



*Università degli Studi di Cassino*

## **Appunti sulla normativa EMC**

Antonio Maffucci

- 1. La Direttiva Europea sulla compatibilità elettromagnetica**
  - 1.1 Norme di prodotto, generiche e di base**
  - 1.2 Generalità sulla normativa relativa alle prove EMC**
- 2. La marcatura CE**
- 3. La normativa sull'inquinamento elettromagnetico**

## **1. La Direttiva Europea sulla compatibilità elettromagnetica.**

La Direttiva Europea sulla compatibilità elettromagnetica, di seguito abbreviata in Direttiva EMC, è una direttiva di armonizzazione totale, ovvero le cui disposizioni erano destinate a sostituire le leggi nazionali in vigore prima della sua applicazione.

Il contesto completo della Direttiva EMC comprende:

- la Direttiva base: 89/336/CEE;
- la Direttiva di modifica: 92/31/CEE;
- la Direttiva di modifica: 93/68/CEE.

La Direttiva EMC è stata recepita in Italia con Decreto legislativo n° 476 del 04/12/1992. Essa stabilisce che tutti gli apparati elettrici ed elettronici immessi sul mercato a partire dal 1° gennaio 1996 devono soddisfare i requisiti essenziali di compatibilità elettromagnetica.

Tali requisiti tendono a soddisfare la definizione stessa di compatibilità elettromagnetica, per cui un apparato, componente o installazione elettrica/elettronica è elettromagneticamente compatibile se ha la capacità di funzionare correttamente nel suo ambiente elettromagnetico senza altresì introdurre disturbi che possano interferire con il funzionamento di altre apparecchiature presenti nello stesso ambiente.

I requisiti essenziali di compatibilità elettromagnetica vengono soddisfatti applicando le norme tecniche:

- norme armonizzate a livello europeo, pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- norme nazionali degli Stati membri riconosciute a livello europeo, i cui riferimenti sono pubblicati
- sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea.

Le norme sulla compatibilità elettromagnetica sono generalmente di competenza del CENELEC (Comité Européen de Normalisation ELECTrotechnique) e sono spesso di derivazione IEC (International Electrotechnical Committee) e del CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques). Il corrispettivo italiano del CENELEC è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), il cui Comitato Tecnico 210 (C.T. 210) si occupa proprio di "Compatibilità Elettromagnetica".

### **1.1 Norme di prodotto, generiche e di base**

Le Norme armonizzate si possono fondamentalmente suddividere in:

- **norme di prodotto** o famiglia di prodotti: definiscono i limiti delle emissioni (di tipo condotto ed irradiato) ed i livelli di immunità a svariati fenomeni elettromagnetici di particolari prodotti o famiglie di prodotti;
- **norme generiche**: definiscono i limiti delle emissioni ed i livelli di immunità per tutti quei prodotti cui non è applicabile nessuna norma di prodotto o famiglia di prodotti;
- **norme di base**: definiscono, per ogni tipologia di prova, la metodologia, le caratteristiche della strumentazione di prova e la configurazione di base della prova.

In pratica, le prove che devono essere effettuate ed i relativi limiti (**prove di emissione**) o livelli di disturbo (**prove di immunità**) vengono desunti dalla norma di prodotto o dalla norma generica, mentre le modalità di esecuzione delle prove si ricavano dalle singole norme di base.

Per quanto riguarda i livelli di immunità ai diversi fenomeni elettromagnetici, va specificato che le normative indicano anche il livello di funzionalità con cui una apparecchiatura deve essere immune al determinato livello di disturbo, attraverso i criteri di prestazione.

## **Norme di prodotto o famiglia di prodotti**

Si riportano di seguito le norme di prodotto o famiglia di prodotti di particolare più rilevanti:

- Elettrodomestici, utensili elettrici ed apparecchi similari:
  - CEI EN 55014-1 (CEI 110-1): Compatibilità elettromagnetica - Prescrizioni per gli elettrodomestici, gli utensili elettrici e gli apparecchi similari Parte 1: Emissione (ed. 3 - 1998) (CEI 110-1;V1)
  - CEI EN 55014-2 (CEI 210-47): Compatibilità elettromagnetica - Prescrizioni per gli elettrodomestici, gli utensili elettrici e gli apparecchi similari Parte 2: Immunità (ed. 1 - 1998)
- Apparecchi di illuminazione ed apparecchi analoghi:
  - CEI EN 55015 (CEI 110-2): Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi (ed. 4 - 1997) (CEI 110-2;V1) (CEI 110-2;V2)
- Ricevitori radiofonici e televisivi ed apparecchi associati:
  - CEI EN 55013 (CEI 110-3): Radiodisturbi provocati dai ricevitori radiofonici e televisivi e dagli apparecchi associati. Limiti e metodi di misura (ed. 2 - 1998) (CEI 110-3;V2) (CEI 110-3;V3)
  - CEI EN 55020 (CEI 110-4): Immunità elettromagnetica dei ricevitori di radiodiffusione e degli apparecchi associati (ed. 3 - 1998) (CEI 110-4;V1) (CEI 110-4;V2)
- Apparecchi per la tecnologia dell'informazione (ITE):
  - CEI EN 55022 (CEI 110-5): Apparecchi per la tecnologia dell'informazione. Caratteristiche di radiodisturbo. Limiti e metodi di misura (ed. 3 - 1999)
  - CEI EN 55024 (CEI 210-49): Apparecchi per la tecnologia dell'informazione. Caratteristiche di immunità. Limiti e metodi di misura (ed. 1 - 1999)
- Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali (ISM):
  - CEI EN 55011 (CEI 110-6): Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali (ISM). Caratteristiche di radiodisturbo. Limiti e metodi di misura (ed. 2 - 1999) (CEI 110-6;V1)

