

## 4. POLITICHE CAUTELATIVE E VALUTAZIONI TECNICHE

### 4.1. La politica cautelativa nell'Unione europea

Nel paragrafo 2.2.7, esaminando il documento dell'OMS, sono state richiamate le definizioni di tre diversi tipi di politiche cautelative: il principio di precauzione, la *prudent avoidance* ed il principio ALARA.

Per quanto riguarda il principio ALARA, per definizione non può essere applicato ai campi elettromagnetici a radiofrequenza, data l'assenza di conoscenze certe sull'andamento del rischio in funzione del livello espositivo.

Si esaminerà ora l'opportunità di applicazione al contesto in esame (radiofrequenze) del principio di precauzione e di quello della *prudent avoidance*.

L'Unione europea svolge da vari anni un ruolo fondamentale nella progressiva definizione del principio di precauzione, poiché la sua popolazione è certamente tra le prime a porre il problema in termini di percezione del rischio e la richiesta di adeguamento delle politiche sanitarie ed ambientale a tali bisogni. Il principio di precauzione, introdotto nel 1997 dal Trattato di Amsterdam, non è definito dal Trattato CE che ne parla esplicitamente solo in riferimento alla protezione dell'ambiente e, indirettamente, anche nel caso di protezione della salute.

Nel primo caso, l'art. 174, par. 2, cita il principio di prevenzione (senza definirlo) nel modo seguente:

La politica della Comunità in materia ambientale mira ad un elevato livello di tutela, tenendo conto delle diversità delle situazioni nelle varie regioni della Comunità. Essa è fondata sul principio di precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio "chi inquina paga".

Per quanto riguarda la prevenzione per rischi sanitari, il Trattato non menziona esplicitamente il principio di precauzione come base per la legislazione comunitaria, tuttavia l'art. 95, al paragrafo 3 dispone che:

La Commissione [...] in materia di sanità, sicurezza, protezione dell'ambiente e dei consumatori, si basa su un livello di protezione elevato, tenuto conto, in particolare degli eventuali nuovi sviluppi fondati su riscontri scientifici.

Appare quindi evidente come già nelle disposizioni di principio, la Comunità si ponga l'obiettivo di prevenire, ridurre e, nei limiti del possibile, eliminare sin dall'origine le fonti di inquinamento o comunque il rischio che possano avere conseguenze negative sull'ambiente e, in ultima analisi, sulla salute, mediante provvedimenti adeguati.

Altrettanto ovvio è il ricorso al "riscontro scientifico" come elemento cardine invocato per la individuazione del livello di protezione da ottenere.

Sono quindi presenti almeno due problemi di interpretazione, legati al significato da dare all'"*elevato livello di protezione*" ed al "*riscontro scientifico*". È evidente, infatti, che interpretazioni soggettive di tali significati porterebbero ad una applicazione indiscriminata di tale principio o, all'opposto, alla richiesta di elementi certi ed inequivocabili prima di poter decidere misure di cautela.

Il 2 febbraio 2000 la Commissione europea è intervenuta, con una comunicazione, per fornire linee guida per l'applicazione del principio di precauzione.

Ad avviso della Commissione, tale principio, pur essendo menzionato dal Trattato espressamente solo con riferimento alla protezione dell'ambiente, ha *in pratica* una portata molto più ampia ed esso trova applicazione in tutti i casi in cui una preliminare valutazione scientifica obiettiva indica che vi sono ragionevoli motivi di temere

che i possibili effetti nocivi *sull'ambiente e sulla salute degli esseri umani, degli animali e delle piante* possano essere incompatibili con l'elevato livello di protezione prescelto dalla Comunità.

Secondo la Commissione europea, il ricorso al principio di precauzione interviene unicamente in un'ipotesi di rischio potenziale, anche se questo rischio non può essere interamente dimostrato, o la sua portata quantificata o i suoi effetti determinati per l'insufficienza o il carattere non concludente dei dati scientifici.

Tale principio, in particolare, presuppone:

1. l'identificazione di effetti potenzialmente negativi derivanti da un fenomeno, da un prodotto o da un procedimento. In pratica significa che, prima di attribuire ad un agente la qualifica di *pericolo*, è necessario procedere ad una valutazione scientifica dei dati a disposizione;
2. una valutazione scientifica del rischio che, per l'insufficienza dei dati, il loro carattere non concludente o la loro imprecisione, non consente di determinare con sufficiente certezza il rischio in questione.

Per arrivare a tale conclusione è necessario quindi effettuare una corretta valutazione del rischio, che comprenda le 4 classiche fasi:

- identificazione del pericolo, ossia l'identificazione degli agenti biologici, chimici o fisici che possono avere effetti negativi;
- caratterizzazione del pericolo, consistente nella determinazione, in termini quantitativi e/o qualitativi, della natura e della gravità degli effetti nocivi collegati con agenti o le attività causali. In questa fase deve essere stabilito il rapporto tra le quantità di sostanze pericolose e gli effetti osservati;
- valutazione della esposizione, quantitativa o qualitativa, della probabilità di esposizione all'agente in questione;
- caratterizzazione del rischio, corrispondente alla stima qualitativa e/o quantitativa della probabilità, della frequenza e della gravità degli effetti negativi sull'ambiente o sulla salute, conosciuti o potenziali, che possono verificarsi tenendo conto delle inerenti incertezze. È frutto delle precedenti valutazioni.

A causa delle incertezze nella valutazione del rischio, qualora i responsabili politici ritengano che il livello prescelto di protezione dell'ambiente o della salute umana, animale o vegetale possa essere minacciato, può essere applicato il **principio di precauzione**, che appartiene perciò alla **fase della gestione del rischio**.

I principi generali di applicazione del principio di precauzione sono:

- La proporzionalità (al livello di protezione scelto), ovvero le misure non dovrebbero essere sproporzionate rispetto al livello di protezione individuato, tentando di raggiungere un livello di rischio zero, solitamente peraltro difficilmente esistente.

Vanno quindi sempre valutate ipotesi che consentono di raggiungere in maniera non drastica il livello di protezione individuato (una riduzione dell'esposizione, un potenziamento dei controlli, la decisione di introdurre limiti provvisori, raccomandazioni rivolte alle popolazioni a rischio, etc). È evidente come la definizione della proporzionalità sia complessa in caso di ipotizzati effetti a lungo termine e valutazioni scientifiche non conclusive, sebbene proprio da una corretta valutazione del rischio possono derivare concrete indicazioni in tal senso.

- La non discriminazione (degli interventi), nel senso che le misure precauzionali adottate non dovrebbero introdurre discriminazioni nelle loro applicazioni, bensì dovrebbero applicarsi in modo tale da raggiungere un livello di protezione equivalente, senza che l'origine geografica o la natura di una produzione possano essere invocate per applicare in modo arbitrario trattamenti diversi.
- La coerenza (con misure analoghe già adottate in circostanze analoghe o utilizzando analoghe strategie) ovvero se la mancanza di alcuni dati scientifici non consente di caratterizzare il rischio, tenuto conto delle incertezze inerenti alla valutazione, le misure precauzionali adottate dovrebbero essere di portata e di natura comparabile con misure già adottate in settori equivalenti, nei quali tutti i dati scientifici sono disponibili.
- L'esame dei vantaggi e degli oneri derivanti dall'azione o dalla mancanza di azione significa che, prima di adottare una decisione, è necessario effettuare un'analisi economica costi/benefici, quando ciò sia adeguato e realizzabile.
- L'esame dell'evoluzione scientifica significa che le misure adottate, anche se di natura provvisoria, devono essere mantenute finché i dati scientifici rimangono incompleti, imprecisi o non concludenti; esse debbono, tuttavia, sempre essere riesaminate e, se necessario, modificate in funzione dei risultati della ricerca scientifica e del controllo del loro impatto sulla popolazione e sull'ambiente. Ciò implica che le ricerche scientifiche devono essere effettuate e sottoposte ad una regolare revisione scientifica da parte di chi ha applicato le citate misure, per disporre di dati più completi.

