entro tre mesi, successivamente al sesto ed all'ottavo mese ed al quinto anno).

Tra i soggetti ipersensibili si possono considerare<sup>69</sup>:

a) Soggetti portatori di :

- § Schegge o frammenti metallici
- § Clip vascolari
- § Valvole cardiache
- § Stent
- § Defibrillatori impiantati
- § Pace maker cardiaci
- § Pompe di infusione di insulina o altri farmaci
- § Corpi metallici nelle orecchie o impianti per udito
- § Neurostimolatori, elettrodi impiantati nel cervello o subdurali
- § Distrattori della colonna vertebrale
- § Altri tipi di stimolatori o apparecchiature elettriche o elettroniche di qualunque tipo
- § Corpi intrauterini (ad esempio spirale o diaframma)
- § Derivazioni spinali o ventricolari, cateteri cardiaci
- § Protesi metalliche di qualunque tipo (es. per pregresse fratture, interventi correttivi articolari
- § etc.), viti, chiodi, filo etc.
- § Espansori mammari
- § Protesi peniene
- § Altre protesi

b) Stato di gravidanza;

c) Soggetti con patologie del SNC, in particolare soggetti epilettici;

d) Soggetti con infarto del miocardio recente e con patologie del sistema cardiovascolare.

<sup>69</sup> Indicazioni applicative ISPESL – novembre 2009;

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.5.2 Condizioni lavorative e di esposizione particolari

Il DDL deve operare per eliminare o ridurre quanto più possibile i rischi derivanti da tale esposizione<sup>70</sup>, tenendo conto, in particolare, delle esigenze dei lavoratori particolarmente sensibili<sup>71</sup>.

I parametri che influiscono sui possibili effetti delle esposizioni sono molteplici, e possono essere suddivisi in:

### § **parametri biologici**<sup>72</sup>:

- sesso, età, peso;
- condizioni di salute;
- eventuali farmaci assunti;
- proprietà dei tessuti esposti;
- predisposizioni genetiche o metaboliche;
- soglia di risposta o sensibilità individuale;

### § **parametri ambientali e modalità di esposizione**<sup>73</sup>:

- temperatura, umidità, velocità dell'aria, illuminazione, ora del giorno, analisi di superfici riflettenti, presenza di oggetti metallici o non metallici ed altri fattori riguardanti l'ambiente di lavoro;
- durata e tipologia dell'esposizione (esposizione ripetuta, parziale, a corpo intero);
- disposizione delle postazioni di lavoro;
- eventuali misure di protezione e contenimento già installate<sup>74</sup>;
- installazione, manutenzione ed utilizzo in modo appropriato delle apparecchiature<sup>75</sup>.

Il primo gruppo di questi dati è riferito a parametri biologici che corrispondono a dati sensibili che possono essere in possesso o successivamente indagati dal medico competente<sup>76</sup>, frutto dell'attività di sorveglianza sanitaria. Non sono, quindi, dati normalmente disponibili al DDL e neppure legalmente fruibili. Si prevede perciò una stretta collaborazione con il MC per il completamento della valutazione dei rischi in riferimento all'applicazione delle misure di tutela su base individuale.

<sup>70</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 182, comma 1.

<sup>71</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 183, comma 1.

<sup>72</sup> CEI, Norma 111-1, "Esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza. Rapporto informativo.", giugno 1997, pag. 10.

<sup>73</sup> CEI, Norma 111-1, "Esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza. Rapporto informativo.", giugno 1997, pag. 10.

<sup>74</sup> GRANDOLFO M., "Campi elettromagnetici: modalità di valutazione e misure del rischio", 2008, pag. 29.

<sup>75</sup> GRANDOLFO M., "Campi elettromagnetici: modalità di valutazione e misure del rischio", 2008, pag. 29.

<sup>76</sup> D.Lgs. 81/2008, art. 185 e art. 211.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

### 2.5.2 Lavoratori stagionali e a tempo determinato, lavoro temporaneo

Le norme di sicurezza e protezione sul lavoro relativamente ai campi elettromagnetici si applicano anche ai lavoratori stagionali o assunti per brevi periodi.

Questo vale anche per :

- § i lavoratori operanti in regime di “contratto di fornitura di prestazioni di lavoro temporaneo” <sup>77</sup>;
- § i “lavoratori atipici” definiti dal D.Lgs. 276/03<sup>78</sup> (“Legge Biagi”) quali somministrazione di lavoro, appalto di servizi, distacco; contratto ad orario ridotto, modulato e flessibile; apprendistato e contratto di inserimento; lavoro a progetto e lavoro occasionale.

Il datore di lavoro provvede inoltre a valutare il rischio dei lavoratori che svolgono attività prevalente o per periodi significativi presso sedi esterne.

<sup>77</sup> In riferimento alla Legge 196 del 24/6/97 istitutiva di questi particolari contratti di lavoro.

<sup>78</sup> Le figure contrattuali contenute nella “Legge Biagi” sono equiparate ai lavoratori dipendenti ai fini dell’adempimento degli obblighi previsti dal D.Lgs. 81/2008.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.6 CONTENUTO DELLA RELAZIONE TECNICA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La Relazione Tecnica riassume il processo di valutazione, le misure e i dati raccolti, fornendo indicazione del livello di rischio e delle eventuali misure di protezione. Questo permette di individuare tutte le possibili fonti di radiazioni elettromagnetiche e la rilevazione dei dati utili e facilita l'individuazione di eventuali provvedimenti.

Al DDL od ai soggetti da lui delegati, sentito anche il RLS, spetta il compito di fornire tutte le indicazioni relativamente allo svolgimento dell'attività lavorativa ed all'attrezzatura utilizzata.

La relazione, a seguito di analisi dell'unità produttiva in esame<sup>79</sup>, si compone di :

- identificazione delle mansioni potenzialmente esposte (tab. 01);
- correlazione fra aree, reparti, e punti di rilievo con esposizione dei dati misurati (tab. 02);
- elenco delle mansioni aziendali (tab. 03);
- valori confrontati con i limiti per la popolazione (tab. 02b);
- associazione fra punti di rilievo e soggetti esposti (tab. 04);
- associazione tra soggetti esposti e tempi di permanenza (tab. 04);
- attribuzione del rischio ai soggetti esposti (tab. 04).

Sono riportate inoltre:

§ caratteristiche della strumentazione utilizzata per la misurazione<sup>80</sup>:

- identificazione del costruttore;
- identificazione e modello dello strumento;
- data dell'ultima taratura o prova di verifica;

§ caratteristiche della misurazione<sup>81</sup>:

- luogo e data delle misure;
- planimetrie delle aree in cui sono eseguite le misure;
- caratterizzazione degli apparati in grado di emettere campi elettromagnetici e delle postazioni di lavoro e di misura;

<sup>79</sup> CEI, Norma 211-7, "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana", gennaio 2001, pag. 80 e seguente.

<sup>80</sup> CEI, norma 211-6, "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", gennaio 2001, pag. 88 e seguente.

