



**Titolo:**

**LA VALUTAZIONE DEI RISCHI DI  
ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI  
IN UNA AZIENDA CARTOTECNICA**

**Dott.ssa Daniela BELLUSCI<sup>1</sup>**

*Tecnico della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro*

***TITLE:***

*Evaluation of the risks concerning the human exposure to electromagnetic fields in a stationery company*

**Key Words:**

Electromagnetic fields (EM fields)

**SUMMARY:**

Nowadays, we are unaware of the large amount of electromagnetic waves, invisible to our naked eyes, that surround us. This phenomenon was initially of a natural origin (the sun and the lighting, for example, have been propagating electromagnetic waves since the Earth was born) but, in the centuries, it has increased because of the human activities.

---

<sup>1</sup> Università degli Studi di Napoli Federico II, Facoltà di Medicina e Chirurgia, Corso di Laurea Magistrale in Scienze delle Professioni Sanitarie della Prevenzione.

Progress in technology, the use of the electric current and the spread of telecommunication devices, which we use every day (microwaves, mobile phones etc), involved an aggressive rise of sources of electromagnetic fields.

This is the reason why nowadays there is a growing concern about the potential health effects of exposure to electromagnetic fields in domestic and working environments.

This paper describes the results of an assessment of risks of exposure to electromagnetic fields which was conducted in a stationary company that is set in the periphery of Naples.

#### **PAROLE CHIAVE**

Onde elettromagnetiche, campi elettrici, campi magnetici

#### **ABSTRACT:**

Al giorno d'oggi, ci troviamo inconsapevolmente sommersi da una notevole quantità di onde elettromagnetiche, invisibili ad occhio nudo ma presenti in molti aspetti della nostra vita. L'esistenza di tale fenomeno, inizialmente legato a sole fonti naturali (basti pensare al fondo naturale di radiazione elettromagnetica di origine cosmica prodotto dal sole o a quello prodotto dai fulmini durante i temporali) ha subito nel corso dei secoli, un notevole incremento legato all'attività antropica. Il progresso tecnologico, l'utilizzo della corrente elettrica e delle telecomunicazioni nonché di apparecchi entrati ormai di forza nel nostro quotidiano (dal forno a microonde al personal computer) hanno comportato una crescita esponenziale di sorgenti di campi elettrici e magnetici (CEM). Ciò ha reso di maggiore attualità la problematica dell'esposizione degli esseri umani a tali campi, per i possibili rischi per la salute connessi al loro uso, nell'ambiente di vita domestico e, in particolare, in quello lavorativo. Il presente lavoro descrive i risultati di una valutazione dei rischi di esposizione a campi elettromagnetici, condotta all'interno di una azienda cartotecnica, della provincia di Napoli.

#### **INTRODUZIONE:**

Le onde elettromagnetiche sono un fenomeno fisico attraverso il quale l'energia elettromagnetica può trasferirsi da un luogo all'altro per propagazione ondosa e con velocità definita. Sono caratterizzate dalla frequenza ( $\nu$ ), che è data dal numero di oscillazioni passanti per un determinato punto nell'unità di tempo e che viene misurata in cicli al secondo o Hertz, dalla

lunghezza d'onda ( $\lambda=c/v$ ), distanza percorsa dall'onda in un ciclo e dall'energia, che è direttamente proporzionale alla frequenza. Lo spettro delle radiazioni elettromagnetiche è molto vasto e va da frequenze estremamente basse (ELF) fino ai raggi  $\gamma$ .

Da un punto di vista di effetti sulla materia (e sul corpo umano) le radiazioni elettromagnetiche si distinguono in due tipologie:

IR (Ionizing Radiation) molto pericolose per l'uomo, poiché in grado di ionizzare la materia, ovvero dare luogo alla formazione di specie cariche chiamate ioni;

NIR (Non Ionizing Radiation) che, al contrario delle IR, non possiedono l'energia sufficiente per modificare le componenti della materia e degli esseri viventi (atomi, molecole) e che comprendono la radiazione ultravioletta (UV), la luce visibile, la radiazione infrarossa, i campi a radiofrequenze e microonde, i campi a frequenza estremamente bassa (ELF) ed i campi elettrici e magnetici statici.

I meccanismi di interazione dei campi elettromagnetici con la materia biologica sono essenzialmente divisi in due tipologie: diretti o indiretti.

I primi si traducono in due effetti fondamentali: induzione di corrente nei tessuti elettricamente stimolabili e cessione di energia con rialzo termico (effetto termico).

I secondi, invece, si traducono in correnti di contatto che si manifestano quando il corpo umano entra in contatto con un oggetto a diverso potenziale elettrico e possono produrre, ad esempio, ustioni, interazione del campo elettromagnetico con dispositivi medicali (es. pacemaker) ecc. Il grado di pericolosità di tali effetti dipende dalla quantità di energia assorbita dall'organismo.