Le singole norme di prodotto indicano i limiti per le prove di emissione ed i livelli per le prove di immunità ma non forniscono indicazioni circa la strumentazione, la configurazione e le modalità di esecuzione delle diverse prove, per le quali si fa riferimento alle norme di base.

### **Norme generiche**

Qualora l'apparecchiatura in esame non rientri nel campo di applicazione di nessuna norma di prodotto o di famiglia di prodotti, o queste considerino solo uno dei requisiti tra emissione ed immunità, è necessario individuare l'ambiente in cui questa è destinata ad operare, di modo da determinare la norma generica applicabile:

- ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera (in generale tutti i luoghi caratterizzati da alimentazione in bassa tensione fornita direttamente dalla rete pubblica);
- ambienti industriali (generalmente caratterizzati dalla presenza di apparecchiature ISM e/o da carichi induttivi e capacitivi frequentemente commutati e/o con correnti e campi magnetici associati elevati).

In base all'ambiente si distinguono quattro norme generiche:

- ambienti residenziali commerciali e dell'industria leggera:
  - CEI EN 50081-1 (CEI 110-7): Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'emissione. Parte 1: Ambienti residenziali commerciali e dell'industria leggera (ed. 1 - 1997)
  - CEI EN 50082-1 (CEI 110-8): Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'immunità. Parte 1: Ambienti residenziali commerciali e dell'industria leggera (ed. 2 - 1998) (CEI 110-8)

- ambienti industriali:
  - CEI EN 50081-2 (CEI 110-13): Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'emissione. Parte 2: Ambiente industriale (ed. 1 - 1997)
  - CEI EN 50082-2 (CEI 110-25): Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'immunità. Parte 2: Ambiente industriale (ed. 1 - 1997)

Le singole norme generiche indicano i limiti per le prove di emissione ed i livelli per le prove di immunità ma non forniscono indicazioni circa la strumentazione, la configurazione e le modalità di esecuzione delle diverse prove, per le quali si fa riferimento alle norme di base.

#### Norme di base

Individuate le prove EMC da effettuarsi su di una apparecchiatura attraverso le norme di prodotto o di famiglia di prodotto, qualora non ve ne sia una applicabile, attraverso le norme generiche, le norme di base forniscono indicazioni precise per ogni singola prova relativamente a:

- caratteristiche della strumentazione di prova;
- modalità di effettuazione della prova;
- configurazione di prova.

Si riportano di seguito le norme di base relative ad alcune prove EMC:

- Prova di immunità alla scarica elettrostatica (ESD):
  - CEI EN 61000-4-2 (CEI 210-34): Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 4: Tecniche di prova e di misura. Sezione 2: Prova di immunità a scarica elettrostatica (ed. 1 - 1996) (CEI 210-34;V1)
- Prova di immunità sui campi irradiati a radiofrequenza:
  - CEI EN 61000-4-3 (CEI 210-39): Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 4: Tecniche di prova e di misura. Sezione 3: Prova di immunità sui campi elettromagnetici a radiofrequenza (ed. 1 - 1997) (CEI 210-39;V1)
- Prova di immunità a transitori/treni elettrici veloci (EFT/BURST):
  - CEI EN 61000-4-4 (CEI 210-35): Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 4: Tecniche di prova e di misura. Sezione 4: Prova di immunità a transitori/treni elettrici veloci (ed. 1 - 1996)
- Prova di immunità alla tensione ad impulso (SURGE):
  - CEI EN 61000-4-5 (CEI 210-30): Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 4: Tecniche di prova e di misura. Sezione 5: Prova di immunità ad impulso (ed. 1 - 1997)
- Prova di immunità a disturbi condotti, indotti da campi a radiofrequenza:
  - CEI EN 61000-4-6 (CEI 210-40): Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 4: Tecniche di prova e di misura. Sezione 6: Prova di immunità a disturbi condotti, indotti da campi a radiofrequenza (ed. 1 - 1997)
- Prova di misura di armoniche ed interarmoniche:
  - CEI EN 61000-4-7 (CEI 110-12): Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 4: Tecniche di prova e di misura. Sezione 7: Guida generale per le misure di armoniche ed interarmoniche e relativa strumentazione, applicabile alle reti di alimentazione ed agli apparecchi ad esse connessi (ed. 1 - 1997)