<sup>81</sup> CEI, norma 211-6, pag. 88 e seguente.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

- descrizione delle condizioni di utilizzo dell'apparato: processo di lavoro, tempi di esposizione, posizione del lavoratore rispetto all'apparato durante le fasi che comportano esposizione ai CEM;
- condizioni della sorgente durante la misura. Le misure vengono effettuate nelle condizioni di utilizzo della macchina più sfavorevoli tra quelle operative, e laddove ciò non sia possibile nelle diverse modalità operative.
- definizione delle principali caratteristiche delle sorgenti di campo, in particolare potenza e frequenza di emissione;
- durate delle singole misure;

§ presentazione ed analisi dei dati rilevati<sup>82</sup>:

- valori misurati;
- indicazione della natura della misura calcolata (es. valore di picco/rms, media spaziale/temporale, etc.);
- eventuali valori calcolati (rif. Determinazione del rispetto del VLE calcolato come SAR in caso di superamento dei valori di azione VA);
- attribuzione dei livelli di rischio (R);
- suggerimenti tecnici in relazione ai risultati ottenuti;
- le misure di prevenzione e protezione programmate saranno invece oggetto di inserimento al programma di miglioramento conseguente la valutazione di tutti i rischi di cui all'art 17 e 28 del Dlgs 81/08.

---

<sup>82</sup> CEI, Norma 211-7, pag. 80 e seguente.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.7 ATTRIBUZIONE DEL RISCHIO IN BASE ALLE ESPOSIZIONI

La legislazione attuale, in assenza di una evidenza scientifica certa, non definisce una correlazione tra i tempi di esposizione e i livelli di esposizione a CEM nel lungo termine<sup>83</sup>, in particolare l'art. 206 del Dlgs 81/08 al comma 2 recita *“Il presente capo non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine”*.

Questo potrebbe far ritenere che il decreto 81/08 prenda in considerazione valori di esposizione non “pesati” con il fattore tempo in quanto di breve periodo (o istantanei), questo sia per quanto riguarda i valori di azione che i VLE (valori limite di esposizione).

L'art. 209 comma 4 però cita espressamente ***“Nell'ambito della valutazione del rischio di cui all'articolo 181, il datore di lavoro presta particolare attenzione ai seguenti elementi:***

***a) il livello, lo spettro di frequenza, la durata e il tipo dell'esposizione;”***

Quest'altro articolo rende però evidente che, pur in assenza di una indicazione legislativa chiara, e nel pieno rispetto dei valori (azione e limite di esposizione) la valutazione del rischio debba considerare, anche come elemento descrittivo o qualitativo il fattore tempo di esposizione come variabile.

Le indicazioni ISPESL del novembre 2009 forniscono delle tracce su come si debba tener conto dei tempi di esposizione per garantire il rispetto dei limiti dei valori di azione. Le indicazioni, in base alla frequenza della sorgente di campo, sono riassunte nella tabella seguente:

| Intervallo di frequenza                   | Valutazione del tempo di esposizione                   |
|---|--|
| $f \leq 100 \text{ kHz}$                  | Su base istantanea                                     |
| $100 \text{ kHz} < f \leq 10 \text{ GHz}$ | Potenza media su un intervallo di 6 minuti             |
| $f > 10 \text{ GHz}$                      | Potenza media su un intervallo di $68/f^{1,05}$ minuti |

<sup>83</sup> **Art. 206. - Campo di applicazione**

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

*2. **Il presente capo non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine** e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.*



|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

Le stesse linee guida ISPESL forniscono indicazioni anche su come tener conto della variabilità spaziale del campo magnetico e quindi su quante misure vadano effettuate per valutare correttamente il rischio di esposizione. Le indicazioni, in base alla frequenza della sorgente di campo, sono riassunte nella tabella seguente:

| Intervallo di frequenza | Numero di misure da effettuare   |
|-------------------------|--|
| $f \leq 10 \text{ MHz}$ | Almeno 2, in corrispondenza di testa e tronco                            |
| $f > 100 \text{ kHz}$   | Almeno 4, in corrispondenza di testa, tronco, arti superiori e inferiori |

Fatte queste premesse la valutazione del rischio di esposizione a **CEM** non sfugge il più generale criterio di valutazione del rischio al quale si fa corrispondere la funzione  **$R = P \times E$**

Ove:

**R = rischio;**

**P = pericolo;**

**E = esposizione;**

e cioè la combinazione dei due fattori Pericolo e Esposizione consentono di definire l'espressione del Rischio.

Nel modello esposto il pericolo P è rappresentato dal livello di inquinamento elettromagnetico, espresso in V/m per quanto riguarda il campo elettrico o in  $\mu\text{T}$  per quanto concerne l'induzione magnetica, cui può essere esposto il lavoratore. Si ritiene perciò che a valori crescenti corrisponda un pericolo crescente, relativo a possibili effetti sulla salute.

Ai fini della presente valutazione del rischio, per il fattore P, si è scelto di adottare una scala di valutazione con 4 intervalli. Ciascun intervallo è definito da un "range" di valori di inquinamento elettromagnetico espresso in percentuale rispetto ai valori di azione definiti dalla legge.

Le quattro fasce sono definite dalle seguenti condizioni, valori di inquinamento elettromagnetico:

- inferiori al 20% del valore di azione
- compresi fra il 20% e il 50% del valore di azione
- superiori al 50% del valore di azione
- superiori al valore di azione

A ciascuna delle fasce indicate è stato assegnato un punteggio crescente (da 1 a 4) in relazione al pericolo, creando la tabella sottostante.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

| PERICOLO (P) |  |
|--------------|--|
| 1            | Nulla (il valore rilevato è inferiore al 20% del valore di azione)                         |
| 2            | Poco rilevante (il valore rilevato è compreso fra il 20% e il 50% del valore di azione)    |
| 3            | Sopra la soglia di attenzione (il valore rilevato è superiore al 50% del valore di azione) |
| 4            | Significativo (il valore rilevato è superiore al valore di azione)                         |

I valori misurati strumentalmente saranno associati, in relazione all'appartenenza alla specifica banda di frequenza, al corrispondente valore di azione e al rispettivo punteggio di tabella 01.

L'esposizione E è invece relativa alla durata di esposizione a inquinamento elettromagnetico, è cioè espressione del tempo in cui il soggetto è esposto al pericolo P.

In questo caso si è scelto di creare quattro fasce, in cui il punteggio è assegnato in relazione al tipo e alla modalità di esposizione:

- Occasionale
- Quotidiana, inferiore al 10% del turno di lavoro<sup>84</sup>
- Quotidiana, con un tempo di esposizione compreso tra il 10% ed il 50% del turno di lavoro
- Quotidiana e superiore al 50% del turno di lavoro

A ciascuna delle fasce indicate è stato assegnato un punteggio crescente (da 1 a 4) in relazione alla esposizione, creando la tabella sottostante.

| ESPOSIZIONE (E) |  |
|-----------------|--|
| 1               | Occasionale                                      |
| 2               | Molto bassa (< al 10% del turno di lavoro)       |
| 3               | Bassa (tra il 10% ed il 50% del turno di lavoro) |
| 4               | Sistematica (> 50% del turno di lavoro)          |

<sup>84</sup> La durata del turno di lavoro, impiegata ai fini della valutazione del rischio, è pari a 8 ore.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

I giudizi e i punteggi di P e di E sono associati fra loro, in base all'algoritmo  $R = P \times E$ , nella matrice sottostante.