L'assorbimento dipende da vari fattori:

- Caratteristiche del campo incidente come intensità, zone di campo vicino e lontano, eventuali interferenze, ecc.
- Caratteristiche dell'organismo esposto come dimensioni, spessore dei tessuti, ecc.
- Frequenza dell'onda incidente, perché i tessuti assorbono in maniera diversa le varie frequenze.

In relazione alle frequenze si prendono in considerazione due differenti tipologie di campi elettromagnetici:

- Campi elettromagnetici a RF ed MW (10 kHz – 300 GHz)
- Campi elettromagnetici ELF e statici

Per i primi l'effetto biologico è dato dall'assorbimento di energia all'interno dell'organismo, con successivo innalzamento della temperatura dei tessuti. Per determinare il quantitativo di energia assorbito viene utilizzata una specifica unità di misura: il SAR (Specific Absorbition Rate) che si esprime W/Kg, ovvero potenza assorbita per unità di massa. In particolare utilizziamo il WBSAR per

misurare la quantità di onda incidente sull'intero corpo, mentre, con il SAR specifico, possiamo individuare delle zone dell'organismo (Hot Spots) particolarmente sensibili all'esposizione di CEM.

Infine, ricordiamo che si possono distinguere due classi di effetti sanitari:

- Effetti certi, acuti o subacuti, dovuti ad esposizione a campi di elevata intensità; tali effetti sono presi in considerazione nell'emanazione di valori limite e livelli di azione del D.lgs 81/08 Capo IV
- Effetti ipotizzati, a lungo termine, connessi ad esposizioni croniche a campi di intensità inferiore e non accertati dalla ricerca scientifica.

#### **NORMATIVA:**

Le linee guida dell'ICNIRP costituiscono delle raccomandazioni ai governi nazionali per l'adozione di limiti di esposizione per la protezione del pubblico e dei lavoratori. Un criterio fondamentale adottato nello sviluppo di queste linee guida è che solamente gli effetti ragionevolmente accertati sulla base dei risultati coerenti di diversi studi di alta qualità, possono costituire la base per la definizione di limiti di esposizione.

Le raccomandazioni dell'ICNIRP sono state fatte proprie da numerosi paesi che le hanno adottate come norme nazionali. In particolare, l'Unione Europea ha emanato nel 1999 una raccomandazione agli stati membri affinché adottassero un quadro comune di norme per la protezione del pubblico, basate appunto sulle linee guida dell'ICNIRP. A questa ha fatto seguito nel 2004 una direttiva per la protezione dei lavoratori, anch'essa basata sulle stesse raccomandazioni. In pratica la legislazione in vigore, così come la letteratura scientifica, fa tutt'oggi ampio riferimento a tali linee guida.

Gli attuali standard protezionisti affermano che non ci sono effetti termici al di sotto di 4 W/Kg in quanto a tali livelli di esposizione non è associato un significativo aumento di temperatura corporea.

L'ICNIRP sulla base di questo valore, diviso per un fattore di sicurezza pari a 10, fissa i limiti primari per i lavoratori (0,04 W/Kg) e, dividendo per un fattore di sicurezza pari a 5, il limite primario per la popolazione (0,08 W/Kg).

Poiché il SAR non è misurabile in modo diretto si fa riferimento a due grandezze fisiche misurabili, ovvero, il campo elettrico e il campo magnetico, per cui, alle varie frequenze, per essi sono fissati valori limite sia per la popolazione che per i lavoratori che, se rispettati, non comportano il superamento del SAR.

Per quanto riguarda i campi elettromagnetici ELF, IF a frequenze inferiori a 10 kHz, vengono presi in considerazione gli effetti acuti dati dall'induzione di correnti elettriche interne al soggetto esposto (fibrillazione ventricolare). L'ICNIRP ha fissato dei limiti di base di densità di correnti indotte nel corpo e da questi ha ottenuto dei limiti derivati in termini di correnti di contatto, intensità di

esposizione a campo elettrico e intensità di esposizione a campo magnetico. Il rispetto di tali limiti derivati garantisce che non siano superati i limiti primari.

## **MATERIALI E METODI:**

Per lo scopo della presente valutazione, la norma nazionale a cui facciamo riferimento per la tutela della salute e la sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro è il D.lgs 9 Aprile 2008 N. 81 e specificamente al Capo IV del Titolo VIII – agenti fisici – che ha recepito la direttiva europea 2004/40/CE e che si occupa, in particolare, della protezione dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano, derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia.

Per i rilievi di campo elettrico e di campo magnetico sono stati utilizzati misuratori a banda larga certificati e conformi alle normativa vigente.

Si tratta di misuratori di campi elettrici e magnetici a bassa frequenza e di campi elettromagnetici di RF e MW con un intervallo di frequenza da 5 Hz a 40 GHz (50 GHz).