- Prova di immunità a campi magnetici a frequenza di rete:
  - CEI EN 61000-4-8 (CEI 110-15): Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 4: Tecniche di prova e di misura. Sezione 8: Prova di immunità a campi magnetici a frequenza di rete (ed. 1 - 1997)
- Prova di immunità a buchi di tensione, brevi interruzioni e variazioni di tensione:
  - CEI EN 61000-4-11 (CEI 110-29): Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 4: Tecniche di prova e di misura. Sezione 11: Prova di immunità a buchi di tensione, brevi interruzioni e variazioni di tensione (ed. 1 - 1997)

Per quanto riguarda le prove di emissione non vi sono delle specifiche norme di base, ma vi sono delle norme di prodotto che indicano anche i metodi di misura e sono allo scopo richiamate come norme di base anche dalle norme generiche sull'emissione:

- CEI EN 55011 (CEI 110-6): Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali (ISM). Caratteristiche di radiodisturbo. Limiti e metodi di misura
- CEI EN 55022 (CEI 110-5): Apparecchi per la tecnologia dell'informazione. Caratteristiche di radiodisturbo. Limiti e metodi di misura

Per quanto riguarda le caratteristiche che devono essere proprie della strumentazione per le prove EMC il documento normativo di riferimento è la CISPR 16-1: *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods* (ed. 1 - 1993).

#### 1.2 Generalità sulla normativa relativa alle prove EMC

Dalla definizione di compatibilità elettromagnetica, ovvero "la capacità di un apparato, componente o installazione elettrica e/o elettronica di funzionare correttamente nel suo ambiente elettromagnetico senza altresì introdurre disturbi che possano interferire con il funzionamento di altre apparecchiature presenti nello stesso ambiente", si desume che una apparecchiatura deve praticamente:

- emettere campi elettromagnetici, sia sotto forma condotta che irradiata, al di sotto di una soglia definita dalla normativa;
- essere immune a tutta una serie di fenomeni elettromagnetici condotti ed irradiati che possono interessarla nell'ambiente in cui è destinata ad operare (criteri di prestazione).

Di conseguenza, le prove EMC si distinguono fondamentalmente in:

- *Prove di emissione*
- *Prove di immunità*

Le prove di emissione sono fondamentalmente quattro:

- Emissione di disturbi irradiati (dall'involucro)
- Emissione di disturbi condotti (sull'alimentazione)
- Emissione di correnti armoniche
- Misura della potenza di disturbo

Le prove di immunità più rilevanti sono:

- Immunità ai campi elettromagnetici irradiati
- Immunità ai campi elettromagnetici condotti
- Immunità alla scarica elettrostatica (ESD)
- Immunità ai transitori/treni elettrici veloci (EFT/BURST)
- Immunità all'impulso di tensione (SURGE)
- Immunità al campo magnetico generato a frequenza di rete
- Immunità ai buchi di tensione, brevi interruzioni e variazioni di tensione

La normativa distingue e richiede gradi di immunità (criteri di prestazione) alle diverse prove diversi, distinguendoli in base alla tipologia di prodotto (norma di prodotto o famiglia di prodotti) o all'ambiente in cui l'apparecchiatura è destinata (norma generica):

- **Criterio di prestazione A:** l'apparecchiatura continua a funzionare senza l'intervento dell'operatore anche durante l'esecuzione della prova, non è permessa né la perdita di prestazione, né la perdita di eventuali dati immagazzinati.
- **Criterio di prestazione B:** l'apparecchiatura deve continuare a funzionare senza l'intervento dell'operatore anche durante l'esecuzione della prova, è permessa la perdita di prestazione ma non la perdita di eventuali dati immagazzinati.
- **Criterio di prestazione C:** l'apparecchiatura può perdere di funzionalità durante l'esecuzione della prova, ma deve essere possibile ripristinarne l'operatività attraverso l'azionamento di comandi da parte dell'operatore; non è invece permessa la perdita di eventuali dati immagazzinati.

## 2. La marcatura CE

Lo scopo dichiarato delle Direttive europee dette di "armonizzazione totale" è quello di favorire la libera circolazione dei beni all'interno dell'Unione Europea attraverso il soddisfacimento di obiettivi definiti da norme comuni, permettendo così l'effettivo abbattimento delle barriere doganali.

La **marcatura CE**, diretta conseguenza della **Dichiarazione CE di conformità**, va apposta sull'apparecchiatura e/o sull'imballaggio e/o sulle istruzioni per l'uso e/o sul tagliando di garanzia ed evidenzia la conformità dell'apparecchiatura ai requisiti di protezione delle Direttive europee applicabili.

La Dichiarazione CE di conformità e la conseguente Marcatura CE rappresentano requisiti **essenziali** per l'immissione sul mercato dell'Unione Europea di un prodotto.

