

# COMUNE DI RAVENNA

## PIANO DI AMPLIAMENTO DEL CAMPEGGIO ADRIA - CASALBORSETTI

RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE  
E VALORIZZAZIONE NATURALISTICA

# AMPLIAMENTO DEL CAMPEGGIO ADRIA ATTRAVERSO LA RIQUALIFICAZIONE PROMOZIONE E INCENTIVAZIONE DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA ESISTENTE

COMMITTENTE:

**CAMPING ADRIA SRL**

VIA SPALLAZZI 30 CASALBORSETTI 48123 RAVENNA



**ARC-LAB**

Arch. MARA BOTTONI Arch. AIDA MORELLI

Via Magazzini Posteriori, 41  
48122 Ravenna (RA) - Italia  
Tel: (+39) 0544 35345  
info@studioarclab.eu - www.studioarclab.eu



**STUDIO VERDE**

Dott. for. GIOVANNI GRAPEGGIA

Via Luigi Galvani, 4  
47122 Forlì (FC) - Italia  
Tel: (+39) 0543 705445  
segreteria@studio-verde.it - www.studio-verde.it



Ing. GIOVANNI MINORI  
collaboratore Ing. LETIZIA PRETOLANI

Via Don Minzoni, 116  
48121 Ravenna (RA) - Italia  
Tel: (+39) 0544 38567  
giovanniminori@libero.it



**SERVIZI INTEGRATI  
GESTIONALI AMBIENTALI**

Via Circonvallazione Piazza Armi, 130  
48122 Ravenna (RA) - Italia  
Tel: (+39) 0544/1882201, Fax: 0544/422417  
segreteria@servin-c.it - www.servin-c.it



**STUDIO TECNICO  
CORTESI**  
di FABIO SAVIOLI

Via Garigliano, 9/1  
48022 Lugo (RA) - Italia  
Tel: (+39) 0545 30750  
info@studiocortesi.com - www.studiocortesi.com



1		05/08/2024			
0		14/07/2021			
rev.		data	redatto	verificato	approvato
TAVOLA:		scala -			
		ELABORATO R.10.1 Rev1			
RELAZIONE DI CALCOLO DISTANZA PRIMA APPROSSIMAZIONE					

## **INDICE**

<b><u>1) PREMESSA.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>2) IL CAMPO ELETTROMAGNETICO.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>3) SORGENTI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>4) LA LEGISLAZIONE ITALIANA.....</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b><u>5) VERIFICA CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DA IMPIANTI ELETTRICI ALIMENTATI IN MEDIA TENSIONE (15.000 V).....</u></b>	<b><u>9</u></b>

## **1) PREMESSA**

La presente relazione, ha lo scopo di fornire le estensioni delle zone entro le quali vengono a crearsi induzioni magnetiche di valore superiore all'obiettivo di qualità ( $3\mu\text{T}$ ), (fissato nell'art. 4 comma 2 del DPCM 8 luglio 2003), lungo la linea di alimentazione M.T. interrata, ed intorno ad una nuova cabina di trasformazione M.T./B.T. ubicata in via Spallazzi, 30 a Casalborgorsetti di Ravenna a servizio del Camping Adria, al fine di determinare la presenza di luoghi destinati a permanenza di persone per un tempo maggiore di 4 ore entro la distanza di prima approssimazione ( $D_{pa}$ ).

Per tutelare la popolazione dagli effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici la Legge 36/01 e il DPCM 08/07/03 prevedono limiti particolarmente restrittivi per il campo magnetico nelle aree con presenza di persone. In particolare non devono essere superati:

- il limite di  $10\mu\text{T}$  (valore di attenzione) in ogni caso;
- il limite di  $3\mu\text{T}$  (obiettivo di qualità) nella progettazione di nuovi elettrodotti e nuovi insediamenti vicino a elettrodotti esistenti. Il termine "elettrodotti" comprende oltre alle linee elettriche le stazioni di trasformazione e le cabine MT/BT.

## **2) IL CAMPO ELETTROMAGNETICO**

Una corrente elettrica variabile (ad esempio in un'antenna) provoca nel mezzo circostante un campo magnetico variabile.