#### 4.2. Considerazioni sull'applicabilità del principio di precauzione alle radiofrequenze

Una scelta di politica cautelativa può adottare il principio di precauzione se si ritiene ragionevole agire anche di fronte ad evidenze limitate, come ad esempio in presenza di una certa correlazione statistica fra due eventi, ma in assenza di prove che dimostrino un nesso causale fra essi, e con la riserva di modificare le scelte fatte alla luce di eventuali nuove conoscenze su rischi non ancora accertati.

Per quanto riguarda l'adozione di politiche cautelative, l'OMS osserva che (v. 2.2.6):

una politica cautelativa per i campi elettromagnetici dovrebbe essere adottata solo con grande attenzione e consapevolezza. I requisiti per tale politica, come essa è precisata dalla Commissione europea, non sembrano soddisfatti né nel caso dei campi elettromagnetici a frequenza industriale, né in quello dei campi a radiofrequenza; tuttavia, possono essere giustificate altre politiche correlate, come la "prudent avoidance".

Un requisito di principio è che tali politiche siano adottate solo a condizione che **valutazioni di rischio e limiti di esposizione fondati su basi scientifiche non siano minati dall'adozione di approcci cautelativi arbitrari**<sup>1</sup>. Ciò si verificerebbe, ad esempio, se i valori limite venissero abbassati fino a livelli tali da non avere alcuna relazione con i rischi accertati, o se fossero modificati in modo improprio ed arbitrario per tener conto delle incertezze scientifiche.

Pertanto, nel caso specifico trattato (radiofrequenze), anche l'adozione di una politica correlata come la *prudent avoidance* non può comportare l'abbassamento dei valori limite di esposizione fino a livelli tali da non avere

1) In grassetto nel testo originale

alcuna relazione con i rischi accertati. Qualunque valore fosse fissato come limite di esposizione ai campi elettromagnetici non sarebbe supportato da conoscenze scientifiche; infatti allo stato attuale, non è stato individuato alcun livello al di sotto del quale sia possibile affermare che non esistano effetti dannosi osservabili. Nel caso delle radiofrequenze potrebbe addirittura non essere necessario alcun limite, se non il criterio di accettare dei livelli di esposizione al di sotto dei limiti ICNIRP (per i quali è stato riscontrato un riscaldamento termico misurabile negli organi esposti).

Il DM 10 settembre 1998 n. 381 prevede livelli di attenzione molto inferiori a quelli dell'ICNIRP ed indipendenti dalla frequenza, ed inoltre affida alle autorità regionali e locali il raggiungimento di eventuali obiettivi di qualità, che in pratica sono stati interpretati come ulteriori e più restrittivi limiti di esposizione, diversi da regione a regione e persino da comune a comune.

Il valore di 6 V/m (limite di attenzione) previsto nel predetto decreto è un limite fissato, come è noto, senza alcuna giustificazione scientifica: poteva parimenti fissarsi un qualunque altro valore (ad esempio 15 V/m, 10 V/m, 3 V/m, 1 V/m, 0,5 V/m e, perché no, 0 V/m che comporterebbe la disattivazione di ogni emissione radio audio AM o FM, televisiva, di radiotelegrafia, etc.) poiché manca una base scientifica sulla quale impostare fattori di riduzione. Inoltre, l'esperienza di oltre 3 anni di applicazione del Decreto n. 381 del 1998 ha dimostrato che i livelli di attenzione vengono considerati dal pubblico come limiti sanitari e vengono percepiti come soglie di pericolo e non come valori cautelativi.

Anche la legge 22 febbraio 2001, n. 36, adottando tre livelli di protezione (limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità) non ha recepito le indicazioni espresse da istituzioni scientifiche internazionali, e molto difficilmente consentirà di effettuare scelte comprensibili alla luce delle conoscenze scientifiche a disposizione.

Nel processo decisionale che porta alla definizione della normativa, non sarà la banca dati dei risultati della ricerca scientifica l'unico elemento ad avere un ruolo preminente, ma anche una serie di considerazioni a carattere etico, sociale ed economico. Compito di chi ha responsabilità decisionali è peraltro far sì che la normativa, oltre a non essere in contraddizione con quanto indicato dalle conoscenze scientifiche disponibili, sia esplicita e comprensibile per quanto attiene alla definizione degli obiettivi che si pone e delle procedure per raggiungerli e verificarli. Occorrerà quindi definire con chiarezza, senza lasciare lacune normative, le procedure da seguire per raggiungere e verificare gli obiettivi preposti, in modo da evitare arbitrarie azioni intraprese da persone/enti non esperte/i.

L'applicazione di una politica cautelativa come la *prudent avoidance* non può che consistere nell'indicare come accettabile il limite "più basso possibile" compatibilmente con la tecnologia in questione e nel rispetto dei limiti di esposizione previsti; in questo caso l'individuazione del limite dipende dalle caratteristiche della tecnologia e comporta sia l'adozione di soluzioni tecnologiche in grado di garantire basse emissioni che la variabilità del limite accettabile con l'introduzione, nel tempo, di nuove soluzioni tecnologiche.

A tal fine, nel paragrafo seguente viene presentata una metodologia la cui adozione consentirebbe in via preventiva il rispetto dei limiti di esposizione ICNIRP con ampi margini di cautela, garantendo al contempo il corretto funzionamento dei sistemi operanti nelle diverse gamme di frequenza.

Inoltre, in Appendice 1 viene riportata la valutazione del campo elettromagnetico emesso dalle stazioni radio base per telefonia mobile in tipiche configurazioni presenti in una grande città come Roma.

### 4.3. Approccio preventivo

In questo paragrafo, a titolo illustrativo, viene esposta una metodologia che consente in via preventiva il rispetto dei limiti di esposizione dell'ICNIRP, garantendo al contempo il corretto funzionamento dei singoli sistemi operanti su diverse bande di frequenza.

Nel seguito, si intenderà per impianto un sistema di radiocomunicazione o di radiodiffusione audio e/o video, operante nella banda di frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Sono considerate distinte:

- installazioni di operatori diversi, anche se nella stessa banda di frequenza;
- installazioni dello stesso gestore in bande diverse. Una installazione può essere composta da più trasmettitori operanti nella banda di frequenza di un singolo sistema. In questo senso, i due sistemi GSM 900 e GSM 1800 sono considerati distinti.