La Dichiarazione CE di conformità è a **carico del fabbricante o del suo mandatario** (nel caso questi non siano stabiliti all'interno dell'Unione Europea, l'obbligo ricade sulla persona responsabile dell'immissione dell'apparecchiatura sul mercato europeo) e deve consistere di **valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti di legge**, vale a dire ai requisiti di protezione richiamati dalle normative che applicano le Direttive europee.

I requisiti **essenziali** devono essere **obbligatoriamente** soddisfatti dai prodotti rientranti nel campo di applicazione di ogni specifica direttiva: un prodotto deve risultare conforme ai requisiti prescritti dalla norma europea applicabile in quel caso.

Solitamente per un'apparecchiatura elettrica le Direttive applicabili sono:

- **Direttiva 89/336/CEE** "Compatibilità elettromagnetica" e s.m.i.
- **Direttiva 73/23/CEE** "Bassa tensione" e s.m.i.
- **Direttiva 89/392/CEE** "Macchine" e s.m.i. (qualora vi siano parti in movimento)

### 2.1 Procedure per la valutazione della conformità CE

L'articolo 10 della Direttiva 89/336 stabilisce procedure diverse per la valutazione della conformità degli apparati nei tre casi seguenti:

- a) apparato per il quale il costruttore ha applicato norme armonizzate;
- b) apparato il costruttore non abbia applicato le norme, o le abbia applicate solo in parte, o in assenza di norme appropriate;
- c) apparati progettati per la trasmissione di radiocomunicazioni.

- **Caso (a)**

Il costruttore (o il suo rappresentante autorizzato) appone la marcatura CE e redige una dichiarazione di conformità CE in **regime di autocertificazione**. Lo schema di valutazione della conformità è molto semplice: dopo aver effettuato l'analisi EMC, il costruttore individua le norme armonizzate applicabili, prende tutte le misure necessarie ad assicurare che il prodotto rispetti i requisiti di protezione delle norme applicabili, esegue le prove previste, prepara una dichiarazione di conformità CE e appone la marcatura CE all'apparato.

Il costruttore è pienamente responsabile di questa dichiarazione, che è tenuto a mettere a disposizione delle autorità competenti per scopi di controllo, per un periodo di dieci anni a partire dal momento in cui l'ultimo apparato è stato immesso sul mercato.

Questa procedura presenta una notevole semplicità amministrativa, visto che la documentazione richiesta per la dichiarazione di conformità è unica. Infatti non si fa richiesta di alcun fascicolo tecnico che mostri l'iter seguito per raggiungere la conformità alla Direttiva EMC, come per gli altri casi.

- **Caso (b)**

Nel caso di apparati per i quali il costruttore non abbia applicato, o abbia applicato solo in parte, le norme o in mancanza di tali norme la procedura prevede che il costruttore (o il suo rappresentante autorizzato) debba produrre una **documentazione tecnica di costruzione (TCF)**, da tenere a disposizione delle autorità competenti in materia, non appena l'apparato viene immesso sul mercato. Questa documentazione dovrà descrivere l'apparato, indicare le procedure utilizzate per garantire la conformità dell'apparato ai requisiti a cui si fa riferimento nella direttiva e includere un **rapporto tecnico** o un **certificato**, l'uno o l'altro ottenuto da un **organismo competente** (Competent Body) riconosciuto in ambito europeo. Il costruttore, quindi, prodotto il TCF è autorizzato a redigere la Dichiarazione CE di conformità e ad apporre la marcatura CE.

C'è da osservare che il costruttore è l'unica **persona responsabile** per la conformità dell'apparato alle disposizioni applicabili e della richiesta di una valutazione tecnica ad un "organismo competente" istituito dal Consiglio della CEE, per completare il fascicolo tecnico, e non un "organismo notificato". Tale "organismo competente" quindi **valuta ed avalla** le scelte tecniche del costruttore fatte per sopperire alla mancata applicazione delle norme armonizzate, valutazione che viene acclusa al fascicolo tecnico, redatto dal costruttore sotto la propria completa responsabilità.

Il TCF deve comprendere le seguenti informazioni, limitate a quanto risulta essenziale per valutare la conformità dell'apparato alla Direttiva:

- una descrizione generale del prodotto;
- i disegni di progetto e di costruzione, unitamente agli schemi di montaggio dei componenti, sottassiemi, circuiti, ecc.;
- le descrizioni e le spiegazioni necessarie per comprendere i suddetti disegni e schemi, così come gli aspetti funzionali del prodotto;
- l'elenco delle norme applicate integralmente o in parte e la descrizione delle soluzioni adottate per ottemperare ai requisiti di protezione della Direttiva nel caso in cui le norme non siano state applicate;
- i risultati di calcolo di progetto derivanti dalle prove EMC;
- i rapporti sulle prove effettuate (qualora nel corso della produzione vengano fatte delle modifiche che possano pregiudicare alcuni aspetti di compatibilità elettromagnetica o di sicurezza elettrica, è necessario ripetere le prove che attestano la conformità).
- il rapporto o il certificato tecnico emesso dall'organismo competente, come sopra illustrato;
- una copia della dichiarazione di conformità CE;
- una copia per le istruzioni per l'uso.