Un campo magnetico variabile determina a sua volta un campo elettrico indotto (legge di Faraday).

L'intensità del campo elettrico indotto è tanto maggiore quanto più sono rapide le variazioni del campo magnetico inducente. Se il campo magnetico è sinusoidale, anche il campo elettrico indotto varia con legge sinusoidale alla stessa frequenza.

A sua volta, il campo elettrico indotto provoca uno spostamento di cariche, ossia una corrente elettrica indotta: si crea così una interazione (mutua induzione) in cui campi elettrici e magnetici variabili si generano a vicenda.

In definitiva, un campo magnetico variabile nel tempo è associato ad un campo elettrico, sicché si parla di campo elettromagnetico.

La reciproca influenza tra i due campi è tanto maggiore quanto più è alta la frequenza. A bassa frequenza il campo elettrico indotto è di piccolo valore (le variazioni nel tempo del campo magnetico sono piccole) e può essere trascurato (regime quasi stazionario). Si parla quindi separatamente di campo elettrico e di campo magnetico.

Alle alte frequenze, invece, il campo elettrico e il campo magnetico sono completamente interdipendenti (accoppiati), al punto da costituire due componenti di un'unica entità fisica: il campo elettromagnetico, che si propaga dando luogo ad una perturbazione che varia periodicamente nello spazio e nel tempo.

La propagazione nel vuoto avviene alla velocità della luce ( $300.000\text{ km/s}$ ). I due campi sono perpendicolari tra loro ed oscillano in fase, cioè assumono nello stesso istante il valore massimo e minimo, così come si annullano contemporaneamente. L'andamento ondulatorio giustifica il termine di onde elettromagnetiche.

La distanza tra due punti nei quali il campo ha lo stesso valore prende il nome di lunghezza d'onda  $\lambda$ , la quale è legata al periodo  $T$  dalla relazione  $\lambda = c T = c / f$ .

La propagazione del campo elettromagnetico comporta un trasporto di energia. Infatti, una carica elettrica, collocata ad una certa distanza dalla sorgente, viene posta in oscillazione dal campo elettromagnetico, il quale le cede quindi parte dell'energia che trasporta. Tale oscillazione avviene con la stessa frequenza con la quale si muovono le cariche elettriche dell'antenna (sorgente), ma con un certo ritardo (sfasamento), dovuto al tempo necessario al campo elettromagnetico per coprire la distanza tra la carica elettrica e l'antenna. L'energia elettromagnetica che attraversa l'unità di superficie al secondo prende il nome densità di potenza  $S$  ( $\text{W/m}^2$ ).

Nel caso ideale di sorgente puntiforme e di mezzo omogeneo ed isotropo (il mezzo si comporta allo stesso modo in ogni direzione) la densità di potenza assume lo stesso valore in tutte le direzioni ed è pari

al prodotto  $E \cdot H$ .

Poiché il rapporto tra l'intensità del campo elettrico e del campo magnetico è costante (in condizioni di onda piana):

$$E/H = \sqrt{(\mu_0/\epsilon_0)} = 377 \text{ Q}$$

si ottiene:

$$S = 377 H^2 = E^2 / 377$$

La densità di potenza diminuisce quindi con il quadrato della distanza dalla sorgente (puntiforme). Questo vuol dire che il campo magnetico ed elettrico diminuiscono in modo inversamente proporzionale alla distanza dalla sorgente (antenna). Una sorgente reale (antenna) non è ovviamente puntiforme, ma ha dimensioni finite. In prossimità di una sorgente non puntiforme, la distribuzione del campo elettrico e magnetico è molto più complessa di quella indicata.

Se si immagina la sorgente estesa come la somma di più sorgenti puntiformi, si ricava il campo elettromagnetico come somma vettoriale dei campi elettromagnetici prodotti da tutte le sorgenti puntiformi che compongono l'antenna. Ne consegue il disaccoppiamento tra i due campi elettrico e magnetico, che non sono più in un rapporto costante e presentano andamenti spaziali e temporali complessi.

La riflessioni e diffrazioni del campo dovute al terreno ed alle altre strutture circostanti complicano ulteriormente la distribuzione spaziale e temporale del campo.