|                 |  |   | PERICOLO (P) |                |                               |               |
|-----------------|--|---|--------------|----------------|-------------------------------|---------------|
|                 |  |   | Nulla        | Poco rilevante | Sopra la soglia di attenzione | Significativa |
|                 |  |   | 1            | 2              | 3                             | 4             |
| ESPOSIZIONE (E) | Occasionale                                      | 1 | 1            | 2              | 3                             | 4             |
|                 | Molto bassa (< al 10% del turno di lavoro)       | 2 | 2            | 4              | 6                             | 8             |
|                 | Bassa (tra il 10% ed il 50% del turno di lavoro) | 3 | 3            | 6              | 9                             | 12            |
|                 | Sistematica (> 50% del turno di lavoro)          | 4 | 4            | 8              | 12                            | 16            |

La matrice individua, a sua volta, quattro fasce di rischio (R):

| Giudizio    | Punteggio range | Accettabilità   |
|-------------|-----------------|---|
| Irrilevante | fino a 2        | Accettabile   |
| Basso       | da 3 a 6        | Accettabile   |
| Medio       | da 7 a 9        | Accettabile ma da monitorare periodicamente   |
| Alto        | da 10 a 16      | Accettabile solo con l'adozione che il valore rilevato comporti una esposizione inferiore al VLE (valore limite di esposizione) |

A ciascun intervallo (range) individuato viene fatto corrispondere un giudizio di rischio, suddiviso in quattro livelli e l'appartenenza o meno ad una soglia di accettabilità.

Nel caso in cui i valori rilevati facciano ipotizzare un superamento dei valori di azione<sup>85</sup> è necessario inoltre verificare se anche il valore limite di esposizione può essere superato, o in via ancor più cautelativa si adottano direttamente le misure tecniche ed organizzative atte a ridurre l'esposizione (indicazioni ISPESL, novembre 09).

<sup>85</sup> 2. A seguito della valutazione dei livelli dei campi elettromagnetici effettuata in conformità al comma 1, qualora risulti che siano superati i valori di azione di cui all'articolo 208, il datore di lavoro valuta e, quando necessario, calcola se i valori limite di esposizione sono stati superati.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.7 RISULTATI E AZIONI CONSEGUENTI LA VALUTAZIONE

Il DDL, tenuto conto del progresso tecnico e della possibilità di controllare il rischio alla fonte, deve cercare di eliminare o ridurre al minimo i rischi<sup>86</sup> derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici.

Rientrano tra gli obblighi del DDL quelli di informare e formare i lavoratori ed i loro rappresentanti a proposito<sup>87</sup>:

- § delle misure adottate;
- § dell'entità e del significato dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, nonché dei potenziali rischi associati;
- § ai risultati della valutazione, misurazione o calcolo dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- § delle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- § delle circostanze nelle quali hanno diritto alla sorveglianza sanitaria ed agli obiettivi della stessa;
- § delle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione.

---

### <sup>86</sup> Art. 182. - Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi

1. Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo. La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici si basa sui principi generali di prevenzione contenuti nel presente decreto.

2. In nessun caso i lavoratori devono essere esposti a valori superiori ai valori limite di esposizione definiti nei capi II, III, IV e V. Allorché, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione del presente capo i valori limite di esposizione risultino superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione, individua le cause del superamento dei valori limite di esposizione e adegua di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

### <sup>87</sup> D.Lgs. 81/2008, Art. 184. - Informazione e formazione dei lavoratori

1. Nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37, il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori esposti a rischi derivanti da agenti fisici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi con particolare riguardo:

- a) alle misure adottate in applicazione del presente titolo;
- b) all'entità e al significato dei valori limite di esposizione e dei valori di azione definiti nei Capi II, III, IV e V, nonché ai potenziali rischi associati;
- c) ai risultati della valutazione, misurazione o calcolo dei livelli di esposizione ai singoli agenti fisici;
- d) alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- e) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e agli obiettivi della stessa;
- f) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione;
- g) all'uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuale e alle relative indicazioni e controindicazioni sanitarie all'uso.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

L'informazione, che deve comunque sempre includere un avviso ai soggetti portatori di dispositivi o protesi mediche impiantate, finalizzato alla segnalazione dei possibili rischi per la salute, ed alla richiesta da parte del lavoratore di visita di idoneità specifica alla mansione, deve fare particolare riferimento a:

- § livelli di esposizione delle diverse mansioni e attività;
- § classificazione delle aree, con chiara identificazione di quelle che possono esporre i lavoratori a livelli superiori a quelli previsti per la popolazione, quelle dove si superano i livelli di azione ed infine quelle non adatte ai lavoratori particolarmente sensibili;
- § controindicazioni specifiche all'esposizione (elencazione delle condizioni di salute che consentono di classificare un lavoratore come "particolarmente sensibile") e conseguente necessità di segnalazione al medico competente di tali condizioni;
- § indicazione delle modalità per l'accesso, su richiesta del lavoratore, alla sorveglianza sanitaria.

I lavoratori professionalmente esposti a CEM dovranno essere formati sulle misure di sicurezza da adottare al fine di prevenire i rischi per la salute e sicurezza specifici associati all'esposizione. In particolare i lavoratori che si trovino ad operare presso aree classificate a rischio di esposizione dovranno ricevere adeguata formazione sugli opportuni accorgimenti e modalità operative da adottare al fine di:

- § prevenire il superamento dei livelli d'azione;
- § conoscere uso e manutenzione dei DPI;
- § conoscere uso e manutenzione dei dispositivi di segnalazione di allarme;
- § conoscere procedure e norme comportamentali idonee a ridurre al minimo l'esposizione.

L'informazione / formazione deve essere attivata per quei lavoratori che possono risultare esposti a livelli superiori a quelli raccomandati per il pubblico.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

In conseguenza ai valori di esposizione ottenuti (livello) a seguito della valutazione, si procede alla programmazione di interventi di riduzione del rischio e di miglioramento.

Qualora i valori di azione risultino superati il DDL adotta tutte le misure di prevenzione e protezione previste all'art 210<sup>88</sup> Dlgs 81/01.

Il meccanismo di tutela del controllo sanitario è previsto per tutti i lavoratori individuati come sensibili (art. 211) e per i lavoratori esposti a livelli superiori al valore di azione (VA).

---

<sup>88</sup> **Art. 210. - Misure di prevenzione e protezione**

1. A seguito della valutazione dei rischi, qualora risulti che i valori di azione di cui all'articolo 208 sono superati, il datore di lavoro, a meno che la valutazione effettuata a norma dell'articolo 209, comma 2, dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, elabora ed applica un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione, tenendo conto in particolare:

- a) di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;
- b) della scelta di attrezzature che emettano campi elettromagnetici di intensità inferiore, tenuto conto del lavoro da svolgere;
- c) delle misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermature o di analoghi meccanismi di protezione della salute;
- d) degli appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- e) della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- f) della limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- g) della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale.

2. I luoghi di lavoro dove i lavoratori possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i valori di azione devono essere indicati con un'apposita segnaletica. Tale obbligo non sussiste nel caso che dalla valutazione effettuata a norma dell'articolo 209, comma 2, il datore di lavoro dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza. Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista il rischio di un superamento dei valori limite di esposizione.