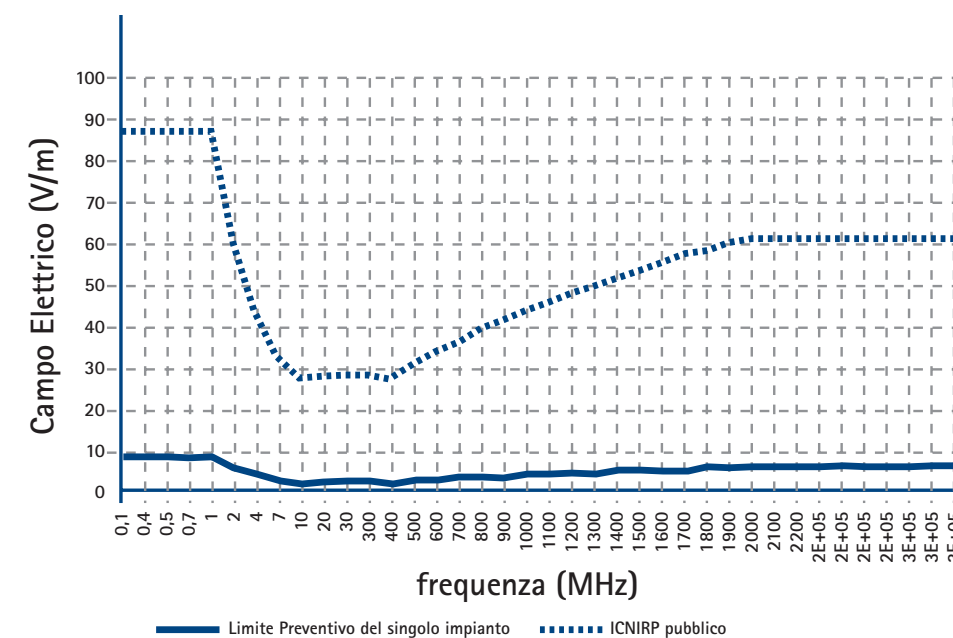
Secondo questa definizione sono considerati impianti distinti i seguenti casi di collocazione:

1. operatori diversi e stesso sistema di comunicazione, come ad esempio un sistema GSM 900 dell'operatore A collocato ad un altro sistema GSM 900 dell'operatore B;
2. stesso operatore con sistemi di comunicazione diversi, come ad esempio un operatore che colochi il proprio sistema GSM 900 con il proprio sistema GSM 1800.

Sempre a titolo di esempio, l'installazione di un nuovo trasmettitore GSM 900 di un operatore come espansione di un preesistente impianto GSM 900 dello stesso operatore non va considerata come installazione distinta, ma deve essere considerata parte integrante dell'installazione preesistente. Tutti gli esempi sono ovviamente estesi anche agli altri sistemi.

Premesso ciò, considerando i limiti di esposizione fissati dall'ICNIRP per la *popolazione* (essendo i più conservativi) e considerando la banda di frequenza 100 kHz – 300 GHz, si possono tracciare le seguenti curve in funzione della frequenza.

FIGURA 4.1:  
VALORE EFFICACE PER L'INTENSITÀ DI CAMPO ELETTRICO



Ipotizzando per ciascun impianto un livello limite del valore efficace dell'intensità di campo elettrico ( $E_i$ ), dove c'è presenza della popolazione, pari ad 1/10 dei limiti proposti dall'ICNIRP nelle linee guida si ottiene la curva del "Limite Preventivo del singolo impianto" rappresentata nella Figura 4.1.

Da queste ipotesi è facile calcolare i valori limite per singolo impianto dei sistemi radiomobili di interesse, che sono:

- TACS: 4.1 V/m
- GSM 900: 4.1 V/m
- GSM 1800: 5.8 V/m
- UMTS: 6.1 V/m

Possiamo a questo punto valutare qual è il massimo numero di impianti installabili in una zona, con riferimento alle aree frequentate dalla popolazione.

In via preliminare, è doveroso ricordare che esiste una profonda differenza fra le installazioni per comunicazioni radiomobili e quelle per la diffusione di programmi audio e video:

- nel primo caso si ha la necessità di poter consentire l'utilizzo del sistema di comunicazione mobile da parte di un gran numero di utenti, contemporaneamente ed in tutte le zone di copertura del servizio. Per questo motivo, occorre installare un congruo numero di installazioni in città, ognuna delle quali emette una potenza modesta (nell'ordine della decina di watt) finalizzata alla copertura della propria zona di competenza;
- nel secondo caso, si ha la necessità di installare pochi impianti che coprano il maggior numero di utenti possibile, dal momento che il tipo di comunicazione è unidirezionale (dalla stazione radio agli utenti) e tutti usufruiscono dello stesso programma contemporaneamente. Per raggiungere tale scopo è necessario avere poche installazioni poste in ambito prevalentemente extraurbano, ognuna delle quali però emette una potenza molto alta (nell'ordine di diversi kilowatt).

Ipotizzando che:

1. venga considerato un generico punto (*punto di interesse*) accessibile alla popolazione;
2. sia definita una zona quadrata (*area di interesse*), centrata nel punto di interesse, di area pari ad 1 km<sup>2</sup> (il *punto di interesse*, dunque, è ad una distanza pari a 500 m dal bordo della suddetta area);
3. siano presenti, nell'*area di interesse*, un numero N di impianti di telefonia mobile che contribuiscono a determinare il valore di campo nel punto di interesse, oltre a quanto stabilito in seguito;
4. il contributo totale dovuto a tutte le installazioni radiomobili al di fuori dell'*area di interesse* sia pari a 5 V/m (ipotesi da ritenersi conservativa<sup>1</sup>);

<sup>1</sup>) Tale ipotesi è necessaria alla luce delle considerazioni effettuate in precedenza circa la necessità di installare siti radiomobili in area urbana. Essa risulta in ogni caso conservativa, perché:

- i livelli totali di fondo elettromagnetico misurabili assumono per lo più valori inferiori a 4 V/m;
- tali livelli misurabili non sono determinati unicamente dalle installazioni radiomobili.

In via ulteriormente conservativa si farà l'ipotesi che tale valore sia riferito ai 900 MHz, ossia quella avente il limite ICNIRP più stringente per le installazioni radiomobili

5. tutte le installazioni di radiodiffusione audio e/o video siano poste al di fuori dell'*area di interesse*, ed abbiano un contributo totale pari a 5 V/m (ipotesi anch'essa da ritenersi conservativa<sup>1</sup>);

6. non ci siano installazioni a frequenze inferiori ad 1 MHz;

7. ciascuno degli N impianti sia orientato nella direzione del *punto di interesse* (ipotesi contemplativa del caso peggiore), e determini in tale punto un valore efficace per l'intensità di campo elettrico esattamente pari al massimo per questo ammissibile (ossia quello della curva "Limite Preventivo del singolo impianto" della Figura 4.1)

e ricordando che le linee guida ICNIRP prevedono il rispetto della seguente disuguaglianza:

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left( \frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left( \frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

dove:

- $E_i$  campo elettrico alla frequenza  $i$
- $c$   $\frac{87}{i}$  [Vm<sup>-1</sup>] per la *popolazione* ( $i$  espressa in MHz)
- $E_{L,i}$  livello di riferimento come deducibile dalla Figura 4.1

si ha:

$$N \left( \frac{1}{10} \right)^2 + \left( \frac{4}{41} \right)^2 + \left( \frac{3}{28} \right)^2 \leq 1 \Rightarrow \frac{N}{100} + 0.015 + 0.032 \leq 1 \Rightarrow N \leq 95$$

Le ipotesi fatte, dunque, consentono di stabilire che prima di raggiungere il limite stabilito da ICNIRP è necessaria la presenza di 95 diverse installazioni all'interno dell'*area di interesse* di 1 km<sup>2</sup>.

Nel caso di una città come Roma, che all'interno del Grande Raccordo Anulare ha una superficie di circa 360 km<sup>2</sup>, le installazioni necessarie per il singolo sistema di comunicazioni mobili è valutabile essere pari a circa 250-300 unità; tenendo dunque conto che:

- un solo operatore ha la licenza per il sistema TACS;
- gli operatori aventi licenza per GSM 900 sono tre;
- gli operatori aventi licenza per GSM 1800 sono quattro;
- gli operatori aventi licenza per UMTS sono cinque

<sup>1</sup>) Tale ipotesi è necessaria alla luce delle considerazioni effettuate in precedenza circa le installazioni per la radiodiffusione audio e/o video. Essa risulta in ogni caso conservativa perché:

- i livelli totali di fondo elettromagnetico misurabili assumono per lo più valori inferiori a 4 V/m;
- tali livelli misurabili non sono determinati unicamente dalle installazioni per la radiodiffusione.