La propagazione del campo elettromagnetico di una sorgente non puntiforme presenta caratteristiche molto diverse a seconda della distanza dalla sorgente. Si distinguono convenzionalmente le zone di campo vicino e di campo lontano. Si ha il campo lontano (zona di Fraunhofer) a distanza dall'antenna superiore alla maggiore tra le lunghezze  $\lambda$  e  $2 D^2/\lambda$  (dove  $D$  è la dimensione più grande dell'antenna).

Ad esempio, nella telefonia mobile  $\lambda = 20\text{cm} \div 40\text{cm}$ ,  $D = 1,1 \text{ m}$  ( $2 D^2/\lambda = 7,2 \text{ m}$ ), sicché la zona di esposizione delle persone nei confronti di un'antenna radiobase è sempre nel campo lontano (la distanza tra antenna e aree frequentate da persone è maggiore di 7,2 m). Invece, nel caso di un telefono cellulare, la zona di esposizione è sempre nel campo vicino (la persona è a contatto con l'apparecchio).

Nel campo vicino si distingue ancora il campo vicino reattivo (fino ad una distanza dall'antenna di  $\lambda/2\pi$  se la dimensione dell'antenna è piccola rispetto a  $\lambda$ ; in caso contrario fino a  $3 \lambda$ ) e il campo vicino radiativo (zona di Fresnel, compresa tra il campo vicino reattivo e il campo lontano).

Nel campo vicino reattivo le componenti elettriche e magnetiche del campo elettromagnetico sono fortemente disaccoppiate e si ha un continuo scambio (emissione e riassorbimento) di energia tra la sorgente e l'ambiente, sicché ogni misura di campo è poco significativa.

Nel campo vicino radiativo, l'energia viene irradiata (come dice il nome stesso), il campo elettrico e magnetico sono con buona approssimazione perpendicolari, ma variano, a parità di distanza dalla sorgente, da un punto all'altro dello spazio, sicché è problematica la loro misura. Ciò accade ad esempio in prossimità di un'antenna radio ad onde medie, la cui lunghezza d'onda è di  $200 \text{ m} \div 600 \text{ m}$ .

Solo nel campo lontano il campo elettrico e magnetico oscillano in fase tra loro ed hanno un rapporto costante, costituiscono cioè un campo elettromagnetico vero e proprio. In campo lontano vale pertanto l'approssimazione di onda piana della radiazione elettromagnetica.

### ***Classificazione dei campi elettromagnetici***

La direttiva 96/29/Euratom, recepita in Italia con il Decreto Legislativo 26/5/00 n. 241, stabilisce il limite tra radiazioni ionizzanti (IR: Ionizing Radiation) e radiazioni non ionizzanti (NIR: Non Ionizing Radiation) alla frequenza di  $3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ .

Le radiazioni ionizzanti riescono a produrre la ionizzazione degli atomi del tessuto biologico con conseguenti pericoli certi per la salute.

A tale proposito, va sottolineato che le frequenze intermedie sono state, fino a tempi relativamente recenti, poco considerate dal punto di vista degli effetti biologici e dei problemi protezionistici. Nelle sue pubblicazioni, l'OMS definisce campi a radiofrequenza ampi con frequenza superiore a 300 Hz.

Nel settore ELF le esposizioni avvengono sempre in campo vicino (reattivo), dove il campo elettrico e il campo magnetico sono completamente disaccoppiati (non c'è infatti alcuna radiazione di energia attraverso lo spazio circostante) e vanno quindi considerati separatamente.

Le sorgenti di campi ELF più diffuse sono le linee elettriche a frequenza di 50 Hz per il trasporto, distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica; non vanno tuttavia dimenticate le apparecchiature elettriche domestiche ed industriali.

Il campo elettrico dipende dalla tensione del sistema elettrico (costante), varia quindi solo la distanza dalla linea. Il campo magnetico dipende non solo dalla distanza dalla linea, ma anche dall'intensità di corrente (variabile con il carico) che percorre la linea stessa.

L'intervallo di frequenza che comprende le radiazioni IF, RF e MW ha un'estensione enorme (da 300 Hz a 300 GHz), a cui corrispondono applicazioni pratiche totalmente diverse.

