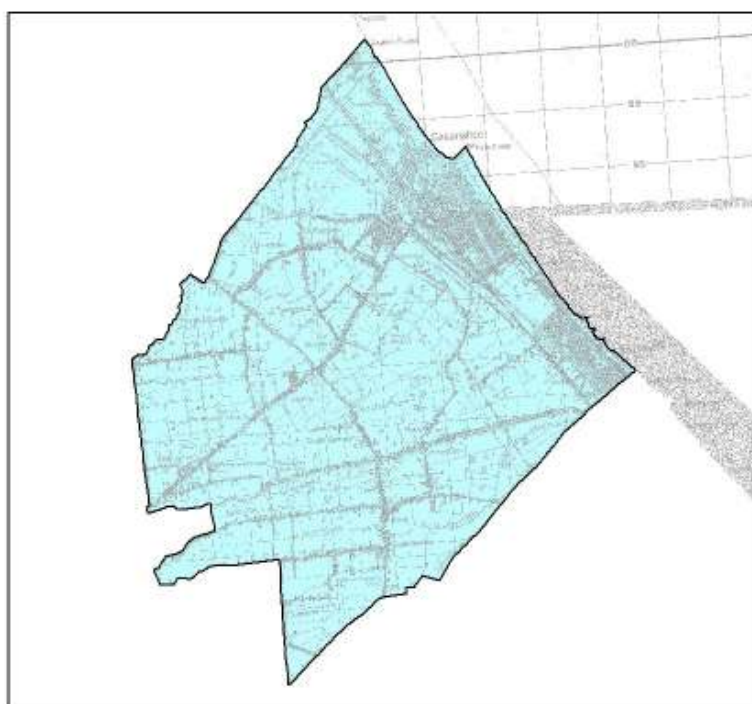


CAMPAGNA DI MISURA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI A RADIOFREQUENZA

- COMUNE DI CESENATICO -



RELAZIONE 2011

GRUPPO DI PROGETTO

Dott.ssa S. Balistreri
Dott.ssa C. Ceccarelli
D.U. A. Maroncelli
P.I. G. Graziosi
P.I. R. Mingarini
P.I. M. Starnini

DIRETTORE DI SEZIONE

Dott. L. Vicari

ARPA - Sezione Provinciale di Forlì-Cesena
Forlì, Maggio 2012



Revisione
n. 00/12

PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE STAZIONI RADIO BASE PER LA TELEFONIA MOBILE - CONVENZIONE Comune di Cesenatico - ARPA Sezione Provinciale di Forlì - Cesena
Determina n° 242 del 11/05/2009

Sommario

1. INTRODUZIONE	2
1.1 INQUADRAMENTO GENERALE	2
1.2 ASPETTI TECNICI	3
1.3 EFFETTI SANITARI	5
1.4 INQUADRAMENTO NORMATIVO	9
1.5 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI	14
<i>1.5.1 Sistemi Per Telefonia Mobile</i>	14
<i>1.5.2 Ponti Radio</i>	17
<i>1.5.3 Trasmettitori Radio-TV</i>	18
2. PUNTI DI MISURA E RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI	20
2.1 METODOLOGIA DI MISURA	22
2.2 PROCEDURE DI MISURA	24
<i>2.2.1 Misure in tempi brevi</i>	25
<i>2.2.2 Misure in continuo</i>	26
3. STRUMENTAZIONE	28
4. COMMENTI SUI RISULTATI DELLE MISURE BREVI ANNI 2011-2012	29
5. COMMENTI SUI RISULTATI DELLE MISURE IN CONTINUO ANNI 2011-2012	36
6. CONCLUSIONI	42
7. BIBLIOGRAFIA	45

1. INTRODUZIONE

1.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Negli ultimi anni è aumentata l'attenzione verso la qualità dell'ambiente in relazione all'evolversi di tecnologie emittenti radiazioni elettromagnetiche.

Informazioni scientifiche, non ancora esaustive, sui possibili effetti sulla salute di queste emissioni invisibili hanno sensibilizzato l'opinione pubblica; questo ha prodotto l'approfondimento di indagini sul campo per verificare la consistenza effettiva delle emissioni e l'avvio di ricerche scientifiche per accertare le reali conseguenze sanitarie.

Nel territorio di Cesenatico, come ovunque, sono presenti da tempo numerosi impianti fissi per le radiocomunicazioni (impianti per l'emittenza radiotelevisiva e stazioni radio base per la telefonia mobile).

Nell'ambito di questo protocollo, nell'intento di valutare l'effettivo livello di radiazione elettromagnetica ambientale, il Comune di Cesenatico ha affidato ad Arpa l'attuazione di un Programma di monitoraggio dei campi elettromagnetici per il triennio 2009-2011. Il programma riguarda il controllo di tutte le installazioni in esercizio e la predisposizione di reports periodici.

Tra gli obiettivi del presente lavoro rientra pienamente la promozione di una adeguata e corretta informazione ai cittadini da parte delle istituzioni pubbliche, attraverso la realizzazione di specifiche campagne di informazione, la costituzione di una banca dati con l'archivio dei gestori, la predisposizione della mappa con l'ubicazione degli impianti, dei punti di monitoraggio, dei punti di misura, aggiornata al 31 dicembre dell'anno precedente in formato shapes files (utilizzabile dal software GIS Arcview). Parte di queste informazioni (foto e posizione dell'impianto, i risultati di tutti i monitoraggi eseguiti, ecc.) sono resi disponibili anche sul sito web: www.arpa.emr.it/cem che viene aggiornato con continuità.

Nelle pagine che seguono vengono riportati i risultati delle campagne di misura effettuate nel corso degli anni 2011-2012 sul territorio del Comune di Cesenatico; i risultati dei controlli sugli impianti sono presentati con schede di sintesi e fotografie.

1.2 ASPETTI TECNICI

Lo spettro elettromagnetico è costituito da molteplici tipologie di radiazioni originate da diverse sorgenti.

Queste radiazioni, pur essendo molto diverse relativamente a origine, proprietà, e modo di osservazione, presentano quali caratteristiche comuni la proprietà di essere descritte in termini di campi elettrici e magnetici e la medesima velocità di propagazione nel vuoto.

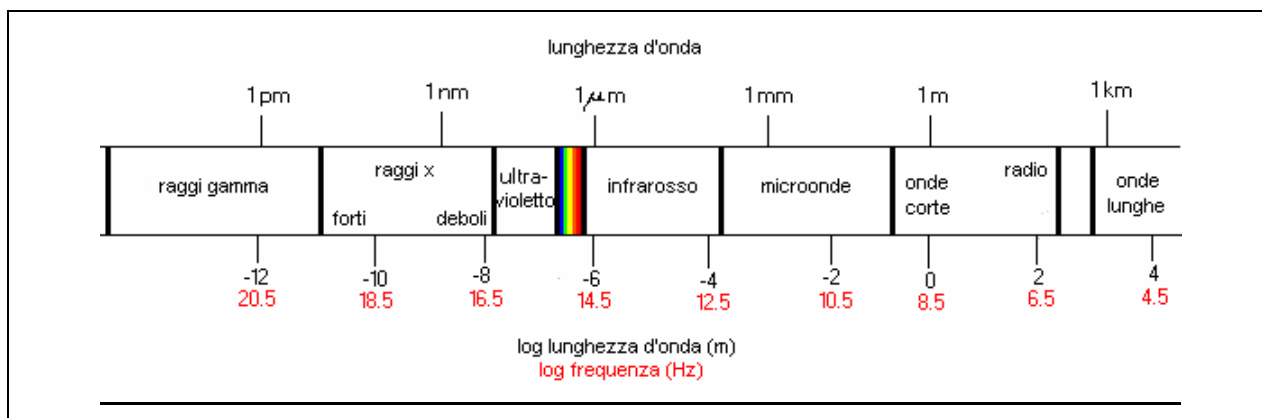
La caratteristica fondamentale che le distingue e ne determina le diverse proprietà è la **FREQUENZA**, misurata in Hertz (Hz), che rappresenta il numero di oscillazioni effettuate dall'onda nell'unità di tempo.

Strettamente connessa alla frequenza è la **LUNGHEZZA D'ONDA**, uguale al suo reciproco, che rappresenta la distanza percorsa dalla radiazione nel periodo di una oscillazione e corrisponde alla distanza tra due massimi o due minimi dell'onda.

La classificazione delle onde elettromagnetiche, sulla base della frequenza, o della lunghezza d'onda, viene indicata col nome di **SPETTRO ELETTROMAGNETICO**.

I nomi assegnati alle varie regioni dello spettro (figura 1) hanno a che vedere solo con i diversi modi di generare ed osservare le radiazioni dello spettro elettromagnetico stesso e non dipendono da alcuna proprietà fondamentale dell'onda.

Figura 1: Spettro elettromagnetico



Le diverse modalità di interazione con i sistemi biologici e gli effetti potenzialmente derivabili sono strettamente dipendenti dalla frequenza del campo; i riferimenti normativi riguardanti la tutela dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori devono differenziarsi

di conseguenza a seconda del range di frequenza considerato e pertanto risultano essere molteplici.

Le Radiazioni che vengono denominate Non Ionizzanti (NIR) costituiscono quella parte dello spettro elettromagnetico che va da 0 a $3 \cdot 10^6$ GHz, caratterizzato dai sottointervalli indicati convenzionalmente come:

Campi Statici e Frequenze Estremamente Basse (ELF)	0 Hz	-	30 KHz
Basse Frequenze (LF)	30 KHz	-	300 KHz
Radio Frequenze (RF)	300 KHz	-	300 MHz
Microonde (MW)	300 MHz	-	300 GHz
Radiazione Ottica (IR – VIS – UV)	300 GHz	-	$3 \cdot 10^6$ GHz

I campi statici sono principalmente utilizzati nell'industria e nel settore medico (Risonanza Magnetica) e pertanto l'esposizione riguarda soprattutto i lavoratori addetti.

Le radiazioni a basse frequenze, dette **ELF**, si originano nel trasporto, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti, sottostazioni, etc.) e da tutte quelle apparecchiature domestiche o industriali alimentate a 50 Hz.

Relativamente all'ambiente il maggior impatto deriva dalle linee di trasmissione ad alta tensione, utilizzate per il trasporto dell'energia elettrica a grandi distanze; l'entità dei campi elettromagnetici è maggiore al di sotto delle linee stesse e decresce rapidamente con la distanza.

Dal punto di vista dell'esposizione sono importanti gli impianti a bassa tensione presenti in ambienti di vita e di lavoro che generano campi di entità non trascurabile e che coinvolgono, per tempi anche prolungati, un notevole numero di individui.

Le radiazioni attinenti il lavoro in oggetto sono rappresentate dalle **radiofrequenze** e **dalle microonde**; la cui presenza nell'ambiente esterno è dovuta soprattutto agli impianti radiotelevisivi, ai ponti radio ed alle stazioni radio base per telefonia mobile.

1.3 EFFETTI SANITARI

Gli effetti dei campi elettromagnetici sugli organismi viventi e sull'organismo umano in particolare sono oggetto di intensa ricerca da diversi decenni. La letteratura scientifica annovera diverse migliaia di lavori relativi a tutte gli aspetti di una problematica estremamente complessa:

- analisi delle sorgenti,
- valutazione delle esposizioni,
- meccanismi fisici di interazione,
- studi di laboratorio in vitro e in vivo,
- indagini epidemiologiche.

Ogni singolo individuo risulta esposto, sia in casa sia sul posto di lavoro, ad una complessa miscela di deboli campi elettrici e magnetici generati dal trasporto di elettricità, da elettrodomestici, da apparati industriali, da impianti per telecomunicazione ed emittenza radiotelevisiva.

Gli effetti dei campi elettromagnetici sul corpo umano dipendono non solo dalla loro intensità, ma anche dalla loro frequenza. Porre la distinzione fra emissioni in "bassa o alta frequenza" è essenziale, in quanto diversi sono i meccanismi di interazione con la materia vivente; a frequenze basse i campi magnetici inducono correnti elettriche, mentre a frequenze alte risulta importante la trasformazione dell'energia elettromagnetica in calore. L'intensità delle correnti prodotte dipende dall'intensità del campo magnetico esterno, se questo risulta sufficientemente elevato, tali correnti possono provocare la stimolazione di nervi e muscoli o influenzare altri processi biologici.