- **Caso (c)**

Per gli apparati di radiocomunicazione deve essere coinvolto un **Organismo notificato** in ambito UE dal quale ottenere, dopo aver presentato un rapporto di prova (rilasciato da un **laboratorio accreditato**) che dimostri l'applicazione delle norme armonizzate, un Certificato CE di tipo.

Il fabbricante, in possesso del Certificato CE di tipo, è abilitato a compilare la Dichiarazione CE di conformità ed appone la marcatura CE sul prodotto.

## 2.1 Procedura per la verifica della conformità alla Direttiva EMC

E' vietato produrre, commercializzare, installare, acquisire ed utilizzare apparecchi privi della marcatura CE. E' altresì vietato redigere la Dichiarazione CE di conformità o apporre la marcatura CE senza aver rispettato le procedure prescritte dalla/e Direttiva/e. Le apparecchiature sono soggette al sequestro qualora vengano immesse sul mercato europeo:

- sprovviste della Dichiarazione CE di conformità;
- sprovviste della marcatura CE;
- sprovviste dei requisiti delle Direttive applicabili (anche se provvisti di Dichiarazione CE di conformità e marcatura CE);
- provviste di altre marcature che si possano confondere con il simbolo grafico della marcatura CE o possano renderlo illeggibile;
- provviste di marcatura CE con simbolo non conforme a quello definito nella Direttiva 93/68/CEE.

A seguito del sequestro delle apparecchiature, gli apparecchi potranno essere reimmessi sul mercato solo se, entro sei mesi, il fabbricante provvederà alla regolarizzazione delle imperfezioni riscontrate dalle Autorità di sorveglianza. Scaduto il termine di sei mesi dal sequestro, dopo avere completamente ritirato le apparecchiature dal mercato, si procede alla confisca delle stesse.

Legate alle azioni di sequestro e di confisca vi sono delle sanzioni amministrative che vengono comminate direttamente dalle Autorità di sorveglianza del singolo Stato membro a chiunque:

- immetta sul mercato, commercializzi, distribuisca o installi apparecchi non conformi ai requisiti di protezione;
- apporti modifiche agli apparecchi provvisti della prescritta marcatura CE che comportano la mancata conformità ai requisiti di protezione;
- immetta sul mercato, commercializzi, distribuisca o installi apparecchi conformi ai requisiti di protezione ma sprovvisti della prescritta marcatura CE;
- appone marchi che possano confondersi con la marcatura CE o ne limitino la visibilità e la leggibilità;
- promuova pubblicità per apparecchi non conformi ai requisiti di protezione;
- acquista apparecchi privi della prescritta marcatura CE;
- apporta per uso personale modifiche ad apparecchi dotati di marcatura CE che comportano la mancata conformità ai requisiti di protezione.

## 3. La normativa sull'inquinamento elettromagnetico

L'inquinamento elettromagnetico, che desta preoccupazione nell'opinione pubblica, sensibile alla potenziale pericolosità di sistemi come gli elettrodotti per il trasporto dell'energia o le stazioni radio-base per telefonia mobile, è un fenomeno in realtà molto complesso, in virtù dell'innunerevole quantità di sorgenti e di tipologie di cui si compone, sia in ambito residenziale, sia soprattutto in ambito industriale.

Per poter analizzare la Normativa è necessario in prima analisi operare alcune distinzioni importanti:

- **in base alla frequenza**, si distinguono i casi in cui i campi elettromagnetici sono generati a basse frequenze (fondamentalmente dalla frequenza industriale di 50 Hz fino a qualche armonica superiore, cioè intorno ai kHz) da quelli generati dalle cosiddette radiofrequenze (fino a centinaia di GHz);
- **in base alla tipologia di disturbo**: i campi a bassa frequenza derivano fondamentalmente da lavorazioni industriali e da trasporto di energia, interessando quindi grosse quantità di potenza, mentre i campi ad alta frequenza sono generati da trasmissioni via etere di segnali, interessando quindi potenze relativamente basse;
- **in base agli effetti sull'uomo**: sia per gli effetti noti e meno noti, acuti e cronici, dei campi elettromagnetici sull'uomo: gli studi fatti nel passato al riguardo sono giunti spesso a risultati contrastanti, dettando solo poche certezze relativamente ad effetti acuti legati ad intensità dei campi molto elevate.

Occorre preliminarmente osservare che la misura dei livelli dei campi elettromagnetici presenti negli ambienti più disparati (sotto un elettrodotto, in prossimità di una saldatrice industriale, in vicinanza di un ripetitore radio, in parco cittadino piuttosto che in una civile abitazione) presuppone delle conoscenze di base sia per la scelta della strumentazione adatta (ovvero sonde o antenne sensibili ad intervalli di frequenza diversi e possibilmente multipli) che per le modalità di esecuzione dei rilievi (conformità alla normativa).