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

4. A norma dell'articolo 209, comma 4, lettera c), il datore di lavoro adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori esposti particolarmente sensibili al rischio.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.8 RELAZIONE TECNICA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO E DI MISURA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 2.8.1 Descrizione del processo di valutazione

L'attività svolta per valutare il rischio è consistita nel:

1. individuare le sorgenti di emissione;
2. definire le frequenze di emissione per le diverse sorgenti;
3. individuare le postazioni di lavoro esposte alle emissioni individuate;
4. definire le mansioni di lavoro associandole alle postazioni di lavoro (fisse e/o mobili) in cui l'operatore staziona durante l'attività lavorativa;
5. misurare nelle singole postazioni di lavoro, od in alcune postazioni campione, i livelli di campo elettromagnetico (in relazione alle diverse frequenze che si ipotizzano espongano a rischio i lavoratori);
6. valutare, sempre qualora sia superato un valore di azione, il rispetto del valore limite di esposizione e, se lo si ritiene opportuno, nelle altre situazioni;
7. valutare quei lavoratori che possono risultare esposti a livelli superiori a quelli raccomandati per la popolazione;
8. attribuire il rischio alle singole mansioni in funzione dei livelli misurati e della permanenza degli operatori.

Le misurazioni sono state eseguite da parte di personale competente e addestrato all'uso della strumentazione

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.8.2 Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata per le misurazioni è costituita da:

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Strumento                   | Misuratore di campi elettromagnetici  |
| Marca                       | PMM Costruzioni Elettroniche di Milano, Italia  |
| Modello                     | PMM 8053A (n° serie 142WK21219)<br>Incertezza strumentale: 0,5%   |
| Sonda basse frequenze       | PMM EHP - 50 B<br>Electric and Magnetic Field Analyzer 5 Hz –100 kHz (Sensore isotropico)<br>0.1 V/m – 100 kV/m / 10 nT –10 mT<br>n° serie 242WM30605<br>Incertezza strumentale:<br>Campo elettrico: 3% a 50 Hz e 10% ad altre frequenze<br>Campo magnetico: 2% a 50 Hz e 3% ad altre frequenze |
| Sonda alte frequenze        | PMM EP 330<br>Electric Field probe (Sensore isotropico)<br>100 kHz – 3000 MHz<br>n° serie 101WJ30211  |
| Certificati di calibrazione | N° 21219-C103 del 11/03/2011, N° 30605-C103 del 18/03/2011 e N° 30211-C103 del 15/03/2011, validità due anni  |



|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

### 2.8.3 Modalità di misura

Le misurazioni strumentali sono state eseguite con cura, per contenere gli errori di misura entro limiti accettabili.

Nella fase di misurazione del campo magnetico a basse frequenze, si è prestato attenzione nel<sup>89</sup>:

- § verificare la validità dei certificati di taratura dei componenti del sistema di misura;
- § evitare di collocare lo strumento in posizione troppo prossima alle sorgenti;
- § utilizzare una banda passante utile a rilevare tutte le componenti armoniche della sorgente;
- § eseguire le prove funzionali con le modalità descritte dai manuali degli strumenti.

Nella fase di misurazione del campo elettrico a basse frequenze, si è prestato attenzione nel<sup>90</sup>:

- § verificare la validità dei certificati di taratura dei componenti del sistema di misura;
- § evitare di collocare lo strumento su strutture conduttrici;
- § sistemare il sostegno proprio del sensore in direzione ortogonale alla polarizzazione;
- § nel caso di misure in ambienti confinati, la distanza dello strumento dalle pareti è stata ad almeno 3 volte la dimensione massima del sensore o dell'antenna, in modo da ottenere valori mediamente validi per tutto il locale;
- § eseguire le prove funzionali con le modalità descritte dai manuali degli strumenti.

Nella fase di misurazione del campo elettrico ad alte frequenze, si è prestato attenzione a<sup>91</sup>:

- § limitare le interferenze durante la misura;
- § posizionarsi ad almeno 3 m dallo strumento senza la presenza di altri soggetti;
- § schermare lo strumento, se i campi elettromagnetici presenti sono superiori a quelli dichiarati e permessi dal costruttore;
- § evitare accoppiamenti con oggetti metallici che potrebbero perturbare il campo;
- § altre variabili che possono influenzare le condizioni di funzionamento:
  - le dimensioni del sensore e dell'antenna;
  - le dimensioni dell'oggetto perturbante;
  - la lunghezza d'onda;
  - la presenza di sorgenti di emissione fuori banda.

<sup>89</sup> CEI, Guida 211-6, pag. 68 e seguenti.

<sup>90</sup> CEI, Guida 211-6, pag. 74 e seguente.

<sup>91</sup> CEI, Guida 211-7, pag. 74 e seguenti.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

#### 2.8.4 Data di effettuazione delle misure

.....

#### 2.8.5 personale che ha effettuato le misure

Personale tecnico

.....  
.....  
.....

**Responsabile dell'emissione del documento**

.....

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.8.6 luogo di effettuazione delle misure

Misure a campione effettuate presso locali, uffici, cabine e luoghi ed attrezzature di lavoro particolarmente sensibili e problematici per quanto riguarda l'esposizione a campi elettromagnetici di lavoratori della Ditta ..... In particolare i luoghi e le apparecchiature monitorate sono state le seguenti:

- § Uffici e locali in prossimità di cabine elettriche;
- § Uffici e locali in prossimità di quadri elettrici;
- § Cabine elettriche;
- § Apparecchiature di saldatura ad arco;
- § Sistema di connessione internet WiFi
- § Sistema di telefonia cellulare per comunicazioni mobili;

Si è proceduto a una serie di rilievi finalizzati alla determinazione dei possibili livelli di esposizione del personale a campi elettrici e magnetici (a diverse frequenze). I rilievi sono stati eseguiti con apposita strumentazione e con le modalità descritte nella presente relazione (paragrafi precedenti).

Le misure effettuate si possono ritenere significative delle esposizioni del personale addetto a mansioni manutentive, tecniche, amministrative ed operative del personale ..... Le mansioni tecniche e manutentive consistono nella ricerca guasti e manutenzione ordinaria di apparecchiature meccaniche ed elettriche e di cabine elettriche. Le mansioni amministrative consistono in lavoro di ufficio, mentre le mansioni operative consistono nel controllo e gestione del processo produttivo.

I punti campionati mediante rilievo strumentale sono esposti in TABELLA 01. Tali punti si ritengono significativi delle esposizioni e delle possibili fonti di inquinamento presenti.

Il campo elettrico a 50 Hz non è stato registrato strumentalmente in quanto l'alimentazione in bassa tensione genera campi elettrici non rilevanti ai fini dell'esposizione professionale. E' stata effettuata solo una lettura visiva dei vari campi elettrici in bassa frequenza, rivelatisi tutti non significativi (anche in prossimità delle cabine e dei quadri elettrici).

Per quanto riguarda i campi elettrici ad alta frequenza, è stata effettuata una misura sui sistemi di trasmissione portatili a radiofrequenza (telefonia cellulare marca Nokia) utilizzati dal personale (frequenze di funzionamento 1800 MHz con potenza di picco 2 W) e sul sistema di comunicazione wireless per la connessione internet (standard IEEE 802.11b) degli uffici (frequenza compresa tra 2400 e 2483.5 MHz con potenza di picco 0,1 W).