Gli effetti dovuti all'esposizione a radiofrequenze, presi in considerazione dalla ricerca scientifica, sono classificati in due categorie principali:

- Effetti immediati, termici o acuti
- Effetti a lungo termine o non termici

Gli **Effetti termici** o **acuti**, indotti dall'interazione tra campi elettromagnetici molto intensi e sistemi biologici, sono ben documentati e compresi:

l'energia elettromagnetica si trasforma in calore, la quantità di calore prodotta dipende dalle caratteristiche del materiale biologico attraversato, dalla frequenza e intensità del campo, dalla durata dell'esposizione, dal contenuto in acqua dei tessuti irradiati. Questo assorbimento di energia provoca un innalzamento della temperatura corporea generale

o locale che può portare anche ad ustioni della pelle; questo si verifica in seguito ad esposizioni "acute", a livelli di intensità di campo elettromagnetico non riscontrabili nella vita quotidiana (per esempio nelle immediate vicinanze di un radar di potenza).

Gli effetti di riscaldamento delle radioonde costituiscono la base su cui si fondano le linee guida del ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection), gruppo indipendente di esperti, ufficialmente riconosciuto dall'OMS, creato per valutare lo stato delle conoscenze sugli effetti delle radiazioni non ionizzanti sulla salute, per fornire indicazioni sui limiti di esposizione e su altre misure di protezione. I membri della Commissione sono scelti in base ad una riconosciuta esperienza, relativamente alle radiazioni non ionizzanti, nel campo della radioprotezione, della fisica, della biofisica e della fisica sanitaria, della medicina e dell'epidemiologia.

Le linee guida dell'ICNIRP sono state adottate come norme nazionali da numerosi governi nazionali; l'Unione Europea ha emanato una raccomandazione per la protezione del pubblico e una direttiva per la protezione dei lavoratori, entrambe basate sulle raccomandazioni dell'ICNIRP (Fonte: Istituto Superiore di Sanità).

Gli **Effetti non termici** sono legati ad esposizioni a lungo termine, che si manifesterebbero anche al di sotto dei livelli di soglia necessari a provocare il riscaldamento corporeo:

a tutt'oggi non è stata fornita conferma di alcun effetto nocivo dovuto a esposizioni a lungo termine a bassi livelli di campi elettromagnetici a radiofrequenza [OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) - Promemoria n°183 del Progetto Internazionale CEM "CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA - Effetti sanitari dei campi a radiofrequenze" Revisione Maggio 1998].

Sulla base di una recente ed approfondita rassegna della letteratura scientifica, ***l'OMS ha concluso che le evidenze attuali non provano che l'esposizione a bassi livelli di campi elettromagnetici abbia alcuna conseguenza sulla salute.***

Esistono comunque alcune lacune nelle conoscenze sugli effetti biologici, che richiedono ulteriori ricerche.

L'OMS ha avviato nel 1996 un Progetto Internazionale CEM (campi elettromagnetici), che esplicitamente prevede tra le sue attività la revisione critica della letteratura scientifica sugli effetti biologici dell'esposizione a campi elettromagnetici.

Nell'ambito del progetto, l'OMS cura anche la pubblicazione di note informative (*fact sheets*) sui diversi aspetti delle problematiche connesse ai campi elettromagnetici; queste note, regolarmente tradotte in Italiano a cura dell'Istituto Superiore di Sanità, sotto il titolo di "Promemoria", sono disponibili al pubblico anche sulla rete Internet (vedi bibliografia).

[OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) - Progetto Internazionale CEM "CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA: Promemoria n°193 - "I telefoni mobili e le loro Stazioni Radio Base" Revisione Giugno 2000; Promemoria n°304 - "Stazioni radio base e tecnologia senza fili (wireless)" del 17 Maggio 2006].

Inoltre nel 2004 la Direzione Generale per la sanità e protezione dei consumatori della Commissione europea ha istituito lo **SCENIHR** (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, anche CSRSEN in francese), un comitato scientifico che si occupa della valutazione dei nuovi e futuri rischi per la salute, quali ad esempio nanoparticelle, campi elettromagnetici ecc.

Al Comitato è richiesto, all'interno del suo mandato, di sorvegliare continuamente i nuovi dati e conoscenze che potrebbero influenzare la valutazione di rischi per la salute umana, nonché produrre aggiornamenti regolari sulla base di elementi comprovati scientificamente. Il 19 gennaio 2009 il Comitato scientifico ha disposto un aggiornamento del rapporto pubblicato nel 2007, dal titolo "Possibili effetti dei campi elettromagnetici (CEM) sulla salute umana", disponibile sul sito della Commissione Europea (vedi bibliografia).

All'interno del 'World Cancer Report 2008' prodotto dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC, International Agency for Research on Cancer) è possibile consultare il capitolo 12.2 dedicato alla radiazione elettromagnetica ed aggiornato alle recenti conclusioni della comunità scientifica internazionale relativamente agli aspetti sanitari della popolazione esposta.

Da sottolineare che nel 2010 sono stati resi noti gli esiti del più grande studio epidemiologico condotto finora: l'uso del telefono cellulare non risulta legato allo sviluppo di tumori cerebrali (International Journal of Epidemiology)

Lo studio Interphone, promosso e coordinato dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), è stato realizzato tra il 2000 e il 2004 in 13 Paesi, tra i quali l'Italia. La direzione dello studio italiano è stata affidata all'Istituto Superiore di Sanità.

Interphone è uno studio caso-controllo basato su interviste, finalizzato a valutare la relazione tra uso del telefono cellulare e rischio di tumori cerebrali (gliomi e meningiomi) e di alcune altre neoplasie (neurinomi del nervo acustico e tumori delle ghiandole salivari).

Sono state intervistate oltre 10.700 persone, tra i 30 e i 59 anni di età (2.708 casi di glioma, 2.409 casi di meningioma e 5.634 "controlli" non affetti da tumore cerebrale). Ai partecipanti è stato chiesto se avessero mai usato un telefono cellulare, quando avevano iniziato, quante volte al giorno lo utilizzavano e quanto tempo duravano le telefonate. Interphone è stato progettato con rigore e coordinato in modo efficiente; si sono adottate

procedure uniformi nell'accertamento dei casi, nella selezione dei controlli e nelle interviste, basate su uno stesso questionario computerizzato, tradotto in otto lingue diverse. Ma l'aspetto più innovativo di Interphone consiste negli sforzi dedicati a verificare l'affidabilità del ricordo d'uso del telefono tra gli intervistati. Le informazioni sull'uso del cellulare raccolte attraverso le interviste, ad esempio, sono state confrontate con i dati di traffico telefonico registrato dagli operatori di rete in un campione di casi e controlli a cui era stato richiesto il consenso alla verifica.

Né per il glioma, né per il meningioma, si sono osservati incrementi di rischio in relazione alla durata dell'uso del cellulare, neppure tra gli utilizzatori a lungo termine (10 o più anni). Inoltre, non è stata rilevata alcuna tendenza all'aumento del rischio di tumore cerebrale all'aumentare del numero totale di chiamate e neppure all'aumentare delle ore cumulative d'uso.

Nell'insieme, lo studio non ha rilevato alcun incremento del rischio di tumori cerebrali legato all'uso dei telefoni mobili. Si tratta di un risultato particolarmente solido sia perché le dimensioni dello studio assicurano margini di errore davvero ridotti, sia perché l'omogeneità dei risultati ottenuti in tanti Paesi diversi contribuisce a rafforzarne la credibilità.

Le osservazioni, inoltre, sono coerenti con i risultati degli esperimenti in laboratorio che non hanno finora dimostrato che i campi elettromagnetici a radiofrequenza usati nella telefonia cellulare abbiano effetti cancerogeni.

Interphone non ha rilevato alcun incremento del rischio di tumore cerebrale tra chi aveva iniziato ad usare il telefono cellulare 10-12 anni prima: si tratta di un'informazione rilevante, che prima di oggi non si aveva.

La ricerca prosegue in varie direzioni: dalla sorveglianza dell'incidenza di tumori cerebrali nella popolazione, a studi caso/controllo su tumori cerebrali e telefoni cellulari nei bambini, a studi prospettici di coorti di utilizzatori

1.4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Al variare della frequenza dei campi elettromagnetici cambiano i rischi potenziali per la salute e quindi anche i corrispondenti limiti di esposizione. Gli organismi internazionali e nazionali, che hanno il compito della protezione della salute e dell'ambiente, hanno sviluppato ricerche che poi hanno consentito l'elaborazione di una serie di raccomandazioni e normative. La maggior parte delle normative nazionali è basata sulle linee guida elaborate dal ICNIRP, periodicamente riviste ed aggiornate (*"Dichiarazione ICNIRP sulle "Linee guida per la limitazione della esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo e a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)"* 2009).

Una delle norme di riferimento a livello europeo è la raccomandazione n° 519 (1999/519/CE) del 12 luglio 1999, relativa alla "Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz"(Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee 30 luglio 1999 n. L 199). Di tale raccomandazione si riporta la tabella relativa ai livelli di riferimento. (f = frequenza. Espressa nell'unità di misura di riga).

Tabella 1

Livelli di riferimento per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz -300 GHz, valori efficaci (rms) non perturbati)				
Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Intensità di campo di induzione magnetica B (μT)	Densità di potenza ad onda piana equivalente S_{eq} (W/m ²)
0 - 1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-
1 - 8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8 - 25 Hz	10.000	$4.000 / f$	$5.000 / f$	-
0,025 - 0,8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-
0,8 - 3 kHz	$250 / f$	5	6,25	-
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 - 1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-
1 - 10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 - 2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	f/200
2 - 3.000 GHz	61	0,16	0,20	10

In materia di elettromagnetismo, la **normativa nazionale** vigente risulta particolarmente restrittiva:

1. Legge 36/01 "Legge Quadro sulla protezione dalle esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici": in particolare, l'art. 4 comma 2 della LQ 36/01 demanda la definizione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e obiettivi di qualità all'emanazione di due decreti applicativi:
 - il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (G.U. n. 199 del 28/08/2003) "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100KHz 300GHz*".
 - il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (G.U. n. 200 del 29/08/2003) "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generate dagli elettrodotti*".
2. Decreto del 29.05.08 "*Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica*", utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità.
3. Decreto del 29.05.08 "*Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*".

Le disposizioni del D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (G.U. n. 199 del 28/08/2003) fissano nelle tabelle dell'allegato B del decreto, i *limiti di esposizione, i valori di attenzione* per la prevenzione degli effetti a breve termine e dei possibili effetti a lungo termine nella popolazione dovuti alla esposizione ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Il decreto fissa inoltre gli *obiettivi di qualità*, ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi medesimi e l'individuazione delle tecniche di misurazione dei livelli di esposizione. Tali limiti, valori e obiettivi non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali oppure per esposizioni a scopo diagnostico o terapeutico.

Nel caso di esposizione ad impianti che generano campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz, non devono essere superati i limiti di esposizione pari a **20 V/m** per il campo elettrico. A titolo di misura di cautela, per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai campi generati alle suddette frequenze, all'interno di edifici adibiti a

permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari, si assumono i valori di attenzione pari a **6 V/m** per il campo elettrico. Ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi elettromagnetici, i valori di immissione di tali campi, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate, non devono superare gli obiettivi di qualità pari a **6 V/m** (Vedi Tabella 2). Detti valori devono essere mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti.