I rilievi si distinguono comunque fondamentalmente in **rilievi a banda larga** (forniscono un livello globale di campo in un determinato intervallo di frequenze ma non danno indicazioni circa le cause dello stesso) e **rilievi a banda stretta** (forniscono una scansione del rumore elettromagnetico in un intervallo di frequenze e di conseguenza sono utili a determinare i diversi contributi); i rilievi a banda stretta, che necessitano di strumentazione parecchio più complessa e costosa rispetto ai rilievi a banda larga, sono solitamente successivi a questi ultimi quando forniscano livelli degni di attenzione, di modo da potere distinguere i diversi pesi nella determinazione del livello complessivo.

### Limiti di esposizione ai campi elettromagnetici: normativa e legislazione

I limiti di esposizione ai campi elettromagnetici prescritti dai testi normativi rispetto a quelli legislativi risultano essere molto diversi tra loro, causa il diverso approccio dei testi normativi (**effetti acuti**) rispetto a quelli legislativi (**eventuali effetti cronici e di qualità**).

I limiti sono fissati attualmente dalle norme

- **CEI ENV 50166-1**
- **CEI ENV 50166-2**

e dai provvedimenti legislativi

- **Legge-quadro 22 febbraio 2001, n.36**
- **D.P.C.M. 8 luglio 2003**

(Quest'ultimo DPCM ha sostituito i vecchi **D.P.C.M. 23 aprile 1992** e **D.M. 10 settembre 1998, n.381**)

La norma CEI-ENV- 50166: "Esposizione umana ai campi elettromagnetici", oltre a definire la strumentazione e le modalità di rilievo dei campi elettromagnetici, si occupa degli effetti **acuti** derivanti da effetti noti dei CEM sull'uomo. Si tratta di una norma armonizzata a livello internazionale, che si suddivide in due parti:

- CEI ENV 50166-1: "Esposizione umana ai campi elettromagnetici - Bassa frequenza (0 - 10 kHz)"
- CEI ENV 50166-2: "Esposizione umana ai campi elettromagnetici. Alta frequenza (10 kHz - 300 GHz)"

Le normative citate trattano *"dell'esposizione delle persone a campi elettromagnetici e a radiazioni a tutte le frequenze comprese nell'intervallo da 0 fino a 300 GHz. I campi elettromagnetici interagiscono con il corpo umano e con altri sistemi biologici secondo alcuni fenomeni fisici"*.

Nell'introduzione della normativa viene specificato inoltre che *"la presente Norma Sperimentale si basa su ben noti effetti a breve termine i quali, a seconda della frequenza, comprendono le stimolazioni di cellule dei tessuti nervosi e muscolari eccitabili elettricamente ed il riscaldamento (aumento della temperatura). Per prevenire qualsiasi conseguenza negativa di questi effetti, vengono fissati dei limiti di base. Essi sono specificati in termini di grandezze rilevanti ai fini biologici, tipicamente la densità di corrente indotta e il tasso di assorbimento specifico. Queste grandezze non possono essere determinate direttamente, perciò la Norma definisce un insieme di livelli di riferimento più facilmente misurabili, in termini di intensità di campi elettrici e magnetici esterni, e di densità di potenza, derivati dai limiti di base"*.

Risulta evidente quindi come tale Norma, nello specificare i limiti di esposizione, consideri solamente gli effetti acuti dei campi elettromagnetici generati nei diversi intervalli di frequenze considerati, mentre non vengono presi in considerazione eventuali effetti cronici.

Il motivo fondamentale è nella difficoltà di definizione di limiti che tutelino da eventuali effetti di lungo periodo, in assenza di sufficiente supporto da parte della Ricerca Scientifica internazionale. Da un lato vi sono alcune indicazioni che provengono da enti autorevoli come l'Organizzazione Mondiale della Sanità, come il NIEHS (Istituto Nazionale di Scienze Ambientali americano; la massima autorità mondiale in campo ambientale) che ha definito gli ELF (campi a bassa frequenza) possibili agenti cancerogeni (ponendoli in classe 2B), così come è avvenuto recentemente (nel giugno 2001) anche ad opera dello IARC (Agenzia Internazionale per la ricerca sul Cancro, la massima autorità mondiale sul cancro). D'altro canto la comunità scientifica ad oggi non ha saputo individuare il nesso di causalità tra esposizione a radiazioni non ionizzanti (NIR) e l'insorgere di alcune patologie.