In via ulteriormente conservativa si farà l'ipotesi che tale valore sia riferito ai 100 MHz, ossia quella avente il limite ICNIRP più stringente per le installazioni di radiodiffusione

si può ricavare che il numero di installazioni che potranno essere presenti a Roma al completamento della realizzazione delle reti di tutti gli operatori sarà inferiore alle 4000 unità totali, con una densità media inferiore alle 11 installazioni per km<sup>2</sup>. Anche ipotizzando una densità tripla nelle zone centrali, si raggiunge un numero di installazioni per km<sup>2</sup> inferiore a 33, che risulta essere ben al di sotto del limite di 95 visto in precedenza e calcolato in ipotesi conservative.

Alla luce di quanto esposto, si può dunque dedurre che il criterio di limitazione preventiva proposto consente di:

- mantenere in tutti i casi un sufficiente margine di sicurezza rispetto ai limiti delle linee guida ICNIRP;
- fissare comunque un valore di soglia per singolo impianto che permette una efficace operatività dello stesso nel contesto in cui viene inserito;
- definire un metodo di rilascio delle autorizzazioni semplice e che consente di ridurre sensibilmente i tempi stessi di rilascio.

#### 4.4. Bibliografia del Capitolo 4

- Commissione delle Comunità europee: "Comunicazione della Commissione sul principio di precauzione", Bruxelles, 2.2.2000 COM(2000) 1 final.
- Atti del seminario su ELF e RF: "Le onde elettromagnetiche: rischi e certezze", San Marino 28-30 marzo 2001, Pubblicazione AIRM n. 33, AIEP Editore.
- C. Minoia, M. Grandolfo, P. Comba, P. Rossi, F. Oleari, "Campi elettromagnetici: un rischio per la salute?", Le Scienze n. 398, ottobre 2001.
- A. Bernardini, "Valutazione previsionale della compatibilità alla normativa di protezione dai campi elettromagnetici delle tipologie standard di siti radio fissi (radio base) per il servizio radiomobile GSM", Rapporto interno del Dipartimento INFOCOM dell'Università di Roma "La Sapienza" (1998 e 1999).
- A. Bernardini, "Sistemi di Telecomunicazione", Roma 1996, Edizioni Ingegneria 2000.
- A. Bernardini, "Lezioni del corso di Comunicazioni con Mezzi Mobili", Roma 2000, Ed. Ingegneria 2000.

## 5. CONCLUSIONI

Quanto esposto nel Capitolo 2 rappresenta una vasta e qualificata rassegna documentale a livello nazionale ed internazionale sulla protezione dalle radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti a radiofrequenza. Da essa, risultano nettamente distinti fra loro gli effetti a breve termine, associati a fenomeni di riscaldamento e definiti *effetti acuti* (o termici), e gli effetti a lungo termine, risultanti da esposizioni a livelli tali da non indurre un aumento apprezzabile della temperatura e per questo motivo definiti *effetti non termici*.

La protezione dai rischi derivanti dagli effetti termici è argomento che è stato ormai largamente studiato e sviscerato; la grandissima mole di studi ha portato alla convinzione che l'approccio suggerito dall'ICNIRP nelle sue linee guida del 1998 sia il documento di maggiore rilevanza scientifica che sia stato pubblicato sull'argomento. L'approccio seguito, infatti, consiste nell'individuazione delle soglie di pericolo per la salute umana, in base alle quali, con l'introduzione di opportuni fattori di protezione, vengono individuati dei livelli di esposizione per differenti gamme di frequenza che costituiscono una sicura protezione per i lavoratori e per la popolazione nella sua globalità.

È doveroso ricordare che, per quanto riguarda i *limiti di base*, espressi principalmente in termini di SAR ovvero di assorbimento di energia da parte dei tessuti, c'è una larghissima convergenza da parte dei vari organismi internazionali sul valore di 0.08 W/kg per la popolazione.

Le differenze riscontrabili, piuttosto, riguardano i *livelli di riferimento*, a causa del fatto che tali livelli vengono ricavati dai limiti di base secondo differenti modelli numerici della risposta dei tessuti corporei ai campi elettromagnetici. Anche nei livelli di riferimento, comunque, non sono riscontrabili scostamenti significativi specialmente nelle bande di frequenza che interessano i sistemi di telecomunicazione.

Gli effetti a lungo termine costituiscono, ad oggi, un argomento sul quale nessun organismo internazionale ha potuto esprimere il proprio giudizio definitivo; fa invece parte delle conclusioni di qualunque studio o rassegna la raccomandazione affinché nuovi studi vengano condotti per cercare di fare maggiore chiarezza sull'argomento.

La natura stessa degli effetti è profondamente differente rispetto a quella degli effetti di tipo termico: in quel caso, infatti, viene individuata una circostanza specifica alla base del danno sanitario, ossia l'aumento di temperatura all'interno dei tessuti corporei conseguente allo sviluppo di calore per l'energia assorbita. Nel caso degli effetti a lungo termine, invece:

- non sono stati ancora individuati con precisione i meccanismi biologici alla base del possibile danno sanitario;
- per la loro natura non deterministica, vanno studiati secondo un approccio statistico che richiede lunghi tempi di studio ed una particolare attenzione nelle modalità di raccolta, manipolazione ed interpretazione dei dati risultanti.

Va osservato che la scienza, per il fondamento di razionalità sul quale si basa, può affermare decisamente solamente la dannosità di un agente o di un composto, ma non può esprimere la propria certezza sul fatto che questo risulti assolutamente innocuo per la salute umana. Tale impostazione si può ben comprendere, ad esempio, nella definizione delle classi di cancerogenicità effettuata dalla IARC, dettagliatamente descritta nel paragrafo 2.2.27.1 ( IARC: List of IARC Evaluations - 2001).

In questo senso, dunque, la comunità scientifica non sarà in grado in un tempo finito di sancire senza dubbio l'assoluta innocuità dei campi elettromagnetici (come di qualunque altro agente) per la salute umana, qualunque sia il livello al quale una persona viene esposta; potrà semmai stabilire, entro un ragionevole arco temporale, che le probabilità che insorgano effetti dannosi per la salute risultano talmente basse da non essere misurabili e quindi distinguibili dallo zero.

Al di fuori del campo delle radiofrequenze, trattate in questo Libro, sono state rilevate evidenze piuttosto modeste di effetti per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici (superiori a 0.4  $\mu$ T), generati dalle linee di distribuzione dell'energia elettrica e quindi nel campo delle frequenze estremamente basse (50/60 Hz); tale scarsità di rilievi ha comportato che tali campi magnetici siano stati inseriti nella classe 2B della IARC, ossia da considerarsi come "possibilmente cancerogeni". Peraltro studi di laboratorio effettuati su animali hanno mostrato la inadeguatezza di dati che dimostrano la cancerogenicità del campo magnetico a 50/60 Hz.

Così come il documento pubblicato dal NRPB britannico nel marzo del 2001, nell'espone le conclusioni di un gruppo di lavoro presieduto da Sir Richard Doll, afferma che l'attuale evidenza epidemiologica non è abbastanza forte da giustificare una netta conclusione che i campi magnetici a 50/60 Hz possano provocare la leucemia nei bambini ed ha concluso ritenendo che non esistono evidenze scientifiche aggiuntive tali da richiedere una variazione dei limiti di esposizione suggeriti dall'ICNIRP, gli stessi raccomandati a livello comunitario nel 1999 per la popolazione.