Tabella 2

VALORI LIMITE PER ONDE ELETTROMAGNETICHE GENERATE DA IMPIANTI			
RADIO TV E STAZIONI RADIO BASE			
Frequenza f	Campo Elettrico E _{eff} (V/m)	Campo Magnetico H _{eff} (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
D.P.C.M. 8 luglio 2003 Art.3 comma 1 – tabella 1 (allegato B) Limiti di esposizione			
3 – 3000 MHz	20	0,05	1
D.P.C.M. 8 luglio 2003 Art.3, comma 2 – tabella 2 (allegato B) Valori di attenzione: da assumere in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi, mediati su un'area equivalente della sezione verticale del corpo umano e su un intervallo di 6 minuti			
0,1 MHz-300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz - 300 GHz)
D.P.C.M. 8 luglio 2003 Art.4, comma 1 – tabella 3 (allegato B) Obiettivi di qualità: valori di immissione, calcolati o misurati, da non superarsi all'aperto nelle aree intensamente frequentate, ai fine della minimizzazione del campo elettromagnetico.			
0,1 MHz-300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz - 300 GHz)

Tabella 3

VALORI LIMITE PER CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO GENERATO DA ELETTRODOTTI E CABINE DI TRASFORMAZIONE			
Limiti di esposizione per l'induzione magnetica B	Limiti di esposizione per il campo elettrico E	Valore di attenzione per l'induzione magnetica B	Obiettivo di qualità per l'induzione magnetica B
100 μT	5 KV/m	10 μT^1	3 μT^2

I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti, sono fissati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 (G.U. N° 200 del 29/08/03). Nel caso di esposizione ai campi elettrici e magnetici non devono essere superati i limiti di **100 μT** , per il campo di induzione magnetica, e di **5 KV/m**, per il campo elettrico.

Per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50Hz), nella progettazione di nuovi elettrodotti o di nuovi insediamenti in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, con particolare riferimento alle aree gioco per l'infanzia, agli ambiente abitativi, scolastici e ai luoghi adibiti a permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere, per l'induzione magnetica si assumono a riferimento i seguenti valori:

- **10 μT** , come valore di attenzione, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio
- **3 μT** , come obiettivo di qualità, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

A livello regionale, il riferimento normativo è costituito dalla L.R. 30/2000 e ss.mm., e dalla sua Direttiva Applicativa, Delibera n.197 del 13/03/01 "Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico". Detta delibera è stata modificata ed integrata dalla DGR del 21 luglio 2008, n. 1138, (B.U.R. del 25 agosto 2008,

² * da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.



n. 148) nonché dalla Direttiva Applicativa, DGR del 12 luglio 2010, n. 978 "Nuove direttive della Regione Emilia-Romagna per la tutela e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico." (B.U.R. 22 luglio 2010, Parte seconda - N. 66).

1.5 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI

1.5.1 Sistemi Per Telefonia Mobile

I sistemi per telefonia mobile, chiamati sistemi cellulari, sono sistemi "broadcasting" (da un punto emittente a molti punti riceventi) che sfruttano la suddivisione del territorio in aree di dimensioni limitate, dette "celle", ognuna delle quali è servita da una **Stazione Radio Base** o **SRB**. Tale struttura permette di accrescere la capacità del sistema: riducendo l'area media delle celle e la potenza irradiata, è possibile attribuire contemporaneamente lo stesso canale radio a più utenti dislocati in celle diverse.

Figura 2: Esempi di SRB e DVB-H installati nel Comune di Cesenatico



La tipologia cellulare implica limitazioni delle potenze delle stazioni radiobase (alcuni ordini di grandezza inferiore a quella dei trasmettitori radio FM e TV), sagomatura del campo irradiato dalla singola cella, (allo scopo di coprire solo la porzione di territorio desiderata) ed inclinazione delle antenne rispetto l'orizzonte (i lobi di radiazione del campo elettrico risultano inclinati verso il basso rispetto l'orizzonte).

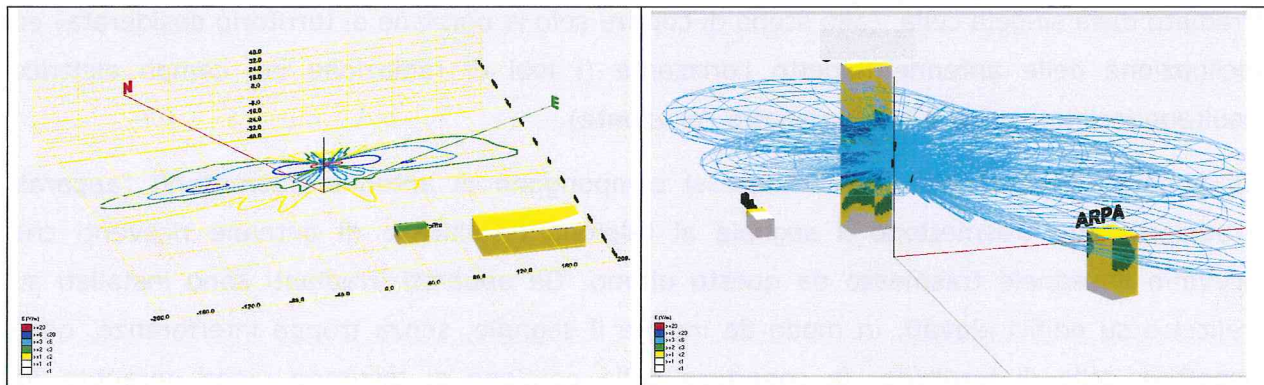
Gli apparati fissi di telefonia cellulare si compongono di antenne trasmettenti (apparati irradianti), che trasmettono il segnale al telefono cellulare e di antenne riceventi che ricevono il segnale trasmesso da questo ultimo. Gli apparati irradianti sono installati su tralicci o su edifici elevati, in modo da inviare il segnale, senza troppe interferenze, nella rispettiva cella di territorio; la copertura della porzione di territorio viene garantita da due/tre gruppi di antenne (due/tre celle) collocati in direzioni diverse (direzioni di puntamento), tali da garantire la quasi isotropicità del sistema. L'altezza delle installazioni, le potenze e la tipologia delle antenne impiegate concorrono a limitare i valori del campo elettromagnetico nelle aree circostanti l'impianto.

Le antenne normalmente usate nelle SRB sono schiere di elementi radianti o antenne elementari, alimentate con segnali di fase opportuna in modo da concentrare la potenza in ingresso in un sottile fascio dalle dimensioni verticali di meno di 10° e con un'apertura orizzontale di circa 60° - 90° .

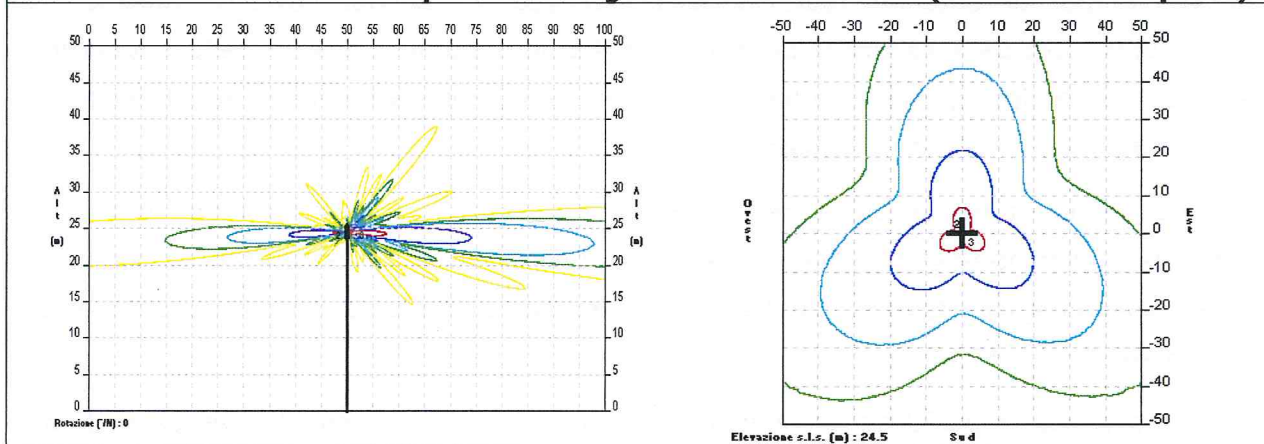
In alcune zone, in posizione sommitale dei tralicci SRB, sono installati antenne di tipo omnidirezionale, sistemi denominati **DVB-H** (Digital Video Broadcasting Handheld) atti a garantire la copertura televisiva su terminali mobili e assimilabili, per l'impatto elettromagnetico prodotto, ai sistemi UMTS.

Al fine di caratterizzare l'impianto e stimare l'andamento del campo elettrico nelle aree limitrofe, per ogni SRB, si ha la necessità di conoscerne le caratteristiche tecniche: numero delle celle, (generalmente pari a due o tre), diagramma di irradiazione del campo elettrico, direzione di puntamento, inclinazione del campo stesso (tilt) e potenze irradiate.

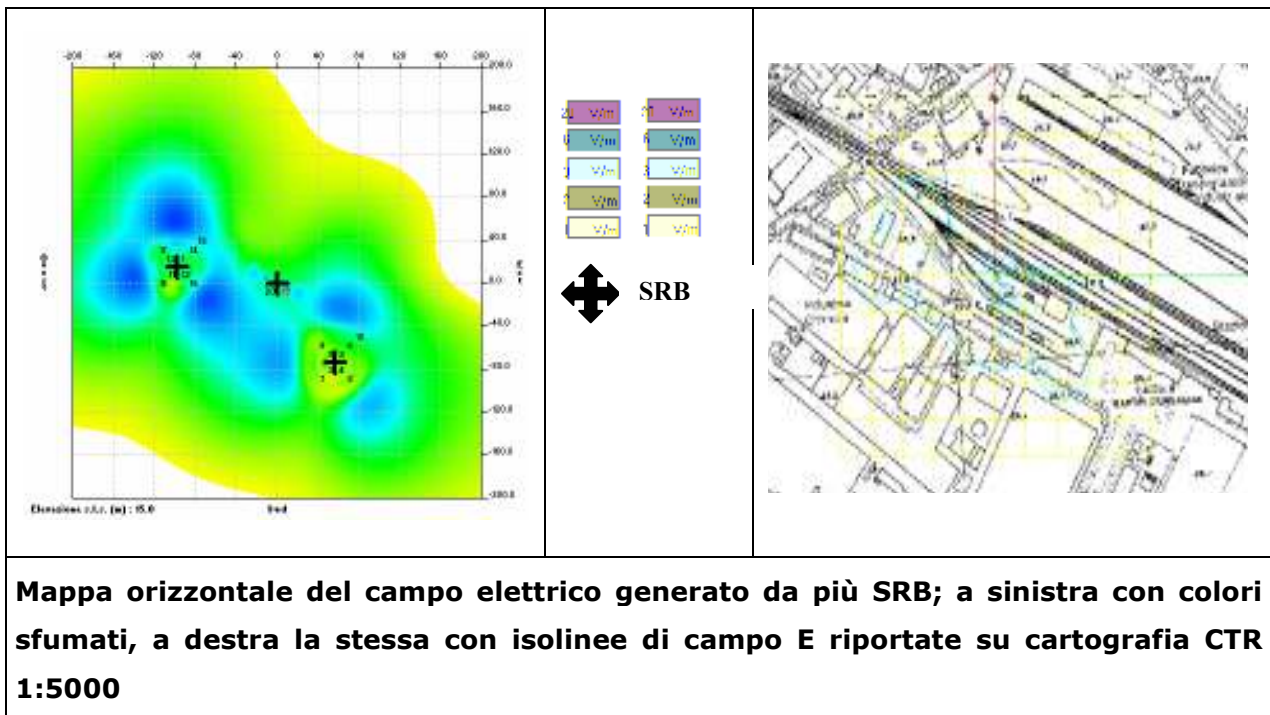
Figura 3: Esempi di simulazioni del Campo Elettrico generato da una SRB



Simulazioni in 3D del Campo Elettrico generato da una SRB (al suolo ed in quota)



Mappa verticale ed orizzontale del campo elettrico (V/m) generato da una SRB tipo



1.5.2 Ponti Radio

I ponti radio, realizzati attraverso antenne paraboliche, trasmettono in modo direttivo, l'energia elettromagnetica viene irradiata in fasci collimati, sia orizzontalmente che verticalmente; essi inviano segnali a grandi distanze utilizzando potenze in molti casi inferiori al Watt.

Il segnale emesso dai ponti radio, ad alta frequenza, collega tra loro antenne poste a distanza ed in visibilità ottica (senza ostacoli interposti); l'elevata direttività e le potenze impiegate fanno sì che non vi siano problemi legati ad aspetti protezionistici ambientali e sanitari.