La durata temporale delle misure effettuate (intervallo di campionamento 10 secondi) è stata decisa in base ai tempi di lavorazione, e comunque in genere si è attestata, per la bassa frequenza, su alcuni minuti (2-3) nonostante sia sufficiente una misura istantanea. Per i dispositivi di comunicazione portatili e le zone di connessione internet in modalità wireless, è stata effettuata la misura in alta frequenza effettuata sui 6 minuti come prevede il Dlgs 81/08.

Le misure sono state eseguite ponendo, per quanto possibile, le sonde in corrispondenza della posizione degli operatori durante il lavoro.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## TABELLA 01 PUNTI CAMPIONATI

| Misura<br>n° | Reparto   | Postazione / Area                           | Elenco sorgenti   | Frequenza di<br>funzionamento [Hz] | Tipo di<br>frequenza |
|--------------|---|---|---|------------------------------------|----------------------|
| 1            | LOCALE CONTROLLO<br>DENSITA' TEMPERATURA                  | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Quadri elettrici di<br>controllo                                  | 50                                 | Bassa                |
| 2            | ZONA USCITA CONDOTTO<br>FUMI                              | ZONA DI TRANSITO                            | Cabina elettrica in<br>prossimità                                 | 50                                 | Bassa                |
| 3            | UFFICIO RESPONSABILE<br>FORNI                             | PARETE ADIACENTE ALLA<br>CABINA ELETTR.     | Cabina elettrica<br>adiacente                                     | 50                                 | Bassa                |
| 4            | UFFICIO RESPONSABILE<br>FORNI                             | POSTAZIONE DI LAVORO 1                      | Cabina elettrica<br>adiacente                                     | 50                                 | Bassa                |
| 5            | UFFICIO RESPONSABILE<br>FORNI                             | POSTAZIONE DI LAVORO 2                      | Cabina elettrica<br>adiacente                                     | 50                                 | Bassa                |
| 6            | CABINA ELETTRICA ZONA<br>TRATTAMENTO FUMI -<br>LATO BT    | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Quadri, sbarre e cavi<br>elettrici                                | 50                                 | Bassa                |
| 7            | CABINA ELETTRICA ZONA<br>TRATTAMENTO FUMI -<br>LATO MT    | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Trasformatore e cavi<br>elettrici                                 | 50                                 | Bassa                |
| 8            | CABINA ELETTRICA "A"<br>FIANCO LAB. CHIMICO               | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Trasformatore, quadri,<br>sbarre e cavi elettrici                 | 50                                 | Bassa                |
| 9            | LABORATORIO CHIMICO                                       | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Cabina elettrica<br>adiacente                                     | 50                                 | Bassa                |
| 10           | CABINA ELETTRICA "D"<br>FIANCO STOCCAGGIO<br>ATTREZZATURE | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Trasformatore, quadri,<br>sbarre e cavi elettrici                 | 50                                 | Bassa                |
| 11           | CABINA ELETTRICA "D"<br>FIANCO STOCCAGGIO<br>ATTREZZATURE | ZONA DI TRANSITO                            | Cabina elettrica<br>adiacente                                     | 50                                 | Bassa                |
| 12           | QUALSIASI   | POSTAZIONE DI<br>SALDATURA                  | Saldatrice ad arco  | 50                                 | Bassa                |
| 13           | CABINA ELETTRICA<br>FIANCO MAGAZZINO<br>DEPOSITO          | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Trasformatore, quadri,<br>sbarre e cavi elettrici                 | 50                                 | Bassa                |
| 14           | LOCALE DI CONTROLLO                                       | PARETE ADIACENTE ALLA<br>CABINA ELETTR. "C" | Cabina elettrica<br>adiacente                                     | 50                                 | Bassa                |
| 15           | LOCALE DI CONTROLLO                                       | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Cabina elettrica<br>adiacente                                     | 50                                 | Bassa                |
| 16           | CABINA ELETTRICA "C"<br>ZONA VAGLIATURA                   | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Trasformatore, quadri,<br>sbarre e cavi elettrici                 | 50                                 | Bassa                |
| 17           | LOCALE DI CONTROLLO                                       | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Cabina elettrica<br>adiacente                                     | 50                                 | Bassa                |
| 18           | CABINA ELETTRICA<br>ZONA FRANTUMAZIONE                    | ZONA DI TRANSITO                            | Cabina elettrica<br>adiacente                                     | 50                                 | Bassa                |
| 19           | UFFICI  | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Sistema di<br>comunicazione wireless<br>(WiFi Internet)           | 2.400.000.000                      | Alta                 |
| 20           | TUTTI   | POSTAZIONE DI LAVORO                        | Sistema di<br>comunicazione portatile<br>RF (telefonia cellulare) | 1.800.000.000                      | Alta                 |

|       |   |                     |
|-------|---|---------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici<br>ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... |
|-------|---|---------------------|

**TABELLA 02 VALORI RILEVATI**

| Misura<br>n° | Reparto  | Postazione / Area                             | Elenco sorgenti                                      | Frequenza di<br>funzionamento<br>[Hz] | Tipo di<br>frequenza | Intensità di<br>campo elettrico<br>E (*) |                                 | Punteggio<br>pericolo | Giudizio<br>pericolo | Induzione<br>magnetica<br>B (*) |                                | Punteggio<br>pericolo | Giudizio<br>pericolo |
|--------------|--|---|--|---------------------------------------|----------------------|--|---------------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------|
|              |  |   |  |                                       |                      | Livello<br>misurato<br>[V/m]             | Valore<br>di<br>azione<br>[V/m] |                       |                      | Livello<br>misurato<br>[μT]     | Valore<br>di<br>azione<br>[μT] |                       |                      |
| 1            | LOCALE<br>CONTROLLO<br>DENSITA'<br>TEMPERATURA               | POSTAZIONE DI<br>LAVORO                       | Quadri elettrici di<br>controllo                     | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 0,14                            | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 2            | ZONA USCITA<br>CONDOTTO FUMI                                 | ZONA DI<br>TRANSITO                           | Cabina elettrica in<br>prossimità                    | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 0,04                            | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 3            | UFFICIO<br>RESPONSABILE<br>FORNI                             | PARETE<br>ADIACENTE<br>ALLA CABINA<br>ELETTR. | Cabina elettrica<br>adiacente                        | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 14,93                           | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 4            | UFFICIO<br>RESPONSABILE<br>FORNI                             | POSTAZIONE DI<br>LAVORO 1                     | Cabina elettrica<br>adiacente                        | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 2,87                            | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 5            | UFFICIO<br>RESPONSABILE<br>FORNI                             | POSTAZIONE DI<br>LAVORO 2                     | Cabina elettrica<br>adiacente                        | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 0,58                            | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 6            | CABINA ELETTRICA<br>ZONA<br>TRATTAMENTO<br>FUMI - LATO BT    | POSTAZIONE DI<br>LAVORO                       | Quadri, sbarre e<br>cavi elettrici                   | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 21,78                           | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 7            | CABINA ELETTRICA<br>ZONA<br>TRATTAMENTO<br>FUMI - LATO MT    | POSTAZIONE DI<br>LAVORO                       | Trasformatore e<br>cavi elettrici                    | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 0,99                            | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 8            | CABINA ELETTRICA<br>"A" FIANCO LAB.<br>CHIMICO               | POSTAZIONE DI<br>LAVORO                       | Trasformatore,<br>quadri, sbarre e<br>cavi elettrici | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 13,48                           | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 9            | LABORATORIO<br>CHIMICO                                       | POSTAZIONE DI<br>LAVORO                       | Cabina elettrica<br>adiacente                        | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 0,34                            | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 10           | CABINA ELETTRICA<br>"D" FIANCO<br>STOCCAGGIO<br>ATTREZZATURE | POSTAZIONE DI<br>LAVORO                       | Trasformatore,<br>quadri, sbarre e<br>cavi elettrici | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 2,17                            | 500                            | 1                     | Nullo                |
| 11           | CABINA ELETTRICA<br>"D" FIANCO<br>STOCCAGGIO                 | ZONA DI<br>TRANSITO                           | Cabina elettrica<br>adiacente                        | 50                                    | Bassa                | -  | -                               | -                     | -                    | 1,02                            | 500                            | 1                     | Nullo                |