In alcuni ambiti (industriale, medico, ma anche radiotelevisivo) la distinzione tra le varie frequenze (in particolare, tra le frequenze IF e RF) è esclusivamente teorica e non trova corrispondenza nelle applicazioni pratiche.

Le frequenze RF/MW costituiscono il settore delle radiazioni non ionizzanti che presenta una notevole variabilità di sorgenti, di modalità di esposizione e di potenziali effetti. Le esposizioni sono spesso in campo lontano, dove il campo magnetico e quello elettrico risultano accoppiati, ma sono anche frequenti, soprattutto in ambiente lavorativo, situazioni in cui il soggetto esposto si trova molto vicino alla sorgente, in una zona in cui i campi generati da quest'ultima presentano una distribuzione disomogenea.

Nel settore IF (300 Hz ÷ 10 MHz) il campo elettromagnetico presenta, sia dal punto di vista propagazione sia da quello dell'interazione con il corpo umano, caratteristiche che, a seconda delle circostanze, possono avvicinarli ai campi ELF o a quelli a radiofrequenza.

### **3) SORGENTI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI**

#### ***Elettrodotti***

Il campo elettrico in un punto dello spazio in prossimità di una linea trifase è la somma dei campi elettrici dovuti alle tre tensioni di fase, sfasate tra loro di 120°.

Per le linee esterne di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti) il campo risultante è polarizzato ellitticamente, ma l'ellisse, a livello del suolo, è così schiacciata che la polarizzazione può essere considerata lineare.

Le tensioni di esercizio del sistema elettrico hanno un valore costante, sicché il campo elettrico generato da un elettrodotto in un punto è costante.

Il campo elettrico è distorto dalla presenza di corpi conduttori e risulta sempre perpendicolare alle superfici conduttrici (equipotenziali).

Poiché il terreno è, con buona approssimazione, conduttore, nelle vicinanze del suolo il campo elettrico è ortogonale alla superficie del terreno.

Anche il campo magnetico generato da un elettrodotto risulta dalla composizione dei campi magnetici prodotti dalle tre correnti del sistema trifase. Il campo magnetico risultante è polarizzato ellitticamente, senza però deformazioni apprezzabili in corrispondenza del suolo.

Poiché le correnti che circolano nelle linee dipendono dal carico, cioè dalla richiesta di energia degli utilizzatori finali, il campo magnetico varia nel tempo, con tipiche oscillazioni sia quotidiane (tra il giorno e la notte), sia stagionali.

La corrente non può comunque superare il valore massimo previsto in fase di progetto della linea, in genere 1500 A per una linea a 380 kV. Nelle reti elettriche di trasmissione e distribuzione le correnti medie nelle linee sono spesso la metà delle correnti di progetto.

Sia il campo elettrico, sia quello magnetico decrescono molto rapidamente nelle prime decine di metri dal centro delle linee; a distanze superiori, la diminuzione è molto più lenta.

Pertanto, il vantaggio di un allontanamento dagli elettrodotti, in termini di riduzione dell'esposizione, è sensibile nelle immediate vicinanze della linea, molto meno a distanze superiori.

L'altezza dei conduttori dal suolo, e conseguentemente l'altezza dei tralicci, gioca un ruolo importante

nelle immediate vicinanze della linea, ma ha scarso effetto sui livelli di campo a distanze superiori a qualche decina di metri.

Ai fini della riduzione dell'esposizione, quindi, l'innalzamento dei tralicci non comporta in genere effetti rilevanti, mentre determina problemi di impatto ambientale e di sicurezza statica, con un notevole aumento dei costi della linea.

Riduzioni del campo magnetico ed elettrico si possono invece ottenere con opportune disposizioni dei conduttori di fase, in particolare nel caso di linee elettriche a doppia terna, oppure con il ricorso a linee aeree in cavo isolato ed elicordato.

Un'alternativa alle linee elettriche aeree esterne è costituita dalle linee interrata.

Il campo elettrico al suolo, al di sopra di una linea interrata, è praticamente nullo per effetto della schermatura sia da parte delle guaine metalliche dei cavi, sia da parte del terreno.