Figura 4: Esempi di ponti radio di antenna radio e di ponte radio di Stazione Radiobase



1.5.3 Trasmettitori Radio-TV

I **ripetitori radio-televisivi** sono impianti broadcasting, ovvero per diffusione pubblica di messaggi, creati per raggiungere il più ampio numero di persone attraverso sistemi di comunicazione terrestri o satellitari. Tali impianti hanno spesso potenze superiori al kW e, a seconda della quota di installazione, coprono generalmente bacini di utenza che interessano anche più province. Le emittenti radiotelevisive sono perciò le più critiche per quanto riguarda l'entità dei campi elettromagnetici e l'esposizione della popolazione.

A seconda della quota di installazione e delle potenze utilizzate, l'entità del campo elettrico può variare notevolmente da sito a sito. Con lo "switch off" del segnale televisivo analogico, previsto per l'Italia entro il 2012 e la riconversione degli impianti in tecnica digitale, è attesa una progressiva diminuzione del livello di campo elettromagnetico prodotto nell'intorno dei siti a maggior concentrazione d'impianti, vista la minore potenza impiegata da questi stessi trasmettitori. Il passaggio al digitale porta vantaggi notevoli per l'intero sistema televisivo: uso più efficiente delle risorse dello spettro elettromagnetico; utilizzo di potenze di trasmissione più ridotte e conseguente risparmio energetico; impiego delle tecnologie informatiche per il trattamento, l'archiviazione e la distribuzione del segnale televisivo; moltiplicazione dei contenuti televisivi e guide elettroniche dei programmi; passaggio progressivo verso l'alta definizione; apertura a piattaforme di servizi interattivi che arricchiscono i paradigmi di fruizione dei contenuti; in prospettiva, integrazione della radiodiffusione via etere e della distribuzione via Internet.

Nel territorio della Provincia di Forlì-Cesena si è passati alla trasmissione televisiva mediante il sistema "digitale terrestre" il 2 dicembre 2010. Da quella data, definita di "switch-off", si è spento definitivamente il segnale analogico per la trasmissione dei programmi televisivi.

Figura 5: Esempi di trasmettitori radio e radiotelevisivi



2. PUNTI DI MISURA E RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Preliminarmente alla campagna di misure, si è acquisito l'elenco delle stazioni radio base autorizzate dal Comune di Cesenatico, di queste sono state monitorate complessivamente 27 installazioni. Con il termine "installazione" nella presente relazione si fa riferimento alla postazione di trasmissione radioelettrica. Essa è costituita da palo o traliccio, oppure è collocata su di un tetto o copertura di un edificio, in grado di ospitare uno o più gestori (cosite), caratterizzata da un singolo ed univoco indirizzo o coordinata geografica. Per ognuna di queste installazioni sono stati indagati almeno **3 punti di misura** di campo elettromagnetico, con strumentazione portatile, nelle direzioni di massimo irraggiamento (ovvero la direzione geografica o azimut nella quale è orientata l'antenna e lungo la quale si distribuiscono i valori di campo elettrico più elevati ad altezza comparabile col centro elettrico dell'antenna). L'individuazione dei punti di misura è avvenuta in base alle criticità del contesto urbano-territoriale, alle simulazioni teoriche preventive effettuate tenendo conto della massima potenza alla quale può lavorare l'impianto, alla presenza di siti sensibili (*misure in tempi brevi*, vedi cap.2.2.1).

Per ogni installazione è stata predisposta una scheda contenente:

- **una tabella** che illustra i punti di misura (nome e indirizzo dell'impianto, descrizione e indirizzo del luogo di misura, valori rilevati, data e ora);
- **due foto**, una panoramica ed una più dettagliata dell'impianto;
- **una mappa** 1:5000 che rappresenta il posizionamento dell'antenna e dei punti di misura contenuti nella tabella.

Nel caso di installazioni insediate ad una distanza ragionevolmente vicina, queste, sono state rappresentate nella medesima scheda; l'insieme delle schede costituisce il fascicolo allegato denominato: MISURE BREVI.

Nell'espletamento del monitoraggio le centraline di misurazione in continuo, posizionate sul territorio del Comune di Cesenatico, hanno monitorato 10 installazioni, per un totale di circa **38378** dati validi di campo elettrico e **3929** ore di acquisizione. Anche in questo caso, per ogni sito indagato sono state predisposte schede con i dati principali delle antenne monitorate, le caratteristiche della centralina impiegata, l'indirizzo e la descrizione del punto di misura, nonché fotografie del sito, mappa di riferimento, valori di campo elettrico

riscontrato (valori medi, minimi e massimi), un grafico giornaliero dell'andamento dell'intensità di campo elettrico e grafico riassuntivo di tutta la campagna.

A seconda della criticità del sito e della disponibilità della popolazione ad ospitare la centralina, le campagne di monitoraggio hanno avuto una durata variabile tra i 7 ed i 36 giorni.

Del periodo monitorato è stato scelto un giorno, generalmente individuato nella giornata che ha registrato il valore di campo elettrico più alto di tutta la campagna di monitoraggio (Fig. 7) e si è rappresentato il grafico giornaliero (Fig. 8).

Figura 7: Grafico della campagna di monitoraggio

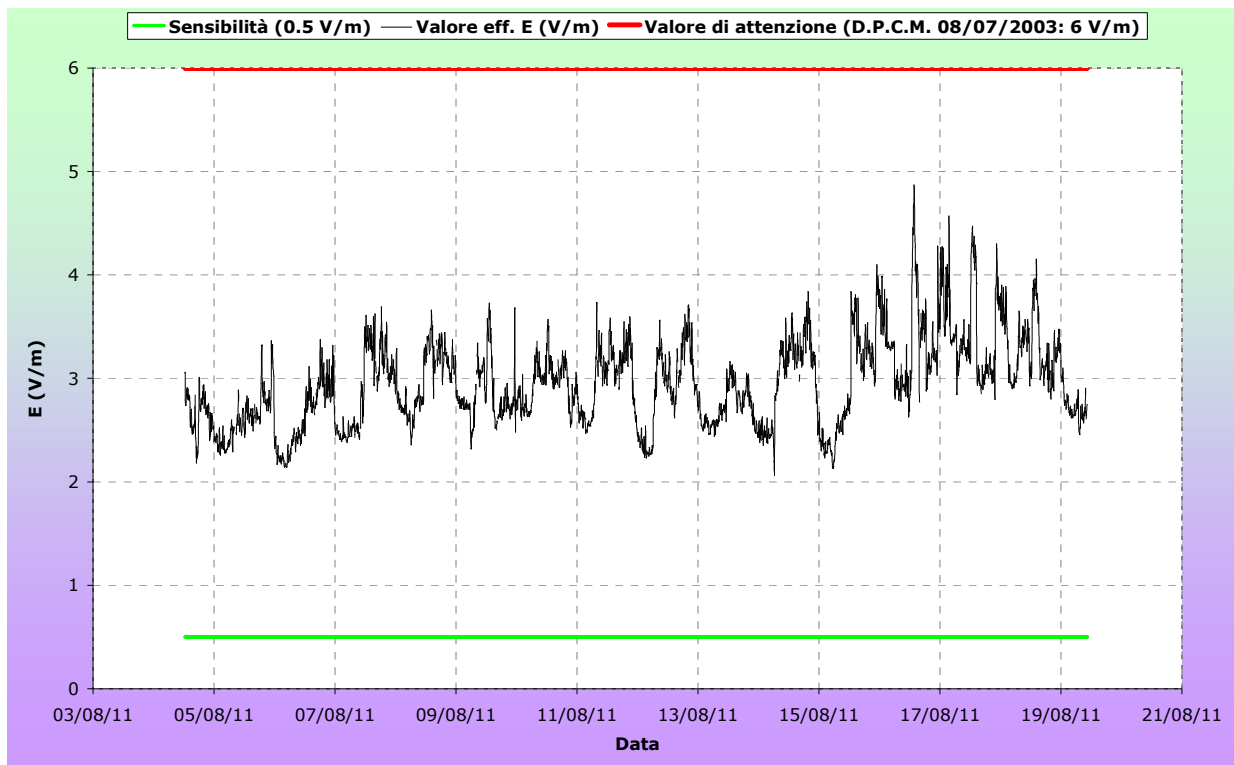
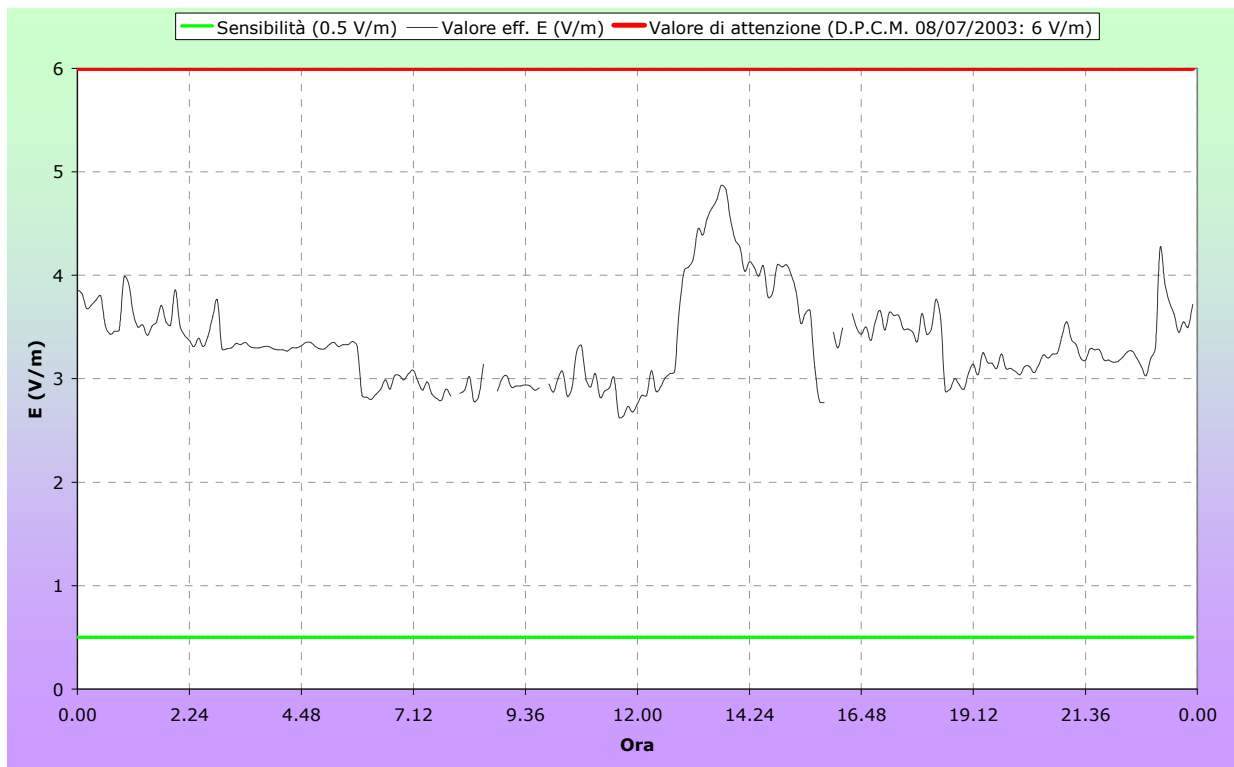


Figura 8: Grafico giornaliero rappresentativo



L'insieme di tali schede costituisce il fascicolo allegato denominato MISURE IN CONTINUO.

La presente relazione riporta i risultati del monitoraggio degli anni 2011-2012 (1 anno solare).

2.1 METODOLOGIA DI MISURA

Le misure dei campi elettromagnetici a scopo protezionistico possono essere di due tipi:

- 1) MISURE DOSIMETRICHE per valutare l'energia assorbita dall'organismo umano esposto alle radiazioni;
- 2) MISURE DI ESPOSIZIONE per valutare le grandezze che caratterizzano il campo elettromagnetico cui l'organismo è esposto.

Nel caso delle emissioni dovute a stazioni radio base si è soliti eseguire misure di esposizione, in cui l'intensità dei campi elettromagnetici viene effettuata utilizzando le seguenti grandezze che caratterizzano un'onda elettromagnetica:

- Intensità del campo elettrico E (espressa in V/m)
- Intensità del campo magnetico H (espressa in A/m)
- Densità di potenza S (espressa in W/m²)

In particolare è necessario specificare la zona di campo in cui si effettuano le misure: campo vicino (Near Field), detta anche zona induttiva, e campo lontano (Far Field), detta anche zona radiativa.