Per quanto riguarda i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici alle radiofrequenze, invece, si osserva come questi non siano inseriti in nessuna categoria da parte della IARC, anche se è attivo un gruppo di lavoro e si prevede che comunque una classificazione venga operata entro la fine del 2004; è infatti appena il caso di rilevare che è assolutamente ingiustificato e non scientifico estendere i risultati ottenuti per i campi magnetici a 50/60 Hz anche alle gamme a radiofrequenza.

La mancanza di riferimenti attualmente definitivi, a livello scientifico, sugli effetti a lungo termine dell'esposizione ad onde elettromagnetiche a radiofrequenza, mentre da una parte consiglia di approfondire studi e ricerche su eventuali rischi non ancora accertati, dall'altra potrebbe indurre all'applicazione di politiche cautelative.

Non è emerso, nel caso delle radiofrequenze, un elevato grado di incertezza scientifica e pertanto non è applicabile il principio di precauzione, ma, in conformità a quanto indicato dall'OMS, solo una "prudent avoidance".

Per le ragioni esposte nei lavori esaminati nel capitolo 2 pertinenti all'argomento delle politiche cautelative, l'applicazione di quest'ultime non può tradursi nella definizione di altri limiti di sicurezza (rispetto ai limiti ICNIRP) tali da non avere alcuna relazione con i rischi accertati.

L'IEGMP, nel concordare con quanto sopra esposto, dà l'interpretazione, che appare logica e convincente, di quello che può essere, nel caso trattato, un approccio cautelativo: l'adozione dei limiti indicati dall'ICNIRP, unitamente ad una politica che imponga pratiche di progettazione volte alla minimizzazione dei livelli di emissione di apparati e sistemi radianti, nel rispetto di una efficace operatività del servizio di telecomunicazione che devono garantire.

Sull'adozione di ulteriori principi di cautela è intervenuta la stessa Organizzazione Mondiale della Sanità<sup>1</sup>, raccomandando di utilizzare le linee guida internazionali emesse dall'ICNIRP, scoraggiando i governi locali ad

1) Si veda in proposito il paragrafo 2.2.6.

introdurre ulteriori fattori di sicurezza che minerebbero la base scientifica delle linee guida stesse ed auspicando l'instaurazione di un efficace sistema di comunicazione fra il mondo scientifico, i governi, l'industria e la *popolazione* perché possano essere ridotte le paure e le diffidenze mediante un'informazione precisa e veritiera.

Del medesimo parere è il Gruppo di lavoro costituito presso il Ministero della Sanità – Dipartimento della Prevenzione con decreto del 22 settembre 2000 dell'allora Ministro della Sanità prof. Umberto Veronesi, che nella sua relazione conclusiva<sup>1</sup> (pagg. 46, 47) osserva che:

[...] il Gruppo di lavoro ritiene che lo strumento più completo e scientificamente fondato per realizzare l'obiettivo della protezione dagli effetti acuti delle esposizioni a campi elettromagnetici sia costituito dall'adozione di limiti corrispondenti ai livelli di riferimento indicati nelle linee guida redatte dall'ICNIRP. La scelta di adottare quali limiti di esposizione i livelli di riferimento, e non i limiti di base, è da ricollegarsi direttamente al fatto che la recente Legge quadro prende in considerazione solo le grandezze radiometriche, mentre nemmeno menziona quelle di base.

Per quanto riguarda la protezione da possibili effetti a lungo termine associati all'esposizione, appare opportuno fare riferimento al principio cautelativo, che si può definire come l'adozione di una serie di regole finalizzate a trattare rischi non adeguatamente studiati (Kourilsky & Viney 2000).

[...] Proprio il carattere pragmatico ed applicativo del ricorso al principio cautelativo ha portato il Gruppo di lavoro a ritenere che, nell'intervallo di frequenze 0 Hz - 300 GHz, solo in corrispondenza della frequenza di 50 Hz possa delinearsi una politica precauzionale. E' infatti in corrispondenza a questa frequenza che sono disponibili numerosi studi epidemiologici in materia di cancerogenesi.

In sintonia con quanto sopra espresso è il parere del prof. Peter Boyle, Direttore della Divisione di epidemiologia e biostatistica dell'Istituto europeo di oncologia, che ha supervisionato il capitolo 2 del presente Libro Bianco.

Ultimo in ordine cronologico è il documento pubblicato il 27 novembre 2001, sul sito della Commissione europea, dallo Scientific Committee on toxicity, ecotoxicity and the environment (CSTEE) ed intitolato "Opinion on Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF), Radio Frequency Fields (RF) and Microwave Radiation on human health".

In tale documento si osserva che:

Le informazioni aggiuntive di questi ultimi anni, sugli effetti cancerogeni ed altri effetti non termici dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza non giustificano una revisione dei limiti di esposizione stabiliti dalla Commissione sulla base delle conclusioni del 1998 dello Scientific Steering Committee.

[...] Sulla base delle informazioni al momento disponibili, non esiste sufficiente evidenza scientifica, per gli effetti termici e non termici, da giustificare livelli di riferimento alternativi a quelli proposti dalle linee guida ICNIRP ed accolti dalla Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea.

1) Si veda in proposito il paragrafo 2.2.12.

In conclusione, data la sostanziale coincidenza di opinioni tra i vari comitati scientifici/gruppi di lavoro nazionali ed internazionali, nel considerare i livelli di riferimento a radiofrequenza proposti dalle linee guida ICNIRP, come limiti di esposizione ai campi elettromagnetici per le diverse bande di frequenza, sembra necessario che anche l'Italia si allinei alle raccomandazioni del Consiglio dell'Unione europea per quanto riguarda ogni limite di valenza sanitaria.

## APPENDICE 1: VALORI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO IN AREA URBANA PER INSTALLAZIONI TIPICHE DI STAZIONI RADIO BASE

Scopo della presente sezione è quello di valutare il possibile impatto, in termini di campo elettrico, di diverse tipologie di sito per la telefonia cellulare, sulle zone circostanti il sito stesso e comunque accessibili alla popolazione.

Le configurazioni considerate sono quelle che più rispecchiano per tipologia e fattezze gli impianti fino ad oggi realizzati o in fase di progetto; i dettagli tecnici di queste configurazioni sono riportati nel paragrafo AP1.1. Per quanto riguarda il calcolo del campo, in via semplificativa si è utilizzata la formula di valutazione dell'intensità del campo elettrico nello spazio libero:

$$E = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot G}}{d}$$

dove:

- $E$  campo elettrico, espresso in  $[V \cdot m^{-1}]$
- $P$  potenza al connettore d'antenna, espressa in  $[W]$
- $G$  guadagno d'antenna, rispetto ad un'antenna isotropa, in lineare
- $d$  distanza, espressa in  $[m]$

Come sarà più chiaro anche in base alle osservazioni che seguono, questa non vuole essere una riproduzione fedele della situazione reale, bensì un'analisi finalizzata ad una stima di massima dei possibili contributi.