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

|    |  |  |   |               |       |       |     |   |       |       |     |   |       |
|----|--|--|---|---------------|-------|-------|-----|---|-------|-------|-----|---|-------|
|    | ATTREZZATURE                               |  |   |               |       |       |     |   |       |       |     |   |       |
| 12 | QUALSIASI                                  | POSTAZIONE DI SALDATURA                  | Saldatrice ad arco  | 50            | Bassa | -     | -   | - | -     | 0,45  | 500 | 1 | Nullo |
| 13 | CABINA ELETTRICA FIANCO MAGAZZINO DEPOSITO | POSTAZIONE DI LAVORO                     | Trasformatore, quadri, sbarre e cavi elettrici              | 50            | Bassa | -     | -   | - | -     | 3,05  | 500 | 1 | Nullo |
| 14 | LOCALE DI CONTROLLO                        | PARETE ADIACENTE ALLA CABINA ELETTR. "C" | Cabina elettrica adiacente                                  | 50            | Bassa | -     | -   | - | -     | 4,36  | 500 | 1 | Nullo |
| 15 | LOCALE DI CONTROLLO                        | POSTAZIONE DI LAVORO                     | Cabina elettrica adiacente                                  | 50            | Bassa | -     | -   | - | -     | 0,45  | 500 | 1 | Nullo |
| 16 | CABINA ELETTRICA "C" ZONA VAGLIATURA       | POSTAZIONE DI LAVORO                     | Trasformatore, quadri, sbarre e cavi elettrici              | 50            | Bassa | -     | -   | - | -     | 23,52 | 500 | 1 | Nullo |
| 17 | LOCALE DI CONTROLLO                        | POSTAZIONE DI LAVORO                     | Cabina elettrica adiacente                                  | 50            | Bassa | -     | -   | - | -     | 0,12  | 500 | 1 | Nullo |
| 18 | CABINA ELETTRICA ZONA FRANTUMAZIONE        | ZONA DI TRANSITO                         | Cabina elettrica adiacente                                  | 50            | Bassa | -     | -   | - | -     | 0,32  | 500 | 1 | Nullo |
| 19 | UFFICI                                     | POSTAZIONE DI LAVORO                     | Sistema di comunicazione wireless (WiFi Internet)           | 2.400.000.000 | Alta  | 1,34  | 137 | 1 | Nullo | -     | -   | - | -     |
| 20 | TUTTI                                      | POSTAZIONE DI LAVORO                     | Sistema di comunicazione portatile RF (telefonia cellulare) | 1.800.000.000 | Alta  | 10,88 | 127 | 1 | Nullo | -     | -   | - | -     |

\* I valori inseriti sono medie spaziali delle misure effettuate in differenti parti del corpo (vedi paragrafo 2.7)

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

A seguito dei valori rilevati si è proceduto ad associarli ai soggetti esposti (mansioni aziendali), ai tempi di esposizione ed ai valori di esposizione. La combinazione di questi tre elementi costituisce valutazione del rischio secondo l'algoritmo  $R = P \times E$ . La seguente tabella 03 identifica le possibili mansioni esposte al rischio.

### TABELLA 03 MANSIONI AZIENDALI

|   |
|---|
| <b>MANSIONI AZIENDALI</b>   |
| ADDETTI ALL'USO DI DISPOSITIVI DI COMUNICAZIONE MOBILE A RADIOFREQUENZA |
| ADDETTI ALL'USO APPARECCHIATURE INFORMATICHE WIRELESS                   |
| ADDETTI ALLA MANUTENZIONE ELETTRICA                                     |
| ADDETTI ALLA SALDATURA  |
| ADDETTI AL CONTROLLO PRODUZIONE   |
| ADDETTI AGLI UFFICI   |

In base alle indicazioni operative ISPESL (novembre 2009), art. 4.0.5 "Le esposizioni indebite a sorgenti non correlate con la specifica attività dei lavoratori che ricadono sotto la gestione del datore di lavoro, devono essere eliminate o ricondotte entro le restrizioni previste dalla normativa vigente per la tutela della popolazione". Le cabine elettriche per gli addetti ai controlli e per il personale di ufficio nei locali adiacenti, sono sorgenti di campo elettromagnetico che non sono correlate con la specifica attività dei lavoratori e di conseguenza vanno valutate e riferite anche ai limiti vigenti per la tutela della popolazione. La tabella 02b mette a confronto i valori rilevati con i limiti imposti dal DPCM 08/07/03 per la popolazione

allo scopo di individuare eventuali situazioni da approfondire con misurazioni mediate nell'arco di 24 ore. I confronti della tabella 02b sono infatti puramente indicati e non risolutivi, in quanto i valori misurati sono istantanei, mentre i limiti per la popolazione sono mediati nelle 24 ore. Tale comparazione ha quindi il solo scopo di individuare eventuali situazioni che richiedano un'analisi di secondo livello.

## TABELLA 02b VALORI CONFRONTATI CON I LIMITI PER LA POPOLAZIONE

| Misura<br>n°   | Reparto                          | Postazione /<br>Area                              | Elenco sorgenti               | Frequenza di<br>funzionamento<br>[Hz] | Tipo di<br>frequenza | Induzione magnetica<br>B    |  | Punteggio<br>pericolo | Giudizio<br>pericolo |
|----------------|----------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------------|--|-----------------------|----------------------|
|                |                                  |   |                               |                                       |                      | Livello<br>misurato<br>[μT] | Obiettivo di<br>qualità per la<br>popolazione*<br>[μT] |                       |                      |
| 3<br>(popol.)  | UFFICIO<br>RESPONSABILE<br>FORNI | PARETE<br>ADIACENTE<br>ALLA CABINA<br>ELETTR.     | Cabina elettrica<br>adiacente | 50                                    | Bassa                | 14,93                       | 3  | 4                     | Significativo        |
| 4<br>(popol.)  | UFFICIO<br>RESPONSABILE<br>FORNI | POSTAZIONE<br>DI LAVORO 1                         | Cabina elettrica<br>adiacente | 50                                    | Bassa                | 2,87                        | 3  | 4                     | Significativo        |
| 5<br>(popol.)  | UFFICIO<br>RESPONSABILE<br>FORNI | POSTAZIONE<br>DI LAVORO 2                         | Cabina elettrica<br>adiacente | 50                                    | Bassa                | 0,58                        | 3  | 1                     | Nullo                |
| 9<br>(popol.)  | LABORATORIO<br>CHIMICO           | POSTAZIONE<br>DI LAVORO                           | Cabina elettrica<br>adiacente | 50                                    | Bassa                | 0,34                        | 3  | 1                     | Nullo                |
| 14<br>(popol.) | LOCALE DI<br>CONTROLLO           | PARETE<br>ADIACENTE<br>ALLA CABINA<br>ELETTR. "C" | Cabina elettrica<br>adiacente | 50                                    | Bassa                | 4,36                        | 3  | 4                     | Significativo        |
| 15<br>(popol.) | LOCALE DI<br>CONTROLLO           | POSTAZIONE<br>DI LAVORO                           | Cabina elettrica<br>adiacente | 50                                    | Bassa                | 0,45                        | 3  | 1                     | Nullo                |
| 17<br>(popol.) | LOCALE DI<br>CONTROLLO           | POSTAZIONE<br>DI LAVORO                           | Cabina elettrica<br>adiacente | 50                                    | Bassa                | 0,12                        | 3  | 1                     | Nullo                |