Definendo r come la maggiore tra le quantità λ e D^2/λ , ove λ è la lunghezza d'onda del campo emesso e D è la dimensione massima dell'elemento radiante, le due zone sono così definite:

- Campo vicino per distanze $d \ll r$;
- Campo lontano per distanze $d \gg r$.

La zona di campo lontano è la regione dello spazio dove avviene la tipica propagazione per onda piana uniforme; il campo elettromagnetico è composto da distribuzioni uniformi delle intensità di campo elettrico e magnetico nello spazio, su piani che sono a 90° l'uno rispetto all'altro e ortogonali alla direzione di propagazione dell'onda elettromagnetica. In detta regione le componenti del campo elettrico e magnetico diminuiscono con l'aumentare della distanza R dalla sorgente; le grandezze E, H ed S sono legate dalle seguenti relazioni:

$$\mathbf{E} = \mathbf{H} \sqrt{\mu_0/\epsilon_0}$$

$$\mathbf{S} = \mathbf{E}^2 / \sqrt{\mu_0/\epsilon_0} = \mathbf{H}^2 \sqrt{\mu_0/\epsilon_0}$$

$$(\sqrt{\mu_0/\epsilon_0} = 377 \Omega \text{ è "l'impedenza intrinseca del vuoto"})$$

Pertanto nel caso di misure in zone di campo radiativo, la verifica del rispetto del valore limite per una qualsiasi delle tre grandezze, è sufficiente ad assicurare il rispetto dei limiti di esposizione.

Nelle regioni di campo vicino è necessario, invece, verificare il rispetto contemporaneo dei limiti.

A titolo di esempio, in caso di una stazione radiobase, operante in un intervallo di frequenza compreso tra 900 MHz e 1800 MHz,: se assegniamo all'elemento radiante una dimensione dell'ordine del metro ($D = 1 \text{ m}$), risulta che essendo:

$$r = \max \{ \lambda ; D^2 / \lambda \}$$

Nel caso di frequenza pari a 900 MHz si ottiene

$$r = \max \{ 0.33; 3 \} \text{ con } f = 900 \text{ MHz}$$

Nel caso di frequenza pari a 1800 MHz si ottiene

$$r = \max \{ 0.17; 6 \} \text{ con } f = 1.8 \text{ GHz}$$

perciò per $r > 6 \text{ m}$ ($f = 1.8 \text{ GHz}$) e $r > 3 \text{ m}$ per ($f = 900 \text{ MHz}$) ci si trova in condizione di campo lontano e le relazione di cui sopra sono valide.

2.2 PROCEDURE DI MISURA

Nell'ambito della convenzione stipulata fra ARPA, Sezione provinciale Arpa di Forlì – Cesena, ed il Comune di Cesenatico, si è provveduto ad effettuare misurazioni del campo elettrico generato da Stazioni Radio Base, impianti operanti nella gamma di frequenze comprese tra 100 MHz ÷ 3 GHz.

Le misure sono state effettuate secondo quanto previsto dalla Norma CEI 211-7:2001-01 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana" e dalla "Guida tecnica per la misura di campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione" (documento ANPA RTI CTN_AGF 1/2000).

Dapprima, attraverso metodologia GIS su cartografia digitalizzata CTR del Comune di Cesenatico, sono stati individuati e georeferenziati gli impianti di telefonia mobile ad oggi presenti sul territorio comunale. Si è provveduto quindi ad aggregare ai dati grafici, i dati tecnici, estrapolati sia dalle valutazioni teoriche effettuate dai tecnici ARPA, nell'ambito dell'istruttoria relativa all'autorizzazione degli impianti stessi, sia dal catasto regionale delle sorgenti di radiazioni non ionizzanti.

Dalle conoscenze tecniche e dall'esperienza acquisita si sono individuati i punti più significativi ove effettuare i rilievi: tali punti sono stati scelti tra le aree interessate da

maggiori valori di campo elettrico e/o maggiore esposizione, privilegiando i luoghi a permanenza prolungata delle persone (superiore alle quattro ore/giorno).

A verifica di quanto stimato in sede di valutazione preventiva, si sono effettuati rilievi anche in aree interessate da valori di campo elettrico estremamente bassi, confermando quanto emerso dalle simulazioni.

Attraverso esplorazioni preliminari, con strumentazione portatile a larga banda, si sono individuati i punti di massima esposizione al campo elettrico ove effettuare i rilievi sia con strumentazione portatile (misure brevi: 6 minuti) sia con centralina di monitoraggio (tempi di acquisizioni: ≥ 1 settimana); si è provveduto, quindi, a scegliere accuratamente la posizione nella quale collocare lo strumento, evitando eventuali superfici riflettenti e altre fonti che potessero indurre errori nella misura. La scelta di tali punti è stata fatta, inoltre, privilegiando aree non interessate da fenomeni di attenuazione del campo elettrico (presenza di muri, ostacoli, pareti in cemento, ecc) ovvero in aree in prossimità di finestre e/o terrazze.

2.2.1 Misure in tempi brevi

Le misure brevi sono state effettuate con misuratore portatile di campi Wandel & Goltermann Tipo EMR-300 e con misuratore di campi Narda tipo NBM-50 S/N B-1039. (§ 3)

Per ciascun punto d'indagine si è posizionato lo strumento su di un tripode di materiale dielettrico; l'intensità del campo elettrico è stata rilevata a tre altezze(h):

h = 1,9 m

h = 1,5 m

h = 1,1 m

Per ogni altezza, si è acquisito, il valore medio di campo elettrico su un intervallo temporale di sei minuti.

Il campo elettrico totale è il risultato della media quadratica (RMS, Root Mean Square ovvero *Radice Media dei Quadrati*) dei tre valori così ottenuti su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano, come previsto nelle "Linee Guida del Min. Ambiente per l'applicazione del Regolamento 381/98" e dalle norme CEI 211 - 7. Tali misure puntuali sono riportate nelle schede suddivise per installazioni raccolte nell'allegato "misure in tempi brevi".

Nelle suddette schede sono presenti:

1) una **TABELLA** contenente:

- l'indirizzo esatto (via e numero civico) della sorgente (SRB, Microcella, RTV)

- la descrizione dei punti di misura (in ordine: indirizzo punto di misura, nome proprietario immobile o azienda, luogo di misura, direzione di massima irradiazione, se la misura è stata effettuata lungo le direzioni di massimo irraggiamento dell'apparato trasmittente)

-Il valore di campo elettrico ottenuto seguendo la procedura sopra descritta, l'ora ed il giorno di rilevazione

2) due **FOTO** (collocazione impianto e apparati radianti) effettuate il giorno stesso della misura e quindi rappresentative dello stato di fatto dell'antenna a quella data.

3) una **MAPPA** (CTR 1:5000) nella quale sono rappresentate:

- le misure brevi contrassegnate da una bandierine blu e dal numero corrispondente alla misura effettuata in quel punto

- le antenne SRB (pallini vari colori), cosite (pentagono celeste)

Le misure puntuali attorno alle stazioni radiobase sono state eseguite approssimativamente in un'area d'indagine di raggio pari a 200 m, questo perché si è tentato un riscontro tra i valori di campo elettrico emersi in fase di valutazione preventiva (attraverso i programmi di simulazione) e i valori di campo elettrico misurati sul campo (con strumentazione portatile e in continuo) nello stesso intorno della sorgente.

Nella fase di valutazione preventiva (quella che precede l'emissione del parere ambientale) vengono controllati, attraverso i software di simulazione e le mappe catastali, i ricettori (edifici privati, luoghi pubblici) presenti nell'area.

La dimensione dell'area corrisponde ad un raggio di 200 m, in quanto si assume (DGR 197/2001) che oltre questa zona i valori di campo elettrico prodotti dall'impianto, funzionante a massimo regime, siano trascurabili. Tale area è delineata in cartografia da un cerchio rosso e fa riferimento esclusivamente all'installazione oggetto d'indagine nella scheda del fascicolo "misure in tempi brevi". Il cerchio grigio fa riferimento alle aree d'indagine dei sopralluoghi adiacenti, ma presenti in altre schede.

2.2.2 Misure in continuo

La scelta e l'individuazione puntuale dei siti di misura ove posizionare la strumentazione per le misure in continuo (centralina fissa di monitoraggio del campo elettromagnetico), oltre che alle considerazioni di cui al § 2.2, è stata subordinata alla disponibilità ad ospitare la stazione di monitoraggio per un periodo minimo di 7 giorni.

Attraverso valutazioni teoriche sui campi elettromagnetici generati dagli impianti e tramite sopralluoghi preventivi con strumentazione portatile, sono state effettuate misure spot, finalizzate all'individuazione del punto di massima intensità del campo elettrico ove posizionare la centralina di monitoraggio.

Il sensore del campo elettrico è stato posizionato ad altezza pari a 1,5 m dal piano di appoggio dello strumento stesso.

Nelle schede dell'allegato "misure in continuo" sono riportati:

- **i valori medi, massimi e minimi** del campo elettrico riferiti ad intervalli di 6 minuti rilevati nell'arco del periodo di acquisizione;
- **il valor medio** del campo elettrico (mediato su 7 giorni consecutivi con i valori maggiormente alti);
- **il valore medio massimo** del campo elettrico effettuato alle tre altezze con strumentazione portatile (EMR 300/narda) nel medesimo punto d'installazione della centralina.

3. STRUMENTAZIONE

La quasi totalità della strumentazione in banda larga utilizzata dal 2006 per i monitoraggi in continuo fa parte della dotazione strumentale concessa ad ARPA EMR dalla Fondazione Ugo Bordoni, nell'ambito del Progetto Nazionale di Monitoraggio dei campi elettromagnetici ad alta frequenza.

Questi misuratori di campo elettrico sono provvisti di uno o più sensori isotropici a banda larga che misurano tutti i contributi di campo elettrico nel range di frequenze 100 kHz – 3 GHz.

E' importante tener presente che i valori misurati dalle centraline non hanno valore legale e che questi strumenti sono da considerarsi delle "sentinelle ambientali" o "campanelli di allarme" che devono essere affiancate da rilievi eseguiti con metodi di misura più accurati; hanno il pregio di stimare la variabilità temporale del campo elettrico generato dalle SRB ed evidenziare eventualmente le fasce orarie in cui questi valori risultano più elevati.

Per le misure brevi in banda larga sono stati impiegati i seguenti misuratori di campo elettrico:

- Wandel & Goltermann Tipo EMR-300 BN2244/31 n.ser. K-0006, dotato di sonda BN2244/90.20 n.ser.I-0044 da 100 kHz a 3 GHz, dinamica 1 V/m ÷ 800 V/m, risposta in frequenza ± 1.0 dB (100 kHz ÷ 100 MHz) e ± 2.4 dB (100 MHz ÷ 3 GHz), limite di rilevabilità 0.5 V/m. Calibrata il 14/10/08 certificato di taratura Narda N° 81000994E – TESEO N. 10CS023 del 31/1/2011;
- Misuratore di campi Narda tipo NBM-50 S/N B-1039, dotato di sonda tipo EF1891 S/N A-0431 (range di frequenza 3 MHz – 18 GHz); certificato di taratura SIT NARDA n. 00601378E del 22/6/2010.