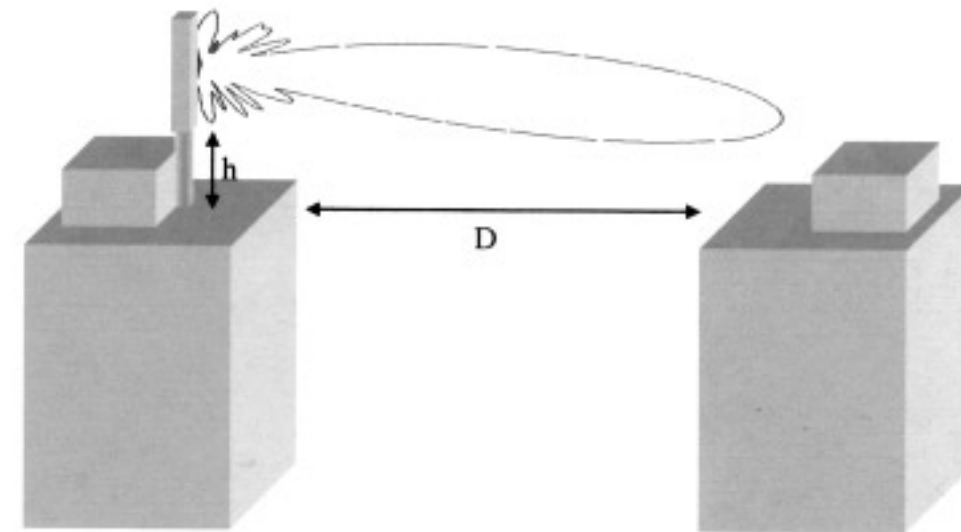
Considerando la pluralità di gestori e di tecnologie operanti nel mercato della telefonia mobile in Italia, è stato necessario differenziare gli impianti secondo i possibili scenari, classificando così gli stessi in base alle tecnologie (TACS, GSM a 900 ed a 1800 MHz, UMTS), ed alle risorse (numero di portanti) disponibili per i vari operatori.

Nel caso in cui le stesse configurazioni di sito siano state impiegate nella realizzazione di impianti di differenti gestori, si è scelto di prendere in considerazione la configurazione di sito più gravosa in termini di impatto elettromagnetico sulle zone di interesse.

Per la scelta dei punti in cui effettuare la stima del campo elettrico si è immaginato di operare in un ambiente ideale costituito da palazzi uguali tra loro in termini di altezza e distanziati l'uno dall'altro secondo uno schema che rispecchiasse quanto più possibile le situazioni critiche presenti nelle città italiane.

A tale scopo è stata presa come riferimento la città di Roma e più in particolare gli ambienti densamente urbanizzati del centro storico, con una distanza tipica ( $D$ ) tra edifici di 10 metri, e gli ambienti periferici con una distanza tipica di 25 metri.

L'aver considerato palazzi uguali tra loro in altezza non pregiudica l'analisi in quanto consente di limitare la variabilità su uno dei parametri di sito, il tilt delle antenne, che assume valori più elevati nel caso di forte dislivello tra l'altezza dell'impianto radiante e quella dei palazzi circostanti.



I valori di campo sono stati calcolati ad una quota di circa 2 metri dal calpestio dei solai circostanti gli impianti presi in considerazione, in modo di valutare il campo ad un'altezza paragonabile a quella d'uomo.

Per la scelta delle antenne si sono prese in considerazione solo quelle di più frequente uso fra vari operatori per la realizzazione degli impianti, così come per le perdite di cavo sono state valutate lunghezze tipiche di circa 20 m. Va sottolineato come, per semplicità di calcolo, tutte le antenne siano state considerate aventi il centro elettrico nello stesso punto e puntate nella stessa direzione. Questa rappresenta sicuramente un'ipotesi peggiorativa rispetto ai casi reali. Il punto di emissione è stato considerato essere posto ad un'altezza pari alla metà della lunghezza dell'antenna.

Si sottolinea, inoltre, che solamente nel sistema TACS si ha trasmissione continua della potenza. Per gli altri sistemi, la percentuale di tempo in cui è trasmessa la potenza totale dipende dal numero di utenti in conversazione in ogni istante nella cella e dal tipo di servizio offerto. Inoltre, al fine di raggiungere l'obiettivo di minimizzare l'interferenza ed il consumo degli apparati, sono utilizzate funzionalità di rete come DTX (trasmissione discontinua per il mobile) e Power Control (controllo di potenza della stazione radio) mirate all'irradiazione della minima potenza sufficiente per l'instaurazione di un collegamento di accettabile qualità. Questo è particolarmente vero nel caso del sistema UMTS, nel quale la risorsa condivisa dai vari utenti è strettamente legata alla potenza che sia questi che la stazione radio base emettono: un utente impegna tante più risorse del sistema (sottraendole agli altri utenti) quanto maggiore è la potenza che deve essere impiegata per le comunicazioni dell'utente stesso.

Per quanto detto sopra i valori calcolati di seguito vanno intesi come una valutazione di caso peggiore; d'altra parte, gli enti preposti al rilascio dei permessi operano sempre in questa ipotesi.

Per il numero di portanti e per le potenze in gioco si è fatto riferimento alle configurazioni di più frequente impiego da parte dei vari gestori di telefonia mobile, prendendo sempre in esame il caso peggiore in termini di potenza trasmessa, laddove i diversi operatori adottano configurazioni differenti per gli stessi sistemi. I dettagli delle assunzioni fatte e delle potenze messe in gioco sono riportate nel paragrafo AP1.1.

Nella tabella seguente si è scelto di lasciare come variabile il parametro che definisce l'altezza della base dell'antenna (h) dalla quota del solaio, questo per sviluppare una casistica che descrivesse la maggior parte delle situazioni reali. Il valore minimo di altezza (h pari a 3 m), è dettato da considerazioni puramente pratiche valide per la città di Roma dove, nel centro storico, l'ottenimento dei permessi per la costruzione del sito è di fatto vincolato a base antenna di 3 m.

In considerazione dell'ipotesi iniziale di operare in un ambiente ideale con palazzi di pari altezza, si è scelta una configurazione di sito con un tilt complessivo di 2 gradi.

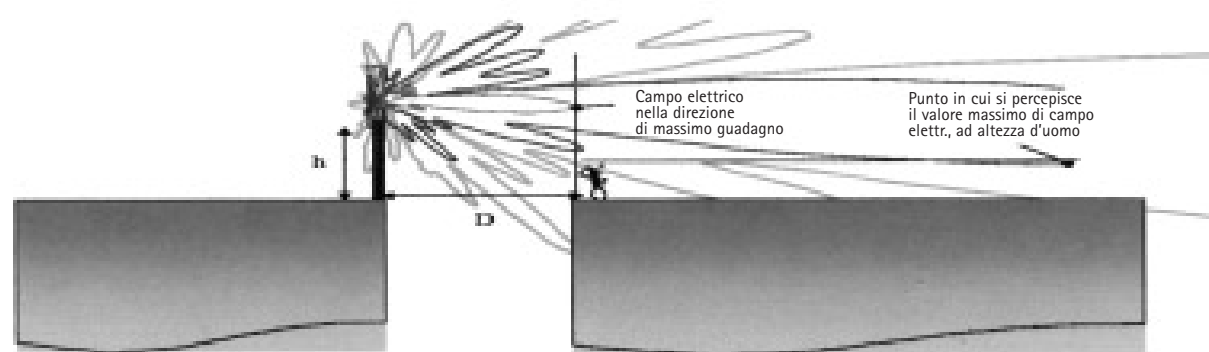
Tale scelta corrisponde ad una situazione in cui il primo ostacolo, lungo la direzione di massimo guadagno delle antenne, si trovi ad una distanza che varia dai 100 ai 200 metri.