\* Mediana nell'arco delle 24 ore



|       |   |                     |
|-------|---|---------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici<br>ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... |
|-------|---|---------------------|

## TABELLA 04 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE A CEM

L'ultima tabella che segue associa invece le mansioni, i dati rilevati e i tempi d'esposizione definendo il livello di rischio.

| Misura<br>n°  | Reparto  | Postazione /<br>Area                          | Mansione esposta                          | Tipo di<br>frequenza | Esposizione al pericolo                                   |                          | Intensità di campo<br>elettrico<br>E |                      | Rischio di<br>esposizione<br>a campo<br>elettrico<br>E | Induzione magnetica<br>B |                      | Rischio di<br>esposizione<br>a campo<br>magnetico<br>B |
|---------------|--|---|---|----------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|----------------------|--|--------------------------|----------------------|--|
|               |  |   |   |                      | Giudizio<br>esposizione                                   | Punteggio<br>esposizione | Punteggio<br>pericolo                | Giudizio<br>pericolo |  | Punteggio<br>pericolo    | Giudizio<br>pericolo |  |
| 1             | LOCALE<br>CONTROLLO<br>DENSITA'<br>TEMPERATUR<br>A               | POSTAZIONE<br>DI LAVORO                       | ADDETTI AL<br>CONTROLLO                   | Bassa                | Sistematica (><br>50% del turno<br>di lavoro)             | 4                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 1                        | Nullo                | Basso  |
| 2             | ZONA USCITA<br>CONDOTTO<br>FUMI                                  | ZONA DI<br>TRANSITO                           | TUTTI GLI<br>ADDETTI                      | Bassa                | Occasionale   | 1                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 1                        | Nullo                | Irrilevante  |
| 3             | UFFICIO<br>RESPONSABIL<br>E FORNI                                | PARETE<br>ADIACENTE<br>ALLA CABINA<br>ELETTR. | ADDETTI AGLI<br>UFFICI                    | Bassa                | Occasionale   | 1                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 1                        | Nullo                | Irrilevante  |
| 3<br>(popol.) | UFFICIO<br>RESPONSABIL<br>E FORNI                                | PARETE<br>ADIACENTE<br>ALLA CABINA<br>ELETTR. | ADDETTI AGLI<br>UFFICI                    | Bassa                | Occasionale   | 1                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 4                        | Significati<br>vo    | Basso  |
| 4             | UFFICIO<br>RESPONSABIL<br>E FORNI                                | POSTAZIONE<br>DI LAVORO 1                     | ADDETTI AGLI<br>UFFICI                    | Bassa                | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di<br>lavoro) | 3                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 1                        | Nullo                | Basso  |
| 4<br>(popol.) | UFFICIO<br>RESPONSABIL<br>E FORNI                                | POSTAZIONE<br>DI LAVORO 1                     | ADDETTI AGLI<br>UFFICI                    | Bassa                | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di<br>lavoro) | 3                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 4                        | Significati<br>vo    | <b>Alto</b>  |
| 5             | UFFICIO<br>RESPONSABIL<br>E FORNI                                | POSTAZIONE<br>DI LAVORO 2                     | ADDETTI AGLI<br>UFFICI                    | Bassa                | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di<br>lavoro) | 3                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 1                        | Nullo                | Basso  |
| 5<br>(popol.) | UFFICIO<br>RESPONSABIL<br>E FORNI                                | POSTAZIONE<br>DI LAVORO 2                     | ADDETTI AGLI<br>UFFICI                    | Bassa                | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di<br>lavoro) | 3                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 1                        | Nullo                | Basso  |
| 6             | CABINA<br>ELETTRICA<br>ZONA<br>TRATTAMENT<br>O FUMI - LATO<br>BT | POSTAZIONE<br>DI LAVORO                       | ADDETTI ALLA<br>MANUTENZIONE<br>ELETTRICA | Bassa                | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di<br>lavoro) | 3                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 1                        | Nullo                | Basso  |
| 7             | CABINA<br>ELETTRICA<br>ZONA                                      | POSTAZIONE<br>DI LAVORO                       | ADDETTI ALLA<br>MANUTENZIONE<br>ELETTRICA | Bassa                | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di            | 3                        | -                                    | Nullo                | Irrilevante  | 1                        | Nullo                | Basso  |

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

|             |   |  |                                     |       |  |   |   |       |             |   |               |             |
|-------------|---|--|-------------------------------------|-------|--|---|---|-------|-------------|---|---------------|-------------|
|             | TRATTAMENTO FUMI - LATO MT                          |  |                                     |       | lavoro)  |   |   |       |             |   |               |             |
| 8           | CABINA ELETTRICA "A" FIANCO LAB. CHIMICO            | POSTAZIONE DI LAVORO                     | ADDETTI ALLA MANUTENZIONE ELETTRICA | Bassa | Bassa (tra il 10% ed il 50% del turno di lavoro) | 3 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Basso       |
| 9           | LABORATORIO CHIMICO                                 | POSTAZIONE DI LAVORO                     | ADDETTI AL LABORATORIO              | Bassa | Sistematica (> 50% del turno di lavoro)          | 4 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Basso       |
| 9 (popol.)  | LABORATORIO CHIMICO                                 | POSTAZIONE DI LAVORO                     | ADDETTI AL LABORATORIO              | Bassa | Sistematica (> 50% del turno di lavoro)          | 4 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Basso       |
| 10          | CABINA ELETTRICA "D" FIANCO STOCCAGGIO ATTREZZATURE | POSTAZIONE DI LAVORO                     | ADDETTI ALLA MANUTENZIONE ELETTRICA | Bassa | Bassa (tra il 10% ed il 50% del turno di lavoro) | 3 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Basso       |
| 11          | CABINA ELETTRICA "D" FIANCO STOCCAGGIO ATTREZZATURE | ZONA DI TRANSITO                         | TUTTI GLI ADDETTI                   | Bassa | Occasionale                                      | 1 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Irrilevante |
| 12          | QUALSIASI   | POSTAZIONE DI SALDATURA                  | ADDETTI ALLA SALDATURA              | Bassa | Molto bassa (< al 10% del turno di lavoro)       | 2 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Irrilevante |
| 13          | CABINA ELETTRICA FIANCO MAGAZZINO DEPOSITO          | POSTAZIONE DI LAVORO                     | ADDETTI ALLA MANUTENZIONE ELETTRICA | Bassa | Bassa (tra il 10% ed il 50% del turno di lavoro) | 3 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Basso       |
| 14          | LOCALE DI CONTROLLO                                 | PARETE ADIACENTE ALLA CABINA ELETTR. "C" | ADDETTI AL CONTROLLO                | Bassa | Occasionale                                      | 1 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Irrilevante |
| 14 (popol.) | LOCALE DI CONTROLLO                                 | PARETE ADIACENTE ALLA CABINA ELETTR. "C" | ADDETTI AL CONTROLLO                | Bassa | Occasionale                                      | 1 | - | Nullo | Irrilevante | 4 | Significativo | Basso       |
| 15          | LOCALE DI CONTROLLO                                 | POSTAZIONE DI LAVORO                     | ADDETTI AL CONTROLLO                | Bassa | Bassa (tra il 10% ed il 50% del turno di lavoro) | 3 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Basso       |
| 15 (popol.) | LOCALE DI CONTROLLO                                 | POSTAZIONE DI LAVORO                     | ADDETTI AL CONTROLLO                | Bassa | Bassa (tra il 10% ed il 50% del turno di lavoro) | 3 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Basso       |
| 16          | CABINA ELETTRICA                                    | POSTAZIONE DI LAVORO                     | ADDETTI ALLA MANUTENZIONE           | Bassa | Bassa (tra il 10% ed il 50%)                     | 3 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo         | Basso       |