Il campo magnetico al suolo generato da una linea interrata diminuisce rapidamente con la distanza dall'asse della linea, ma al di sopra dei conduttori può addirittura essere superiore a quello dovuto ad una linea aerea, in quanto i conduttori sono più vicini al suolo.

### ***Stazioni e cabine elettriche***

Nelle centrali e stazioni elettriche in alta tensione (cabine primarie) si hanno elevati campi elettrici e magnetici, a cui sono esposti principalmente i lavoratori addetti all'esercizio ed alla manutenzione di tali impianti: il campo elettrico può superare 25 kV/m e il campo magnetico 0,5 mT. Al contrario delle linee elettriche, però, in tali casi non è agevole determinare gli andamenti dei campi elettrici e magnetici solo con modelli matematici, a causa della geometria più complessa delle cabine. Pertanto bisogna procedere direttamente alla misura dei campi sul posto.

Nelle cabine MT/BT i valori del campo elettrico e magnetico sono molto più contenuti.

Ad esempio, nei locali immediatamente soprastanti una cabina MT/BT installata entro un edificio si possono misurare campi magnetici dell'ordine dei microtesla.

Da notare che i valori di campo magnetico nei suddetti locali possono essere ridotti adottando opportuni accorgimenti in fase di progettazione e realizzazione della cabina, ad esempio evitando il passaggio delle sbarre a soffitto proprio in corrispondenza dei locali in esame, oppure ricorrendo ad opportune schermature.

## **4) LA LEGISLAZIONE ITALIANA**

La politica protezionistica italiana si basa infatti su un approccio estremamente cautelativo, al fine di evitare i possibili effetti sanitari a lungo termine; tale scelta si riflette nell'adozione di limiti tra i più restrittivi al mondo, molto inferiori a quelli previsti dall'ICNIRP internazionalmente riconosciuti ed accettati.

Un secondo aspetto da sottolineare è che tutte le disposizioni legislative italiane fissano limiti di esposizione riferiti unicamente alle grandezze radiometriche dei campi elettromagnetici, mentre sono totalmente trascurate le grandezze dosimetriche, per le quali non è previsto alcun limite.

Nel seguito sono brevemente analizzate e commentate le principali disposizioni legislative e regolamentari italiane che disciplinano la protezione dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

### ***Legge 36/01***

La legge 22/2/01 n. 36 è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (qui denominati unicamente "campi elettromagnetici", per semplicità), pubblicata sulla G.U. n. 55 del 7/3/01 ed entrata in vigore il 23/3/01.

La legge ha lo scopo di:

- tutelare la popolazione ed i lavoratori dagli effetti dell'esposizione ai campi elettromagnetici;
- promuovere azioni di risanamento per minimizzare l'intensità e gli effetti di tali campi;
- promuovere la ricerca scientifica per valutare eventuali effetti sanitari a lungo termine dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici.

La legge 36/01 riguarda gli impianti e le apparecchiature che funzionano a frequenze fino a 300 GHz. In teoria, si applica a tutte le sorgenti di campi elettromagnetici, dagli elettrodomesti agli elettrodomestici, dagli impianti per telefonia mobile ai radar, agli impianti per radiodiffusione, ecc.

La legge regola, in termini generali, l'intera materia della protezione dai campi elettromagnetici negli ambienti di vita e di lavoro, ma non interviene direttamente sugli aspetti tecnico-operativi.

La legge 36/01, oltre a stabilire i suddetti criteri generali di protezione, definisce:

- i compiti e le responsabilità delle singole istituzioni, distinguendo in particolare le attribuzioni dello Stato, da quelle delle Regioni e delle Amministrazioni locali;
- le modalità di controllo e le sanzioni amministrative per le violazioni del dettato legislativo.

Lo Stato ha il compito di determinare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici per la popolazione e per i lavoratori, mediante appositi decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri.

Tali decreti definiscono, in particolare:

- i *limiti di esposizione*: valori di campo che non devono essere superati in qualunque condizione di esposizione, per prevenire gli effetti acuti dell'esposizione stessa;
- i *valori di attenzione*: valori di campo che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi in cui è prevista la presenza prolungata delle persone, tali valori costituiscono una misura di protezione precauzionale contro i possibili effetti a lungo termine;
- gli *obiettivi di qualità*: valori di campo, più restrittivi dei limiti di esposizione e dei valori di attenzione, da perseguire (ad esempio utilizzando tecnologie più evolute) con l'obiettivo di minimizzare le esposizioni ai campi elettromagnetici.