**TABELLA A1:**  
VALORI DEL CAMPO ELETTRICO [ $V\ m^{-1}$ ]

Configurazioni	h = 3 m		h = 5 m		h = 7 m	
	D = 10 m	D = 25 m	D = 10 m	D = 25 m	D = 10 m	D = 25 m
TACS	5.4	7.7	1.3	3.2	1.6	1.3
GSM 900	5	7.1	1.2	2.9	1.4	1.2
GSM 1800	3.5	8.0	1.8	2.5	1.3	2.0
UMTS	2.7	6.2	1.4	1.9	1.0	1.6
GSM 900 + GSM 1800	5.1	9.2	1.9	3.3	1.6	2.1
GSM 1800 + UMTS	4.0	9.1	2.1	2.8	1.5	2.3
GSM 900 + GSM 1800 + UMTS	6.1	10.9	3.2	3.9	2.0	2.5
TACS + GSM 900 + GSM 1800 + UMTS	7.2	12.0	2.4	4.5	2.2	2.6
UMTS (2 OPERATORI)	3.8	8.8	2.0	2.7	1.4	2.3
UMTS (3 OPERATORI)	4.7	10.7	2.4	3.3	1.7	2.8
UMTS (4 OPERATORI)	5.4	12.4	2.8	3.8	2.0	3.2
UMTS (5 OPERATORI)	6.0	13.9	3.1	4.2	2.2	3.6

Si noti come l'avanzamento tecnologico abbia permesso di ottenere valori di campo elettrico sempre più bassi, fino a giungere al sistema UMTS che presenta livelli complessivamente inferiori rispetto a quelli del TACS.

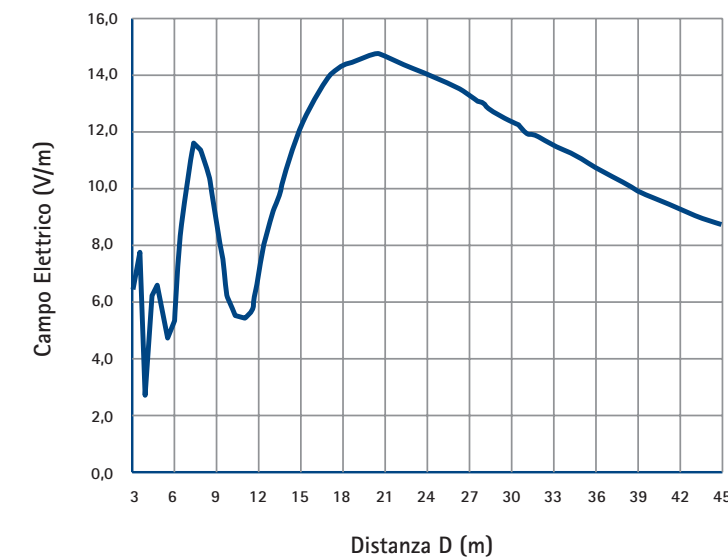
Come si può facilmente osservare i valori del campo elettrico risultano generalmente più bassi a distanze inferiori. Tale fenomeno dipende dal fatto che le antenne non irradiano ugualmente in tutte le direzioni, ed in particolare non sono progettate per irradiare eccessivamente al di sotto dell'antenna. Un uomo che si trovi dunque a distanza D pari a 10 metri può intercettare linee isocampo di valore inferiore ad uno che si trovi a distanze superiori, se quest'ultimo si trova in prossimità del lobo principale di radiazione dell'antenna. Tale situazione viene rappresentata graficamente nella figura seguente.



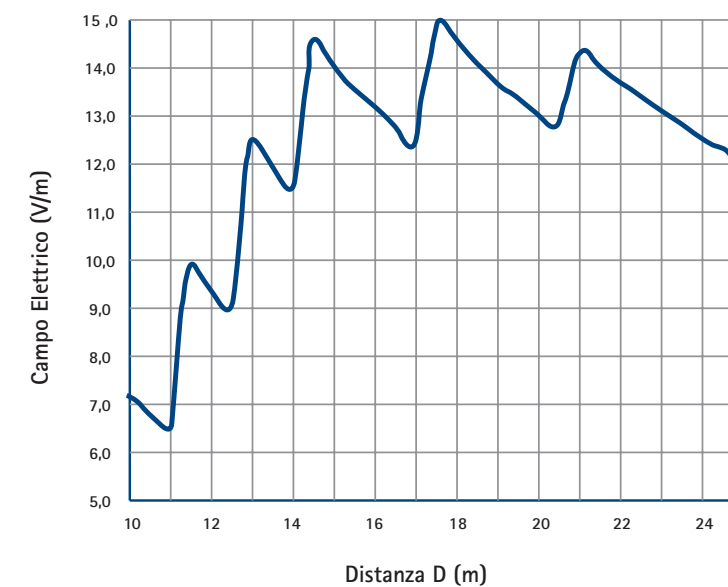
Si è dunque ricercato tale valore di massimo per i casi peggiori riscontrati in Tabella A1, ossia per la configurazione in cui sono presenti tutti e quattro i sistemi e quello di collocazione di cinque operatori UMTS, entrambe nel caso di installazione ad un'altezza pari a 3 metri. La scelta dei due casi è motivata dal fatto che nel primo si ha l'utilizzo di due tipi di antenne, mentre nel secondo di un tipo solamente.

I risultati sono riportati nei grafici che seguono (si noti che le scale orizzontali sono differenti per meglio mostrare l'andamento del campo con la distanza). Sebbene i sistemi UMTS diano contributi maggiori alle distanze di 10 metri e di 25 metri scelte in precedenza, globalmente il valore massimo del campo è pari a  $14.6\ [V\ m^{-1}]$  a 20 metri di distanza, contro i  $15\ [V\ m^{-1}]$  ad una distanza di circa 17.5 metri data dal sistema completamente misto. L'andamento più rastremato del secondo caso è dovuto ai contributi dei lobi secondari delle due diverse antenne in gioco.

**FIGURA A1:**  
ANDAMENTO DEL CAMPO ELETTRICO CON LA DISTANZA NEL CASO UMTS CON 5 OPERATORI COLOCATI



**FIGURA A2:**  
ANDAMENTO DEL CAMPO ELETTRICO CON LA DISTANZA NEL CASO TACS + GSM 900 + GSM 1800 + UMTS



In conclusione è bene ricordare che i valori indicati non tengono in considerazione i contributi derivanti da altre sorgenti presenti sul territorio (come quelli derivanti da altri siti di telefonia mobile nelle vicinanze o da trasmettitori radio AM, FM o televisivi), costituenti il cosiddetto fondo elettromagnetico. I valori del livello di fondo che si riscontrano in realtà, con l'eccezione di alcune situazioni particolari nelle vicinanze di potenti trasmettitori radio-televisivi, mediamente non superano  $4 \text{ Vm}^{-1}$ ; questi sono valori che, se anche considerati, non vanno ad aumentare significativamente i valori massimi riportati in tabella. Considerando poi che tali valori rappresentano già un caso peggiore, si può correttamente trascurare la presenza del livello di fondo, nel senso che non risultano significativamente modificati i calcoli effettuati.

#### AP1.1: DATI TECNICI PER LA VALUTAZIONE DEI SITI TIPICI

I vari operatori utilizzano approcci differenti alla pianificazione di rete, mediante l'impiego di potenze ed apparati di combinazione diversi. Nonostante ciò, comunque, i livelli di potenza all'ingresso del sistema di antenna sono usualmente piuttosto simili e tali da poter prendere alcuni casi tipici come ampiamente rappresentativi di tutti gli altri.

Con "Potenza all'antenna" si intende la potenza valutata al connettore d'antenna.