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

|                |  |                         |   |       |   |   |   |       |             |   |       |             |
|----------------|--|-------------------------|---|-------|---|---|---|-------|-------------|---|-------|-------------|
|                | "C" ZONA<br>VAGLIATURA                           |                         | ELETTRICA   |       | del turno di<br>lavoro)                                   |   |   |       |             |   |       |             |
| 17             | LOCALE DI<br>CONTROLLO                           | POSTAZIONE<br>DI LAVORO | ADDETTI AL<br>CONTROLLO   | Bassa | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di<br>lavoro) | 3 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo | Basso       |
| 17<br>(popol.) | LOCALE DI<br>CONTROLLO                           | POSTAZIONE<br>DI LAVORO | ADDETTI AL<br>CONTROLLO   | Bassa | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di<br>lavoro) | 3 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo | Basso       |
| 18             | CABINA<br>ELETTRICA<br>ZONA<br>FRANTUMAZI<br>ONE | ZONA DI<br>TRANSITO     | TUTTI GLI<br>ADDETTI  | Bassa | Occasionale   | 1 | - | Nullo | Irrilevante | 1 | Nullo | Irrilevante |
| 19             | UFFICI   | POSTAZIONE<br>DI LAVORO | ADDETTI ALL'USO<br>DI DISPOSITIVI DI<br>CONNESSIONE<br>WIRELESS                         | Alta  | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di<br>lavoro) | 3 | 1 | Nullo | Basso       | - | Nullo | Irrilevante |
| 20             | TUTTI  | POSTAZIONE<br>DI LAVORO | ADDETTI ALL'USO<br>DI DISPOSITIVI DI<br>COMUNICAZIONE<br>MOBILE A<br>RADIOFREQUENZ<br>A | Alta  | Bassa (tra il<br>10% ed il 50%<br>del turno di<br>lavoro) | 3 | 1 | Nullo | Basso       | - | Nullo | Irrilevante |

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209 del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## 2.9 CONCLUSIONI

Tutti i valori rilevati si mantengono ampiamente al di sotto dei valori di azione. Il giudizio di tipo qualitativo relativo alle esposizioni del personale evidenzia una situazione in cui, considerati i limiti attualmente noti, non si riscontra alcun pericolo per il personale operativo e di ufficio presente. L'unica situazione da attenzionare è quella relativa ai lavoratori presenti nell'ufficio responsabile forni nella postazione di lavoro 1, quella maggiormente vicina (circa 1-1,5 m) alla cabina elettrica MT/BT posizionata di fianco. Sulla parete adiacente alla cabina è già posizionata una schermatura parziale (vedi foto delle misure 3 e 4). I valori misurati in tale posizione sono ampiamente al di sotto del valore di azione proposto dal Dlgs 81/08 per quanto riguarda i limiti per i lavoratori, tuttavia l'ISPESL (indicazioni operative novembre 2009, art. 4.0.5) afferma che "Secondo la definizione dell'art. 2, comma 1, lettera f), della legge 36/2001, la legge quadro sulla protezione dai campi elettromagnetici, 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. Sono quindi da intendersi esposizioni di carattere professionale quelle strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo. Le esposizioni indebite a sorgenti non correlate con la specifica attività dei lavoratori che ricadono sotto la gestione del datore di lavoro, devono essere eliminate o ricondotte entro le restrizioni previste dalla normativa vigente per la tutela della popolazione".

L'esposizione a cui è sottoposto il lavoratore nella postazione di lavoro 1 non essendo strettamente correlata con la finalità del processo produttivo (la sorgente è una cabina elettrica posizionata nel locale a fianco dell'ufficio) andrebbe di conseguenza limitata all'obiettivo di qualità previsto per la popolazione che è di 3  $\mu$ T inteso come mediana nelle 24 ore. Poiché nella misura effettuata, della durata di pochi minuti, si è rilevato un valore medio di 2,87  $\mu$ T e tenendo presente che la produzione (e di conseguenza la cabina costituente la sorgente pericolosa) è a ciclo continuo nelle 24 ore, potrebbe essere possibile un superamento del limite di 3  $\mu$ T. Si consiglia quindi, o di effettuare un'analisi di secondo livello effettuando una misura di 24 ore nella postazione 1 dell'ufficio responsabile forni allo scopo di avere la certezza del non superamento del limite, o in alternativa di spostare la postazione di lavoro 1 di circa 1 m in direzione nord allo scopo di allontanarsi dalla sorgente.

Si evidenzia inoltre la situazione relativa all'uso dei telefoni cellulari sul quale si suggerisce (pur non essendo vincolante) la seguente procedura di comportamento:

Poiché la misura, pur rimanendo molto lontano dai limiti fissati per i lavoratori, ha registrato un valore superiore all'obiettivo di qualità fissato per la popolazione si suggerisce di:

- Tenere ad almeno 50 cm di distanza il telefono durante le conversazioni usando un sistema a viva voce o un auricolare in grado di condurre all'orecchio il suono ma non le onde elettromagnetiche;
- Durante le telefonate, rimanere ad almeno un metro di distanza dalle altre persone;
- Non portare il cellulare addosso (o se proprio non è possibile, almeno rivolgere verso il corpo la parte con la tastiera);
- Fare telefonate molto brevi, spostando l'apparecchio da un orecchio all'altro;
- Evitare di telefonare quando il campo è molto debole o durante i viaggi poiché la ricerca del segnale aumenta la potenza di funzionamento del cellulare.

|       |  |                          |
|-------|--|--------------------------|
| ..... | Valutazione del rischio da esposizione a campi<br>elettromagnetici ai sensi degli art. 17, 28, 181 e 209<br>del D.Lgs. 81/08 | emissione:<br>..... 2011 |
|-------|--|--------------------------|

## **ALLEGATO A - Planimetrie con i punti di misura**

.....

## **ALLEGATO B - Fotografie di alcuni punti di misura**

.....

## **ALLEGATO C - Certificati di calibrazione della strumentazione utilizzata**

.....