I suddetti decreti stabiliscono inoltre:

- i parametri necessari per la definizione delle fasce di rispetto degli elettrodomesti, cioè le zone limitrofe agli elettrodomesti stessi all'interno delle quali non possono essere presenti edifici adibiti ad uso residenziale, scolastico, sanitario o a qualunque altro uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore al giorno;
- le tecniche di misura e di rilevamento dei campi elettromagnetici.

### ***Il DPCM 8/7/03 (50 Hz)***

Il DPCM 8/7/03, pubblicato sulla G.U. n. 200 del 29/8/03 e in vigore dal 13/9/03, ai sensi della legge 36/01, art. 4, comma 2, fissa i limiti di esposizione per la protezione della popolazione dai campi elettrici e magnetici a 50 Hz generati dagli elettrodomesti; inoltre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità per la sola induzione magnetica, poiché non sono stati finora ipotizzati effetti differiti per il campo elettrico a bassa frequenza.

Ai fini del decreto in questione, gli elettrodomesti comprendono le linee elettriche, le sottostazioni e le cabine di trasformazione, comprese le cabine MT/BT.

Il valore di attenzione di 10  $\mu$ T per l'induzione magnetica, introdotto come misura di cautela per la protezione dai possibili effetti a lungo termine, si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 h al giorno.

L'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per l'induzione magnetica, introdotto al fine della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi magnetici, si applica ai nuovi elettrodomesti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in prossimità di linee ed installazioni elettriche esistenti.

Alle sorgenti di campo elettrico e magnetico a frequenza fino a 100 kHz diverse dagli elettrodomesti si applicano invece i limiti di esposizione (livelli di riferimento e limiti di base) previsti dalla Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12/7/99.

### ***Fasce di rispetto dagli elettrodomesti***

Le fasce di rispetto dagli elettrodomesti, previste dalla legge 36/01, devono essere determinate in base all'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T, in corrispondenza della portata in servizio normale dell'elettrodomesto, secondo una metodologia di calcolo definita dall'APAT, sentite le ARPA e con l'approvazione del Ministero dell'ambiente.

La portata in servizio normale dell'elettrodomesto è definita dalla norma CEI 11-60 e deve essere dichiarata

dal gestore al Ministero dell'ambiente per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV, alle Regioni per gli elettrodotti con tensione fino a 150 kV.

Il DPCM 8/7/03 abroga esplicitamente i precedenti DPCM 23/4/92 e DPCM 28/9/95, in quanto incompatibili con le prescrizioni del decreto stesso.

Per il DPCM 8/7/03 valgono le stesse valutazioni già espresse per la legge 36/01, della quale il decreto riprende l'impianto protezionistico basato sull'approccio cautelativo verso gli effetti differiti (a lungo termine) dell'esposizione ai campi elettromagnetici, sui conseguenti tre limiti di esposizione e sulla totale assenza dei limiti di base riferiti alle grandezze domestiche.

Al tempo stesso, vanno evidenziate alcune contraddizioni interne al decreto stesso.

In tal modo, il decreto contraddice la legge 36/01, la quale stabilisce esplicitamente che la protezione della popolazione e dei lavoratori si realizza mediante limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità, in contrasto con quanto previsto dalla Raccomandazione Europea che, facendo proprie le linee guida dell'ICNTRP, si basa su limiti di livelli di base e livelli di riferimento.

Per quanto riguarda i limiti di campo previsti dal decreto, si può notare che:

- i limiti di esposizione per il campo elettrico e per l'induzione magnetica coincidono con i livelli di riferimento raccomandati a livello internazionale;
- il decreto non stabilisce giustamente il livello di attenzione e l'obiettivo di qualità per il campo elettrico, poiché per esso non sono ipotizzabili effetti differiti; tale assenza costituisce tuttavia un'ulteriore violazione della legge 36/01;
- il livello di attenzione e l'obiettivo di qualità per il campo magnetico, pur rimanendo entro valori "ragionevoli", non hanno alcun fondamento scientifico e sono quindi arbitrari.