Per le misure in continuo sono state utilizzate 2 tipologie di centraline di monitoraggio per campi elettromagnetici della ditta PMM:

- 2 Centraline di monitoraggio tipo 8055 FUB (dual-band);
- 2 Centraline di monitoraggio tipo 8057 FUB (tri-band),

4. COMMENTI SUI RISULTATI DELLE MISURE BREVI ANNI 2011-2012

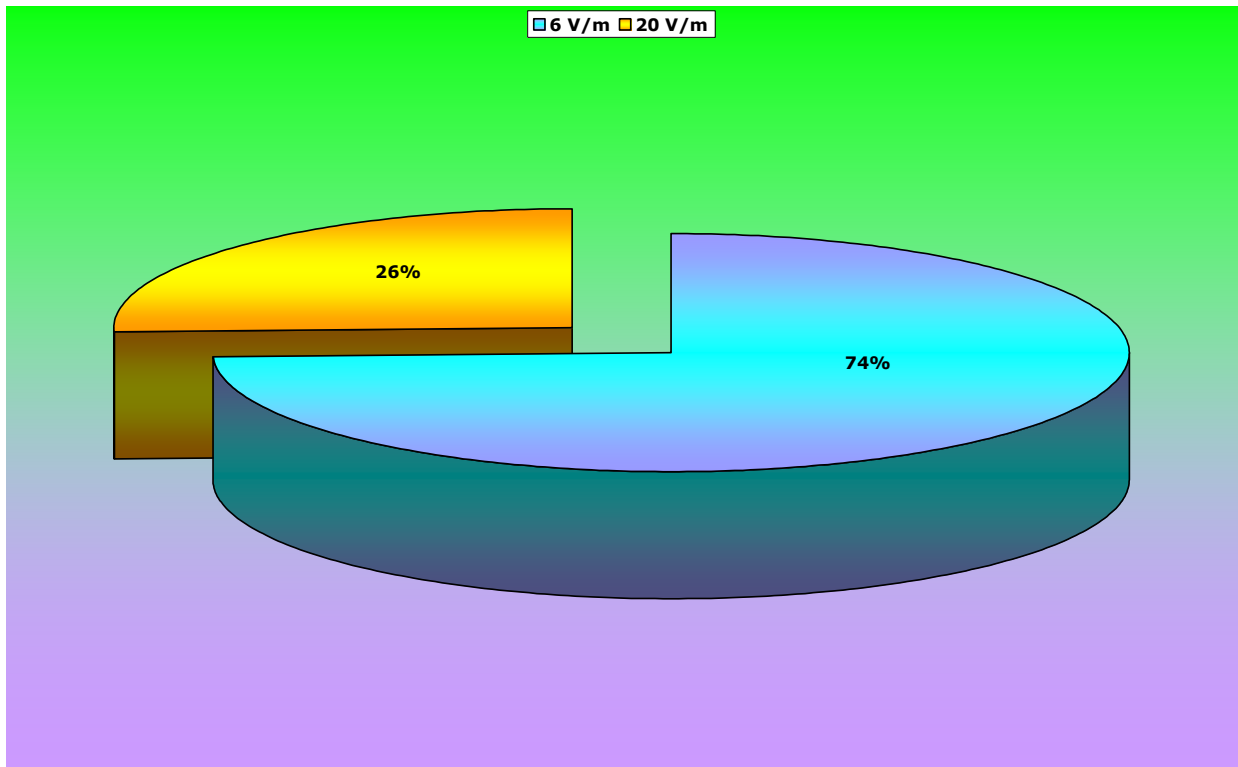
Durante la campagna di misure del campo elettrico nel Comune di Cesenatico negli anni 2011-2012, sono state effettuate **86** misure brevi sul totale di **27** installazioni presenti sul territorio, secondo le modalità previste dalla normativa vigente.

Dall'analisi di tutti i valori rilevati è emerso che **in nessun sito i valori di campo elettrico misurato hanno superato il limite di esposizione, il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità, pari rispettivamente a 20 V/m, e a 6 V/m,** (DPCM 8 luglio 2003 artt. 3,4 – Tabella 2 della presente relazione).

Il 74% di tutte le misure eseguite è stato effettuato in prossimità di siti (edifici e loro pertinenze esterne) adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, per i quali i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità previsti dalla normativa sono pari a 6 V/m (Fig. 9).

Tra i siti a permanenza superiore alle 4 ore/giorno sono stati indagati, laddove possibile, abitazioni, scuole, asili, alberghi e ambienti lavorativi nelle aree maggiormente esposte, ad altezze comparabili con il centro elettrico e/o disposti nella stessa direzione di irraggiamento delle celle. In mancanza delle suddette condizioni le misure sono state effettuate a terra nei luoghi comunque maggiormente frequentati dai cittadini, come parchi giochi, parcheggi, magazzini industriali e strutture sportive.

Figura 9: Misure brevi effettuate nel Comune di Cesenatico 2011-2012



Le misure effettuate lungo le strade e marciapiedi sono state rilevate prevalentemente in corrispondenza degli impianti situati in aree a bassa densità di urbanizzazione; sono state privilegiate le abitazioni e gli ambienti lavorativi soprattutto nel centro storico dove è presente la più alta concentrazione di impianti e sussistono le condizioni di maggiore esposizione prima descritte.

I valori di intensità di campo elettrico rilevati in ogni punto indagato sono stati raggruppati in 7 classi di valori aventi i seguenti estremi:

0.5 V/m

1.0 V/m

3.0 V/m

6.0 V/m

10.0 V/m

20.0 V/m

I risultati ottenuti sono sotto riportati (Figura 10, Tabella 4)

Figura 10: Distribuzione delle misure brevi

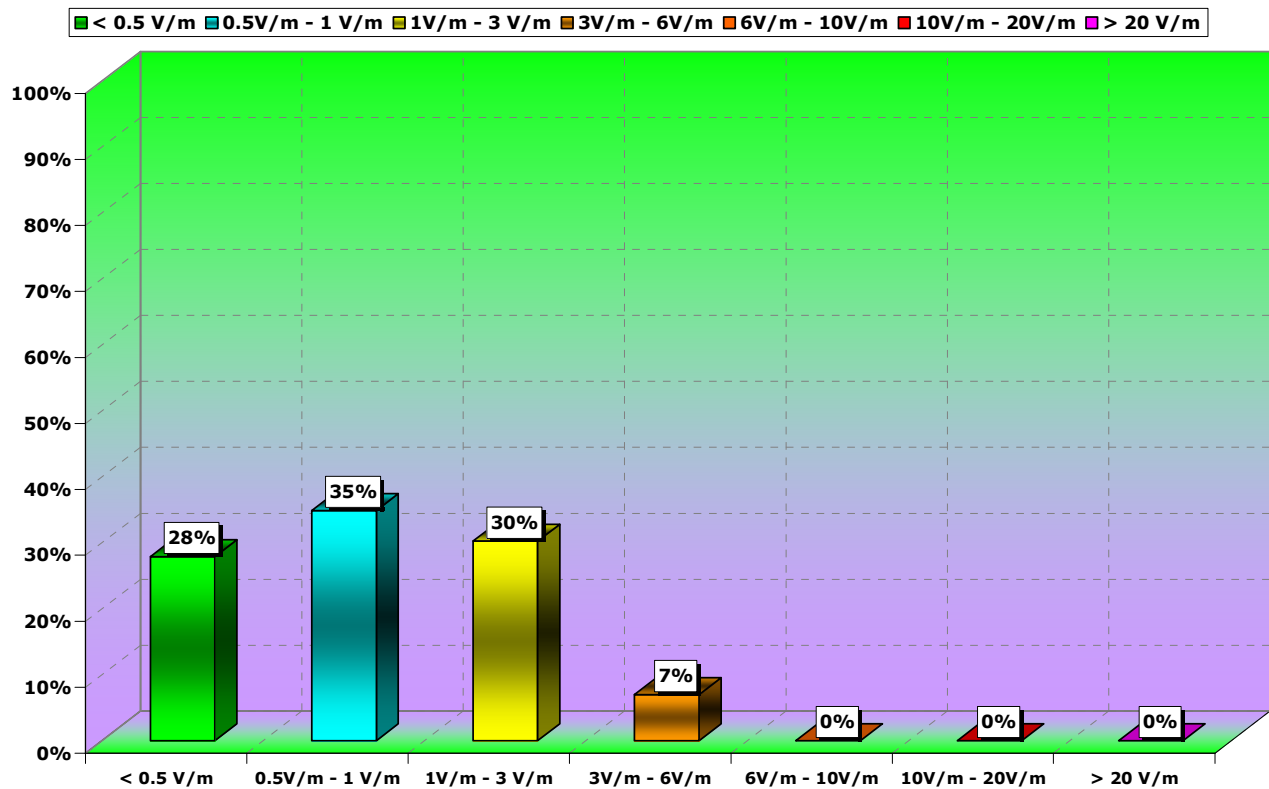


Tabella 4

Distribuzione dei valori acquisiti con strumentazione portatile di intensità di campo elettrico nel Comune di Cesenatico							
V/m	< 0.5	0.5 ÷ 1	1 ÷ 3	3 ÷ 6	6 ÷ 10	10 ÷ 20	> 20
N° valori	24	30	26	6	0	0	0
N° valori (%)	28%	35%	30%	7%	0%	0%	0%

La stessa analisi è stata effettuata suddividendo i valori per limite applicato, ovvero 6 V/m e 20 V/m (Figura 11, Tabella 5).

Figura 11: Distribuzione delle misure brevi suddivisi per limite applicato (6 V/m e 20 V/m)

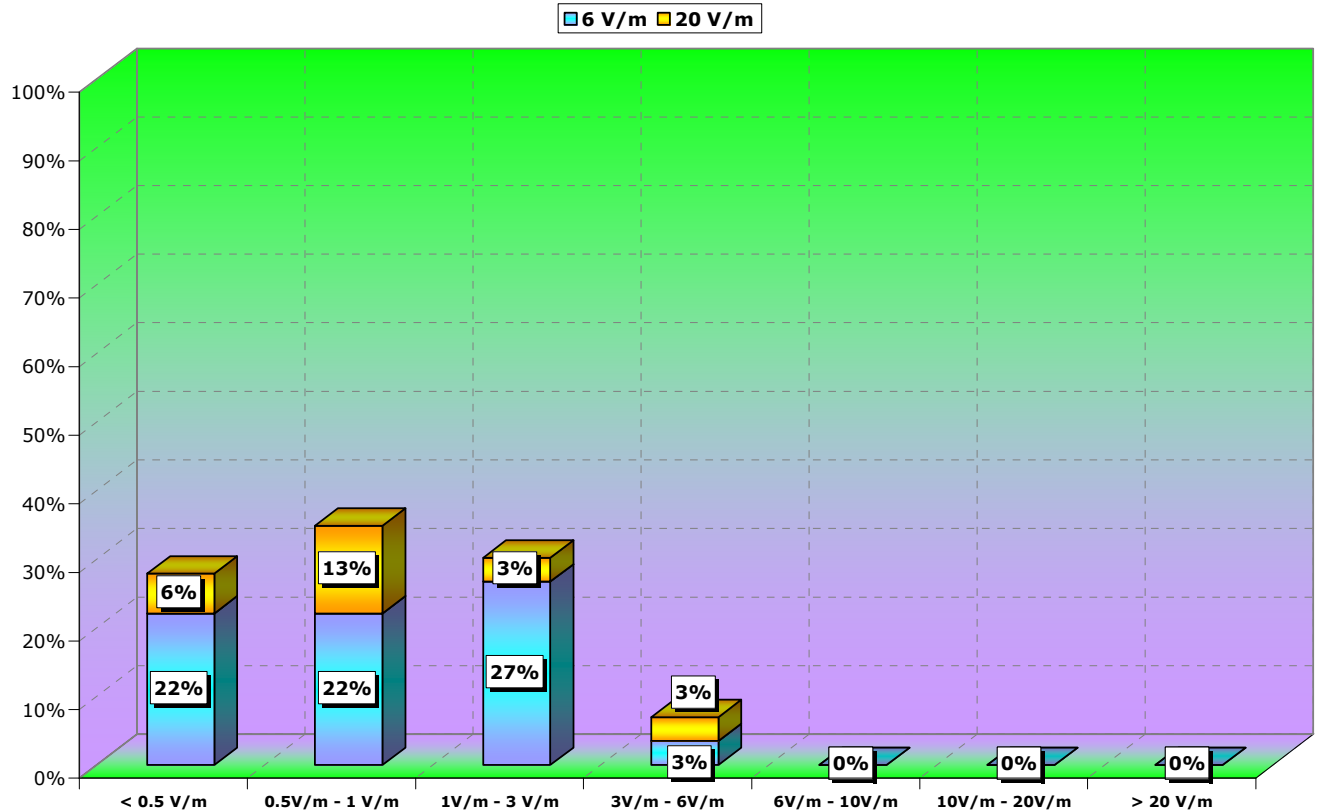


Tabella 5

Nei siti in cui il valore di attenzione applicato è **6 V/m**, i valori più alti (**3.3 V/m**) sono stati misurati nel terrazzo al quinto piano di un condominio nelle vicinanze dell'impianto WIND installato sopra l'Hotel delle Nazioni in Viale Carducci 127. Tale punto di misura è stato