L'indagine si è svolta in tre fasi:

- Analisi preliminare
- Misurazione dei campi
- Valutazione dei risultati e confronti con i limiti di esposizione

L'analisi preliminare consiste in un sopralluogo effettuato al fine di individuare le potenziali sorgenti emissive in grado di produrre contributi al campo elettromagnetico di intensità non trascurabile per l'esposizione umana. I monitoraggi sulle suddette postazioni sono stati eseguiti nelle normali condizioni operative di esercizio delle attrezzature stesse. Su tali basi, è stata effettuata l'indagine sperimentale sulla misurazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica in bassa frequenza, più specificatamente in un intorno della frequenza di rete (50 Hz), eseguendo le misurazioni solo su un campione di macchinari anziché sulla totalità, proprio per la sostanziale invariabilità della configurazione elettrica ed elettromagnetica dei dispositivi in esame.

Le misurazioni sono state effettuate, a vantaggio della sicurezza, tenendo conto del Principio di Precauzione, il quale, secondo la Commissione Europea – 2 Febbraio 2000 – deve essere applicato quando esiste la possibilità di un pericolo per la salute degli uomini, degli animali e dell'ambiente, cioè quando i potenziali effetti dannosi sono stati comunque identificati attraverso una valutazione scientifica obiettiva, in prossimità delle potenziali sorgenti di emissione anche se le stesse non sempre coincidevano con la reale postazione del lavoratore incaricato alla conduzione della

macchina. Infatti quando la posizione del lavoratore, è localizzata a distanza dagli elementi attivi del dispositivo su cui opera, il lavoratore è esposto ad un livello di campo fortemente attenuato rispetto a quello che si è riscontrato nelle immediate vicinanze della sorgente.

Le misurazioni di campo elettrico e induzione magnetica sono state effettuate nella banda da 5 Hz a 100 kHz, rilevando un campione ogni secondo ed eseguendo la misurazione per un intervallo di circa sei minuti, al termine del quale è stato valutato il valore efficace da confrontare con i livelli di azione contenuti nella normativa. L'ampiezza temporale dell'intervallo di misura non limita la significatività dei risultati ottenuti, perché il funzionamento dei macchinari è costante nel tempo e pertanto esso risulta sufficiente ad identificare un valore medio di esposizione cui è sottoposto il lavoratore, mentre opera sulle macchine stesse. Sebbene effettuate con modalità "a banda larga", ricevendo cioè un risultato relativo al contributo complessivo del campo elettromagnetico nell'intervallo indicato, una iniziale analisi spettrale ha evidenziato, come contributo prioritario, quello associato alla frequenza industriale di 50 Hz, che pertanto verrà considerata come riferimento per i successivi confronti con i limiti di esposizione.

## **RISULTATI:**

I livelli misurati del campo elettrico e magnetico in nessun caso hanno presentano valori critici o che richiedessero interventi protezionistici da parte del datore di lavoro, in quanto non si sono rilevati superamenti dei valori limite di azione previsti dall'articolo 208 comma 2 alla tabella 2 dell'allegato XXXVI al D.lgs 81/08 che, alla frequenza di 50 Hz, corrispondono a:

- Campo elettrico E: 10kV/m
- Induzione magnetica B: 500  $\mu$ T

## CONCLUSIONI:

Nelle attività dove sono presenti macchine ed impianti che emettono fattori potenzialmente nocivi, è necessario individuare una serie di misure preventive e protettive di tipo tecnico, organizzativo e procedurale che consentano di prevenire l'esposizione superiore ai valori limite e di ridurre al minimo l'esposizione. Come per gli altri fattori di rischio professionale, sono privilegiati gli interventi alla fonte della fase di scelta delle macchine. Sono idonee quelle progettate e costruite in maniera tale da limitare, durante l'uso specifico, qualsiasi emissione in modo che gli effetti di danno sugli esposti siano nulli o i più bassi possibili.

Per la stessa finalità vanno valutate preventivamente

- ✓ Le aree di lavoro dove le macchine vengono installate, layout, per la compatibilità non solo fra le macchine che creano CEM ma anche per la presenza di altre strutture metalliche o di apparecchiature elettriche che possono creare indebite esposizioni
- ✓ I tempi di utilizzo delle macchine
- ✓ Le modalità del lavoro

Per concludere, il personale addetto deve essere concretamente formato sulle corrette norme comportamentali da adottare, altrimenti anche il sistema prevenzione per rischi da CEM più attento e ben organizzato non servirà, di fatto, a tutelare la salute dei lavoratori.

## BIBLIOGRAFIA:

- Decreto legislativo 9 Aprile 2008, N° 81
- Marino C., Effetti biologici: stato dell'arte e valutazione dei risultati. Atti del seminario su ELF e RF. Sa Marino 28-30 Marzo 2001, Pubbl. Airm n. 33, Alep ed. 109-121.
- ASL di Siena, AZ. USL di Modena. Coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle regioni e delle province autonome
- Linee guida ISPESL agenti fisici-campi elettromagnetici
- Direttiva europea 2004/40/CE

**SITOGRAFIA:** <http://www.epicentro.iss.it/>