##### AP1.1.1. Sistemi singoli

I dati utilizzati per il calcolo dei livelli di campo generati da ciascun singolo sistema sono riportati nella tabella seguente.

	Potenza per portante [dBm]	Numero di portanti	Attenuazioni [dB]	Potenza all'antenna [W]	Note
TACS	40	8	3	40.1	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-623 (guadagno: 17 dB)
GSM 900	41	6	3.5	33.7	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-623 (guadagno: 17 dB)
GSM 1800	40	6	3.5	26.8	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)
UMTS	43	2	3.9	16.3	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)

##### AP1.1.2. Configurazioni composite

Nei paragrafi che seguono vengono indicati i valori utilizzati nelle varie configurazioni miste di collocazione degli apparati.

###### GSM 900 E GSM 1800

	Potenza per portante [dBm]	Numero di portanti	Attenuazioni [dB]	Potenza all'antenna [W]	Note
GSM 900	41	6	5.5	21.3	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-623 (guadagno: 17 dB)
GSM 1800	43	4	5.5	22.5	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)

###### GSM 1800 E UMTS

	Potenza per portante [dBm]	Numero di portanti	Attenuazioni [dB]	Potenza all'antenna [W]	Note
GSM 1800	40	6	4.5	21.3	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)
UMTS	43	2	4.7	13.5	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)

###### GSM 900 E GSM 1800 E UMTS

	Potenza per portante [dBm]	Numero di portanti	Attenuazioni [dB]	Potenza all'antenna [W]	Note
GSM 900	41	6	3.7	32.2	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-623 (guadagno: 17 dB)
GSM 1800	40	4	4.5	14.2	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)
UMTS	43	2	4.1	15.5	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)

TACS E GSM 900 E GSM 1800 E UMTS

	Potenza per portante [dBm]	Numero di portanti	Attenuazioni [dB]	Potenza all'antenna [W]	Note
TACS	40	8	3	40.1	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-623 (guadagno: 17 dB)
GSM 900	41	4	5.5	14.2	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-623 (guadagno: 17 dB)
GSM 1800	43	2	5.5	11.2	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)
UMTS	43	2	4.0	15.9	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)

UMTS DI PIÙ OPERATORI

Si suppone che tutti gli operatori collocati abbiano la medesima configurazione in termini di potenza e di attenuazioni.

	Potenza per portante [dBm]	Numero di portanti	Attenuazioni [dB]	Potenza all'antenna [W]	Note
UMTS (2)	43	4	3.9	32.5	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)
UMTS (3)	43	6	3.9	48.8	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)
UMTS (4)	43	8	3.9	65.0	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)
UMTS (5)	43	10	3.9	81.3	Antenna con caratteristiche radianti tipo KATHREIN 739-495 (guadagno: 18 dB)

APPENDICE 2: SUDDIVISIONE DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO

Spettro di frequenze	Definizione	Principali Applicazioni
0 Hz	Campi statici	Risonanza magnetica Elettrolisi Treni a levitazione magnetica
fino a 300 Hz	Frequenze estremamente basse (ELF)	Elettrodotti Elettrodomestici Videoterminali Linee elettriche Treni per trasporto pubblico
300 Hz ÷ 30 kHz	Frequenze molto basse (VLF)	Radionavigazione e trasmissioni marittime Metal Detector Magnetoterapia Linee telefoniche
30 kHz ÷ 300 GHz	Radiofrequenze (LF; MF; HF; VHF; UHF; SHF; EHF)	Radionavigazione Sistemi cordless Collegamenti punto multipunto Sistemi WLAN Reti radiomobili private Radioastronomia Riscaldamento ad induzione Saldatura ed incollaggio Radioamatori Marconiterapia Radiodiffusione audio e video Radiotelefonie cellulare Ponti radio terrestri e satellitari Forni a microonde Radarterapia Telemetria Impianti radar
300 GHz ÷ $3 \cdot 10^{14}$ Hz	Infrarosso	Telecomandi Sorgenti termiche
$3 \cdot 10^{14}$ Hz ÷ $8 \cdot 10^{14}$ Hz	Visibile	Lampade Laser
$8 \cdot 10^{14}$ Hz ÷ $3 \cdot 10^{17}$ Hz	Ultravioletti	Sterilizzazione
$3 \cdot 10^{17}$ Hz ÷ $5 \cdot 10^{19}$ Hz	Raggi X	Radiochimica Medicina
$5 \cdot 10^{19}$ Hz ÷ $10^{25}$ Hz	Raggi $\gamma$ (gamma)	

Hz hertz, unità di misura della frequenza

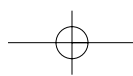
kHz  $10^3$  Hz

GHz  $10^9$  Hz

## APPENDICE 3: ACRONIMI

3G	3° Generazione radiomobile
ACA	Australian Communications Authority
AGNIR	Advisory Group on Non-Ionizing Radiation
AIRM	Associazione Italiana di Radioprotezione Medica
AM	Amplitude Modulation
ANPA	Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
ANSI	American National Standard Institute
ARPANSA	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency
BMA	British Medical Association
CE	Commissione Europea
CH	Switzerland
CMC	Communications and Multimedia Commission
COMAR	COMmittee on Man And Radiation
DH	Department of Health
DM	Decreto Ministeriale
DTI	Department of Trade and Industry
DTX	Discontinuous Transmission
EC	European Committee
EHF	Extra High Frequency
ELF	Extremely Low Frequency
EMF	Electro-Magnetic Field
EMR	ElectroMagnetic Radiation
FCC	Federal Communications Commission
FDA	Food and Drug Administration
FM	Frequency Modulation
GAO	General Accounting Office
GSM	Global System for Mobile communications
GU	Gazzetta Ufficiale
HF	High Frequency
HSA	Health Sciences Authority (Singapore)
IARC	International Agency for Research on Cancer
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
ICP	Instituto das Comunicacoes de Portugal
IE	Ireland
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers

IEGMP	Independent Expert Group on Mobile Phones
IEMF	International EMF project
INIRC	International Non-Ionizing Radiation Committee
INT	INTernazionale
IRPA	International Radiation Protection Association
ISBN	International Standard Book Number
ISPESL	Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro
ISS	Istituto Superiore di Sanità
IT	ITalia
LAN	Local Area Network
LF	Low Frequency
MCT	Ministerio de Ciencia y Tecnologia
MF	Medium Frequency
MMF	Mobile Manufacturer Forum
MRC	Medical Research Council
MSC	Ministerio de Sanidad y Consumo
NCRP	National Council on Radiation Protection and measurement
NIH	National Institute of Health
NRPB	National Radiological Protection Board
ODTR	Office of the Director of Telecommunications Regulations
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità
ORNI	Ordinanza sulla protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti
PT	PorTogallo
RA	Radiocommunications Agency
RF	Radio Frequenza
RHC	Radiation Health Committee
RI	Radiazioni Ionizzanti
RNI	Radiazioni Non Ionizzanti
RSC	Royal Society of Canada
SAR	Specific Absorption Rate
SC6	Safety Code 6
SHF	Super High Frequency
SRB	Stazione Radio Base
STOA	Scientific and Technological Options Assessment
TACS	Total Access Communication System
TV	TeleVisione
UE	Unione Europea
UFAFP	Ufficio Federale dell'Ambiente, delle Foreste e del Paesaggio



UFCOM	Ufficio Federale delle COMunicazioni
UHF	Ultra High Frequency
UK	United Kingdom
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
US	United States
USA	United States of America
VHF	Very High Fequency
VLF	Very Low Frequency
WHO	World Health Organisation
WLAN	Wireless Local Area Network