La legislazione vigente, invece, considera precauzionalmente eventuali effetti cronici derivanti da esposizione ai campi elettromagnetici nella determinazione dei limiti di esposizione. Il testo di riferimento è senza dubbio la recente **Legge 22 febbraio 2001 n. 36** - "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

Lo spirito della legge-quadro è il richiamo al principio di **precauzione** o cautela: si legge nella relazione che accompagna la legge che: *"... superata una iniziale incertezza, dovuta a deficienze nello studio scientifico dei rapporti fra radiazioni non ionizzanti ed organismi viventi, oramai si è resa improcrastinabile la predisposizione di un quadro normativo sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, per la tutela della salute e per la riduzione dell'impatto ambientale provocato dall'inserimento della nuova tecnologia nel territorio"*.

La legge-quadro 36/2001, che rappresenta una novità come impostazione a livello internazionale (infatti non vi è alcuna direttiva comunitaria sulla materia):

- indica i principi ispiratori;
- prescrive gli obblighi e le competenze dello Stato, delle regioni, dei comuni, delle province e dei gestori;
- stabilisce il regime sanzionatorio
- necessita, al pari di tutte le leggi quadro, dell'approvazione ed entrata in vigore di una serie di decreti di attuazione.

L'art. 2 della legge quadro delimita l'ambito di applicazione della legge, precisando che ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz, ed esplicitando in particolare che si applica agli elettrodotti ed agli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione. Rimane esclusa l'esposizione intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici (primo comma).

Per quanto riguarda invece gli apparecchi ed i dispositivi di uso domestico, individuale e lavorativo (ad esempio gli elettrodomestici, i cellulari, le attrezzature di lavoro) si applicano esclusivamente le disposizioni di cui agli artt. 10 e 12 della legge (secondo comma).

La legge opera una distinzione tra i concetti di

- *limite di esposizione*
- *valore di attenzione*
- *obiettivo di qualità*

Il *limite di esposizione* è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori per la tutela della salute per quanto concerne gli effetti acuti o a breve termine.

Il *valore di attenzione* è invece il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. In particolare è misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti cronici o a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge.

Con riferimento all'*obiettivo di qualità*, la legge quadro offre due definizioni differenti e complementari, a seconda che il potere di indicarlo sia riconducibile in capo alle regioni o in capo allo Stato. Ed infatti gli obiettivi di qualità sono:

- 1) *i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite nella legge stessa;*
- 2) *i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni della legge ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi."*

La suddivisione delle competenze si è imposta al fine di evitare "anomalie" dovute all'introduzione da parte delle regioni di valori di esposizione più bassi di quelli prescritti dallo Stato (l'equivoco è sorto dal D.M. n. 381/1998, il quale sancisce genericamente che *le Regioni ... disciplinano ... il raggiungimento di eventuali obiettivi di qualità*).

Le regioni potranno quindi indicare obiettivi di qualità ma *esclusivamente* con riferimento alla materia urbanistica (criteri localizzativi, standards urbanistici) o mediante l'incentivo rivolto ai gestori ed ai proprietari degli impianti di utilizzare la migliore tecnologia disponibile nella progettazione e nel risanamento degli impianti.

Recentemente (luglio 2003) sono stati emanati i decreti attuativi che stabiliscono i limiti, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in accordo con la legge 36. I decreti citati sostituiscono i riferimenti preesistenti cioè il D.P.C.M. 23 aprile 1992, che interessa l'esposizione a campi generati alla frequenza industriale ed il D.M. n° 381/989 che invece riguarda le radiofrequenze.

**CEI ENV 50166-1 "Esposizione umana ai campi elettromagnetici. Bassa frequenza (0 - 10 kHz)**

L'osservanza dei livelli di campo definiti assicura automaticamente l'osservanza dei limiti di base sulla densità di corrente indotta, sui campi elettrici e sui campi magnetici statici.

**Limiti di riferimento per campi elettrici - Lavoratori**

Frequenza [Hz]	Campo elettrico [kV/m]	Tempo [ore]
0 - 0,1	42	$\leq 112 / E$
0,1 - 50	30	$\leq 80 / E$
50 - 150	$1500 / f$	$\leq 80 / E$
150 - 1500	$1500 / f$	
1500 - 10000	1	

**Limiti di riferimento per campi elettrici - Popolazione**

Frequenza [Hz]	Campo elettrico [kV/m]
0 - 0,1	14
0,1 - 60	10
60 - 1500	$600 / f$
1500 - 10000	0,4

**Limiti di riferimento per campi magnetici - Lavoratori**

Frequenza [Hz]	Campo magnetico
0 - 0,1	2 T
0,1 - 0,23	1,4 T
0,23 - 1	$(320 / f)$ mT
1 - 4	$(320 / f^2)$ mT
4 - 1500	$(80 / f)$ mT
1500 - 10000	0,053 mT

**Limiti di riferimento per campi magnetici - Popolazione**

Frequenza [Hz]	Campo magnetico
0 - 0,1	0,04 T
0,1 - 1,15	0,028 T
1,15 - 1500	$(32 / f)$ mT
1500 - 10000	0,021 mT

**CEI ENV 50166-2 "Esposizione umana ai campi elettromagnetici. Alta frequenza (10 kHz - 300 GHz)****Limiti riferiti a durate di esposizione almeno pari a 6 minuti primi.**