L'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  per il campo magnetico si applica agli elettrodotti nuovi ed alla costruzione di nuovi edifici nelle vicinanze di elettrodotti esistenti, nonché per definizione delle fasce di rispetto degli elettrodotti stessi.

Da notare come il valore scelto come obiettivo di qualità (3  $\mu\text{T}$ ) corrisponda approssimativamente al livello di induzione prevedibile per linee a pieno carico alle distanze di rispetto stabilite dal DPCM 23/4/92.

Il valore d'attenzione di 10  $\mu\text{T}$  e l'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  sono intesi come valori mediani nell'arco delle 24 h. Non sono chiare le motivazioni della scelta della mediana meno familiare della media.

Il limite di esposizione di 100  $\mu\text{T}$ , da rispettare dove non sono applicabili il valore d'attenzione e l'obiettivo di qualità, va invece inteso come valore massimo che non deve mai essere superato.

I valori di campo misurati sono in ogni caso proporzionali alla corrente di carico della linea al momento della misura.

Un'ultima osservazione: il DPCM 8/7/03 sembra chiaramente finalizzato a regolamentare le linee elettriche ad alta tensione vere e proprie. Tuttavia, secondo la definizione di elettrodotto riportata nel decreto stesso, si deve ritenere che le sue prescrizioni si applichino indistintamente anche alle linee di distribuzione in media e bassa tensione, nonché a sottostazioni e cabine elettriche. Ciò porrà verosimilmente seri problemi di applicazione del decreto, in particolare per quanto riguarda la definizione delle procedure di misura e delle metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto.

Allo stato attuale, in base al DPCM 8/7/03 le cabine elettriche sono ammesse negli edifici se determinano livelli di induzione magnetica, negli ambienti circostanti dove sono presenti persone per almeno 4 h al giorno:

- inferiori a 3  $\mu\text{T}$  nel caso di cabine nuove;
- inferiori a 10  $\mu\text{T}$  nel caso di cabine esistenti.



## **5) VERIFICA CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DA IMPIANTI ELETTRICI ALIMENTATI IN MEDIA TENSIONE (15.000 V)**

### **Determinazione fascia di rispetto cabina MT/BT**

Per le cabine di trasformazione MT/BT, l'art. 5.2.1 del Decreto Ministeriale 29/5/08, prevede la possibilità di effettuare il calcolo semplificato, mediante l'individuazione della distanza di prima approssimazione  $D_{pa}$  secondo la formula seguente:

$$D_{pa} = 0,40942 \sqrt{I} \cdot x^{0,5241}$$

Dove:

$I$  = corrente nominale (secondaria) del trasformatore;

$x$  = diametro dei cavi in uscita dal trasformatore.

La suddetta formula, è stata ricavata considerando un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale del trasformatore, e con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi in uscita dal trasformatore stesso.

All'interno della cabina in oggetto sarà presente n.1 trasformatore MT/BT abbassatore DA 630 kVA.

### **Dati apparecchiature media tensione:**

Trasformatore : 1 (abbassatore)

Potenza nominale = 630 kVA

Tensione primaria = 15 kV

Tensione secondaria = 0,4 kV

Corrente nominale secondaria trasformatore = 908 A

Formazione cavi bassa tensione = 3x(3x1x240) +N(2x1x240)mmq

Diametro esterno singolo cavo = 30,4 mm = 0,030 m

Pertanto la distanza di prima approssimazione per il trasformatore risulta pari a:

$$D_{pa} = 0,40942 \sqrt{I} \cdot x^{0,5241} \rightarrow D_{pa} = 0,40942 \sqrt{908} \cdot 0,030^{0,5241} \rightarrow 2,1 \text{ m}$$

### **Conclusioni**

**Dal calcolo si evince che la distanza  $D_{pa}$  per la cabina MT/BT non sarà inferiore a 2,1 m; pertanto si considera che la fascia di rispetto venga a svilupparsi dal perimetro totale del locale utente della cabina di trasformazione, per una distanza pari ad almeno 2,1 m in orizzontale.**

**IL TECNICO**