Distribuzione dei valori acquisiti con strumentazione portatile di intensità di campo elettrico nel Comune di Cesenatico suddivisi per limite applicato:							
6 V/m – 20 V/m							
V/m	< 0.5	0.5 ÷ 1	1 ÷ 3	3 ÷ 6	6 ÷ 10	10 ÷ 20	> 20
6							
N° valori (%)	22%	22%	27%	3%	0%	0%	0%
20							
N° valori (%)	6%	13%	3%	3%	0%	0%	0%

oggetto di un monitoraggio in continuo, con centralina CEM che ha misurato valori

confrontabili, entro l'errore strumentale, a quelli rilevati dallo strumento portatile (valore massimo registrato dalla centralina **3.2 V/m**). I risultati delle misure in continuo verranno discussi nel paragrafo 5 "Commenti sui risultati delle misure in continuo anni 2011-2012", mentre i grafici della campagna di monitoraggio sono consultabili nel fascicolo allegato alla suddetta relazione "misure in continuo". Lo stesso valore di campo elettrico (**3.3 V/m**) è stato rilevato nel terrazzo al sesto piano di una struttura alberghiera, ovvero l'Hotel Verona in Via Raffaello 20, confermando quanto rilevato gli anni precedenti. Il sito in questione situato in prossimità dell'impianto TIM posto sulla sommità dell'Hotel Bravo in Via Bernini 17. E' importante notare che in entrambi i casi **i valori di campo elettrico misurato risultano circa pari alla metà del limite applicato.**

Nei siti in cui il limite di esposizione applicato è **20 V/m**, i livelli di intensità di campo elettrico più elevati sono stati registrati rispettivamente sul lastrico solare al settimo piano del Hotel Caesar in Viale Carducci 290 (**5.4 V/m**), sulla copertura piana sesto piano del Hotel Tridentum in Via Michelangelo 25 (**4.9 V/m**), e nel lastrico solare al quinto piano del Hotel delle Nazioni di Viale Carducci 127 (**4.8 V/m**); In Via Michelangelo 25 è stato predisposto un monitoraggio in continuo con la centralina collocata in un terrazzo al 5° piano di un condominio e, quindi, dove il limite applicato è 6 V/m. Il valore massimo registrato dalla centralina è risultato pari a **4.9 V/m**.

Nella Tabella 5 sono riportati i siti monitorati durante l'anno 2011 e l'anno 2012 con i risultati dei valori di intensità di campo elettrico medio maggiore.

Nel caso in cui non sia stato possibile effettuare la misura nella casella compare un trattino; la casella presenta un bordo di colore:

- ⇒ **VERDE** se la misura effettuata risulta < 3 V/m,
- ⇒ **ARANCIONE** se compresa tra 3 V/m e 6 V/m,
- ⇒ **ROSSO** se > 6 V/m,
- ⇒ **BLU** se > 20 V/m.

La prevalenza di colore verde segnala un livello di intensità di campo elettrico < 3 V/m (50% del valore limite applicato ai siti con permanenza prolungata) nella maggior parte delle aree indagate, come evidenziato anche di seguito nelle conclusioni (§. 6).

Tabella 6

SITI SRB (indirizzo e denominazione)	GESTORE	CAMPO ELETTRICO valore medio massimo* (V/m)	
		Valore di attenzione 6 V/m DPCM 08/07/03	Limite di esposizione 20 V/m DPCM 08/07/03
ANNO 2011-2012			
Camping Cesenatico-Via Mazzini 182	TIM/ VODAFONE	0.7	0.6
Centrale Telefonica-Via Eulero 58	TIM/Vodafone	1.0	0.5
c/o Centrale Telecom-P.tta delle Erbe 1	TIM/RTI	1.4	0.6
FF.SS Via Torricelli-Via Torricelli	VODAFONE/RFI	1.0	-
Hotel Bravo-Via Bernini 17	TIM	3.3	5.4
Hotel Royal-Viale Carducci 292	VODAFONE H3G/3EL		
Hotel Darsena-Via G. Da Verrazzano12	WIND	1.7	-
Hotel Nazioni-Viale Carducci 127	WIND	3.3	4.8
Hotel D'Oriente-Viale Carducci 356	WIND	1.4	-
Hotel Katia-Via Milano 33	VODAFONE	1.1	1.7
Hotel New Castle-Viale De Amicis 18	VODAFONE	2.6	0.6
Hotel Palace-Viale Carducci 186	TIM H3G/3IND	2.2	-
Hotel Raffaello-Via Melozzo da Forlì 39	WIND	0.7	0.5
Hotel Stacchini-Via Euclide 15	H3G/3IND	-	0.7
Mercato Ittico-Viale Matteucci c/o Torre Piezometrica	TIM/VODAFONE/H3G 3IND	1.2	0.9
Torre Mazzarini-Via De Amicis 38 c/o Torre Mazzarini	TIM/H3G/3IND	2.7	1.4
Torre Piezometrica-Via Torre Malatestiana c/o T.Piezometrica	WIND/H3G/ RRR	1.2	1.4
Zadina Pineta-Via Colombo c/o Parco Comunale di ponente	WIND	< 0.5	-

***ovvero il più alto valore medio di intensità di campo elettrico tra quelli rilevati nell'area d'indagine (sito)**

ANNO 2011-2012		Valore di attenzione 6 V/m DPCM 08/07/03	Limite di esposizione 20 V/m DPCM 08/07/03
<u>Cesenatico Litorale</u> -Viale G.C.Abbà c/o Campo Sportivo Boschetto	WIND	1.0	< 0.5
<u>Sala Villalta 1</u> -Via Campone 425	VODAFONE	0.7	0.6
<u>SS16 Adriatica</u> -SS16 Adriatica c/o Saragoni Marmitte	H3G/3IND	0.9	0.7
<u>Acquedotto Sala Villalta</u> -Via Campone Sala	TIM/VODAFONE	0.5	-
<u>Sala Villalta 2</u> -Via Canale di Bonificazione 560	WIND	0.5	-
<u>Bagnarola</u> -Via Boscabella 28	WIND	0.7	0.8
<u>Cesenatico Borella</u> -SS Adriatica 2197	WIND	<0.5	< 0.5

5. COMMENTI SUI RISULTATI DELLE MISURE IN CONTINUO **ANNI 2011-2012**

Nell'ambito della convenzione stipulata fra ARPA sezione provinciale di Forlì - Cesena ed il Comune di Cesenatico sono stati effettuati 10 monitoraggi in continuo di cui **8** nel periodo fine luglio - metà ottobre 2011 relativamente alle stazioni radio base localizzate in prossimità della riviera turistica e **2** nel mese di marzo 2012, per un totale di circa **38378** dati validi di campo elettrico misurati e registrati dalle centraline.

Poiché vi è una maggiore percezione del rischio da parte della popolazione all'esposizione a campi elettromagnetici nelle aree residenziali e nei siti sensibili, i luoghi scelti per il posizionamento delle centraline hanno interessato prevalentemente ambienti abitativi o intensamente frequentati. In particolare i luoghi scelti per il posizionamento delle centraline hanno interessato 7 abitazioni e 3 strutture turistiche (alberghi).

Le caratteristiche di emissione di una SRB dipendono dal traffico telefonico che gestisce quel particolare impianto, quindi i valori di campo elettrico misurati non sono costanti, ma presentano una variabilità giornaliera e/o stagionale che dipende da parametri quali la distanza dai terminali, gli ostacoli tra essi interposti, il numero di utenti che usufruiscono del servizio, la destinazione d'uso del territorio, ecc. Essendo il Comune di Cesenatico anche località balneare, dalla elevata capacità turistico-ricettiva, le indagini effettuate tra luglio e ottobre 2011 hanno interessato prevalentemente la zona più vicina alla costa.

Su un totale di dieci (10) monitoraggi, otto (8) sono stati effettuati in luoghi dove la destinazione d'uso prevede la permanenza di persone superiore alle 4 ore giornaliere e quindi il valore di attenzione da applicare risulta pari a 6 V/m, come previsto dal DPCM 08/07/03, mentre due (2) monitoraggi in un luogo dove la destinazione d'uso non prevede la permanenza di persone superiore alle 4 ore giornaliere e quindi il limite da applicare risulta pari a 20 V/m, come previsto dal DPCM 08/07/03 (siti di misura).

Tutti i valori rilevati dalle centraline di monitoraggio sono stati analizzati con la stessa metodologia utilizzata per le "misure brevi" (§ 4); i risultati sono illustrati dai grafici e tabelle riportate di seguito (Fig. 12 e Fig. 13, Tab. 7 e Tab. 8):

Tabella 7

Distribuzione dei valori di intensità di campo elettrico acquisiti con centralina di monitoraggio in continuo nel Comune di Cesenatico							
V/m	< 0.5	0.5 ÷ 1	1 ÷ 3	3 ÷ 6	6 ÷ 10	10 ÷ 20	> 20
N° valori	10353	17241	9237	1547	0	0	0
N° valori (%)	27%	45%	24%	4%	0%	0%	0%

Figura 12: Distribuzione delle misure in continuo

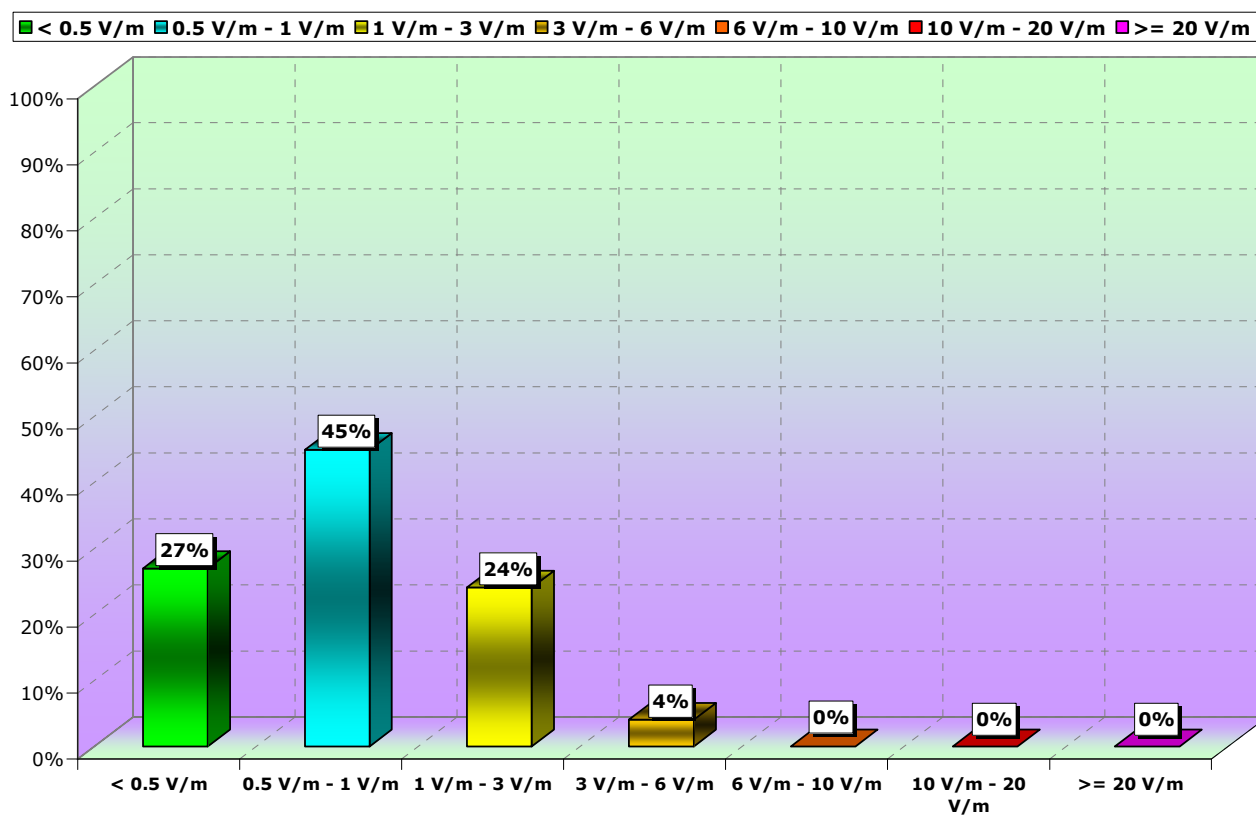
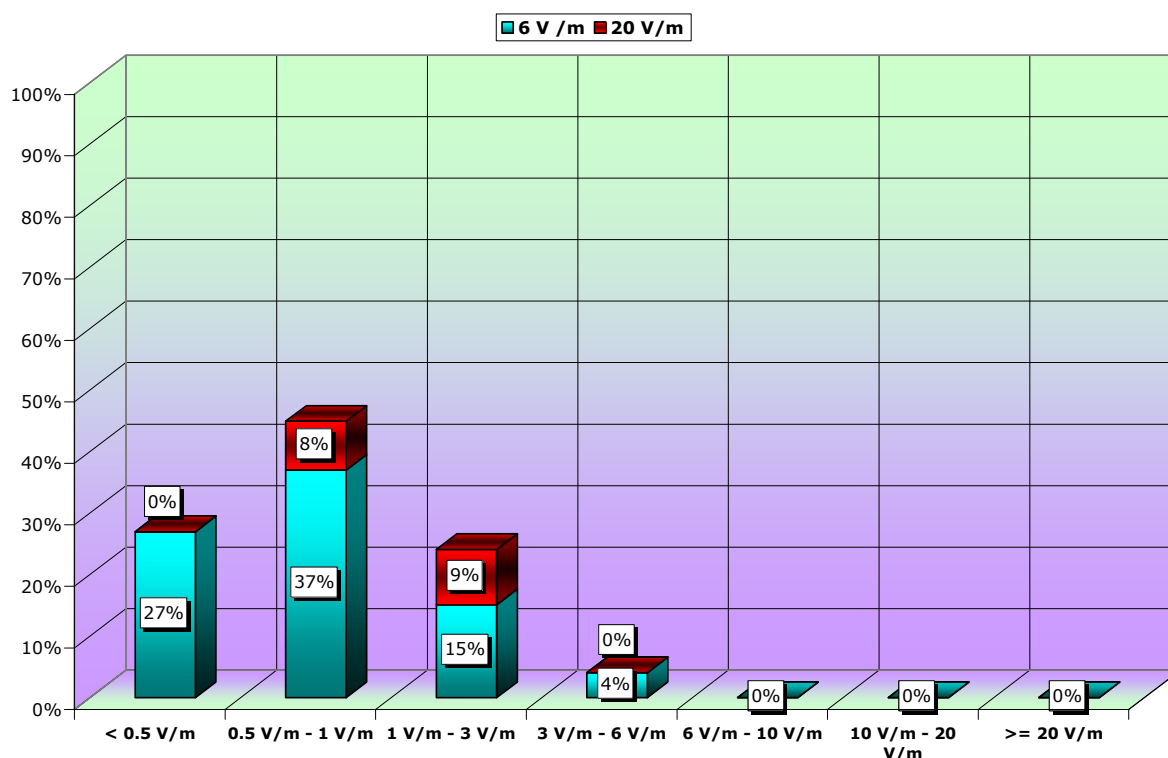