Livelli derivati di riferimento per campi elettrico e magnetico e della densità di potenza - Lavoratori

Frequenza [MHz]	Campo elettrico [V/m]	Campo magnetico [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0,01 - 0,038	1000	42	
0,038 - 0,61	1000	$1,6 / f$	
0,61 - 10	$614 / f$	$1,6 / f$	
10 - 400	61,4	0,16	10
400 - 2000	$3,07 \times f^2$	$8,14 \times 10^{-3} \times f^{1/2}$	$f / 40$
2000 - 150000	137	0,364	50
150000 - 300000	$0,354 \times f^{1/2}$	$9,4 \times 10^{-4} \times f^{1/2}$	$3,334 \times 10^{-4} \times f$

Livelli derivati di riferimento per campi elettrico e magnetico e della densità di potenza - Popolazione

Frequenza [MHz]	Campo elettrico [V/m]	Campo magnetico [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0,01 - 0,042	400	16,8	
0,042 - 0,68	400	$0,7 / f$	
0,68 - 10	$275 / f$	$0,7 / f$	
10 - 400	27,5	0,07	2
400 - 2000	$1,37 \times f^2$	$3,64 \times 10^{-3} \times f^{1/2}$	$f / 200$
2000 - 150000	61,4	0,163	10
150000 - 300000	$0,158 \times f^{1/2}$	$4,21 \times 10^{-4} \times f^{1/2}$	$6,67 \times 10^{-5} \times f$

**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.**

Il Decreto non si applica alle esposizioni professionali sul luogo di lavoro ed alle esposizioni intenzionali di pazienti sottoposti a diagnosi e cure mediche.

Il Decreto fissa i limiti per la sola frequenza di rete. Per frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, generati da sorgenti non riconducibili agli elettrodotti, si rimanda alla raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999.

**Limiti di esposizione e valori di attenzione**

Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il **limite di esposizione di 100 µT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico**, intesi come valori efficaci.

A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), **nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere**, si assume per l'**induzione magnetica il valore di attenzione di 10 µT**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

**Obiettivi di qualità**

Nella progettazione di **nuovi elettrodotti** in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e **nella progettazione dei nuovi insediamenti** e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, e' **fissato l'obiettivo di qualità' di 3 µT** per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

**Distanza di rispetto dagli elettrodotti.**

Per la determinazione delle fasce di rispetto si fa riferimento all'obiettivo di qualità ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti. (l'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio).

**Vecchia normativa (D.P.C.M. 23/4/92)**

**Limiti di emissione**

**5 kV/m e 0,1 mT**, rispettivamente per l'intensità di campo elettrico e di induzione magnetica, in aree o ambienti in cui si possa ragionevolmente attendere che individui della popolazione trascorrono una parte significativa della giornata;

**10 kV/m e 1 mT**, rispettivamente per l'intensità di campo elettrico e di induzione magnetica, nel caso in cui l'esposizione sia ragionevolmente limitata a poche ore al giorno.

Con riferimento alle linee elettriche aeree esterne a 132 kV, 220 kV e 380 kV, si adottano, rispetto ai fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, le seguenti distanze da qualunque conduttore della linea:

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

**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.**

I limiti non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali oppure per esposizioni a scopo diagnostico o terapeutico.

**Limiti di esposizione**

Frequenza [MHz]	Campo elettrico [V/m]	Campo magnetico [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0,1 - 3	60	0,2	-
3 - 3000	20	0,05	1
3000 - 300000	40	0,1	4

**Valori di attenzione**

Frequenza [MHz]	Campo elettrico [V/m]	Campo magnetico [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0,1 - 300000	6	0,016	0.10 (>3MHz)

**Obiettivi di qualità**

Frequenza [MHz]	Campo elettrico [V/m]	Campo magnetico [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0,1 - 300000	6	0,016	0.10 (>3MHz)

- I valori devono essere mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti.
- I limiti di esposizione coincidono con quelli previsti dal D.M. 10 settembre 1998, n. 381.
- I limiti per gli impianti radar e per gli impianti che per la loro tipologia di funzionamento determinano esposizioni pulsate, saranno stabiliti con successivo decreto
- I valori di attenzione si riferiscono all'esposizioni ai campi all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere

**Vecchia normativa (D.M. 10 settembre 1998, n. 381)**

Frequenza [MHz]	Campo elettrico [V/m]	Campo magnetico [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0,1 - 3	60	0,2	-
3 - 3000	20	0,05	1
3000 - 300000	40	0,1	4

In corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore non devono essere superati seguenti valori, indipendentemente dalla frequenza, mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti: 6 V/m per il campo elettrico, 0,016 A/m per il campo magnetico intesi come valori efficaci e, per frequenze comprese tra 3 MHz e 300 GHz, 0,10 W/m<sup>2</sup> per la densità di potenza dell'onda piana equivalente.