Tabella 8

Distribuzione dei valori di intensità di campo elettrico acquisiti con centralina di monitoraggio nel Comune di Cesenatico, suddivisi per limite applicato:							
6 V/m – 20 V/m							
V/m	< 0.5	0.5 ÷ 1	1 ÷ 3	3 ÷ 6	6 ÷ 10	10 ÷ 20	> 20
6							
N° valori (%)	27%	37%	15%	4%	0%	0%	0%
20							
N° valori (%)	0%	8%	9%	0%	0%	0%	0%

Figura 13: Distribuzione delle misure in continuo



L'analisi delle misure in continuo conferma quanto indicativamente emerso per le "misure brevi" (§ 4), ovvero anche nel caso di acquisizioni sul lungo periodo i valori dell'intensità del

campo elettrico rilevati risultano inferiori a metà del limite applicato: fanno eccezione i siti di Via Michelangelo 25 (valore max misurato **4.9** V/m, limite applicato 6 V/m) e Viale Carducci 150 (valore max misurato **3.2** V/m, limite applicato 6 V/m) in corrispondenza dei siti "HOTEL ROYAL E HOTEL BRAVO" e "HOTEL NAZIONI" dove sono presenti rispettivamente gli impianti TIM/ VODAFONE/H3G/3EL (Hotel Bravo - Via Bernini e Hotel Royal - Viale Carducci 292) e WIND (Hotel delle Nazioni - Viale Carducci 127)

Nella Tabella 9 è riportata la descrizione dei siti e delle sorgenti monitorate, i principali valori statistici di ciascuna campagna (valore massimo **E_{max}**, minimo **E_{min}** e medio **E_{medio}**) in riferimento alla strumentazione sia per il monitoraggio in continuo (fissa) che per le misure brevi (portatile)

Il colore dei bordi della tabella ha lo stesso significato riportato nel § 4 (Tab.n°9)

La totalità delle caselle è di colore verde ed indica livelli di campo elettrico < 3 V/m. Il valore medio di campo elettrico (**E_{medio}**), relativo a ciascun punto d'indagine, si ottiene dalla media quadratica dei valori acquisiti dalla centralina (ad intervalli di 6 minuti) per tutto il periodo di monitoraggio.

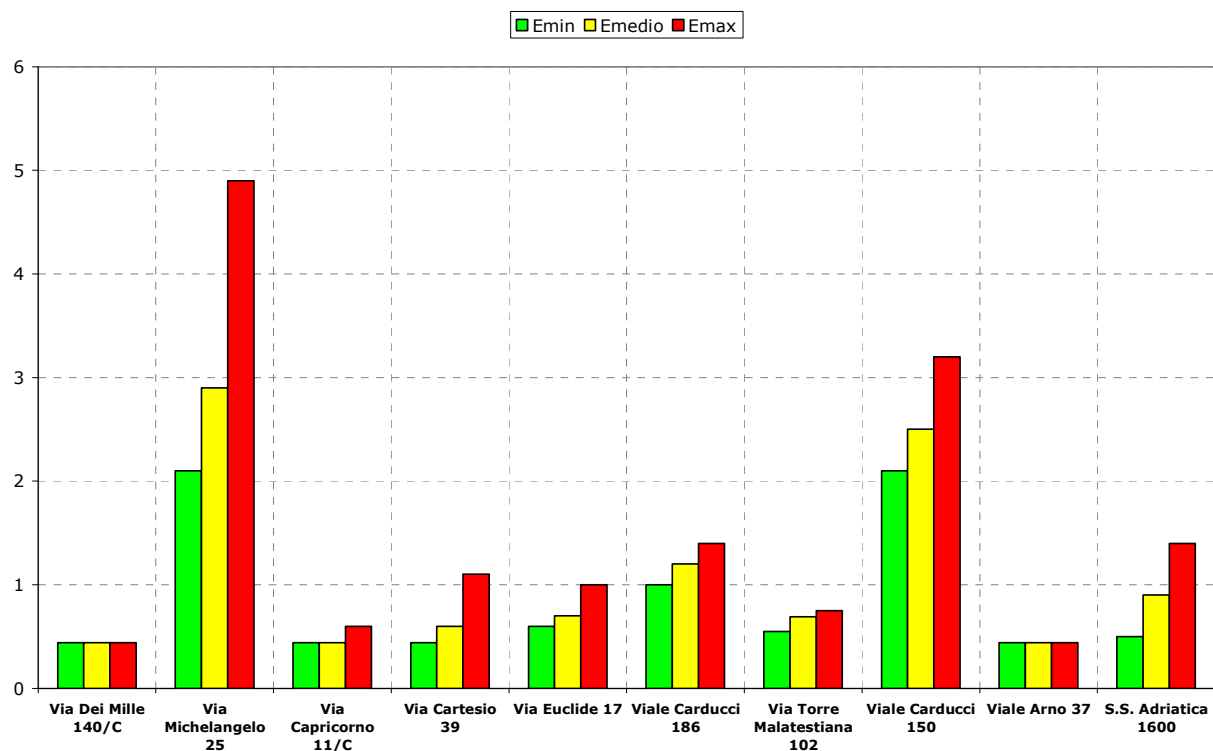
In figura 11 sono rappresentati solo i parametri statistici delle campagne in continuo.

Tabella 9

SITI MONITORATI		SRB/RADIO MONITORATA	INDIRIZZO SRB	N_ DI DATI VALIDI	CAMPO ELETTRICO valore minimo E _{min} (V/m)	CAMPO ELETTRICO valore medio E _m (V/m)	CAMPO ELETTRICO valore massimo E _{max} (V/m)	CAMPO ELETTRICO MEDIO Con misuratore di campo (EMR)	VALORE DI ATTENZIONE O LIMITE DI ESPOSIZIONE APPLICATO (V/m) DPCM 08/07/03
1	Viale Dei Mille 140/C	WIND	Via Abba	1631	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.6	6
2	Via Michelangelo 25	TIM	Via Bernini 7	3512	2.1	2.9	4.9	2.5	6
		VODAFONE H3G 3IND	Viale Carducci 292						
3	Via Capricorno 11C	TIM	Via Eulero 58	4696	< 0.5	< 0.5	0.6	0.5	6
4	Via Cartesio 39	VODAFONE RFI	Viale Torricelli	8707	< 0.5	0.6	1.1	0.7	6
5	Via Euclide 17	VODAFONE	Via Euclide 15	3046	0.6	0.7	1.0	0.7	20
6	Viale Carducci 186	TIM H3G 3IND	Viale Carducci 186	3442	1.0	1.2	1.4	1.0	20

SITI MONITORATI		SRB/RADIO MONITORATA	INDIRIZZO SRB	N_ DI DATI VALIDI	CAMPO ELETTRICO valore minimo Emin (V/m)	CAMPO ELETTRICO valore medio Em (V/m)	CAMPO ELETTRICO valore massimo Emax (V/m)	CAMPO ELETTRICO MEDIO Con misuratore di campo (EMR)	VALORE DI ATTENZIONE O LIMITE DI ESPOSIZIONE APPLICATO (V/m) DPCM 08/07/03
7	Via Torre Malatestiana 102	WIND- RRR- H3G	Via Torre Malatestiana/SS16 Adriatica	2581	0.6	0.7	0.8	0.9	6
8	Viale Carducci 150	WIND	Viale Carducci 127	2967	2.05	2.5	3.2	3.3	6
9	SS Adriatica 2197	WIND	Viale Arno 37	3496	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	6
10	SS Adriatica 1600	H3G 3IND	SS 16 Adriatica	4300	0.5	0.9	1.4	0.7	6

Figura 14: Dati statistici riassuntivi delle campagne di monitoraggio.



6. CONCLUSIONI

Le misure di intensità di campo elettromagnetico effettuate nel corso degli anni 2011-2012 hanno riguardato complessivamente 27 installazioni SRB. I valori rilevati in prossimità delle stazioni radiobase hanno mostrato livelli di intensità di campo elettrico ampiamente inferiori ai limiti previsti dalla vigente normativa. Non sono stati oggetto di indagine gli impianti radio-televisivi in quanto non presenti.

In tutti i siti indagati, i rilievi effettuati (misure in tempi brevi) evidenziano valori di intensità del campo elettrico estremamente bassi e soltanto in qualche caso di poco superiori a 3 V/m. I valori più alti sono stati misurati nei siti "HOTEL BRAVO – HOTEL ROYAL" e "HOTEL NAZIONI", i cui risultati sono brevemente descritti nella tabella di seguito:

Tabella 10

"HOTEL BRAVO – HOTEL ROYAL"		TIM – VIA BERNINI 17		
		VODAFONE – H3G – 3IND Viale Carducci 292		
MISURE BREVI	SITO MISURA	VALORE MISURATO (V/m)		LIMITE APPLICATO
	Via Raffaello 20 Terrazzo 6°P	3.3		6
	Via Michelangelo 25 copertura piana 6°P	4.9		20
	Viale Carducci 290 copertura piana 7°P	5.4		20
MISURE IN CONTINUO	SITO MISURA	VALORE MEDIO MISURATO (V/m)	VALORE MASSIMO MISURATO (V/m)	LIMITE APPLICATO
	Via Michelangelo 25 terrazzo 5°P	2.9	4.9	6

Tabella 11

"HOTEL NAZIONI"		WIND – Viale Carducci 127		
MISURE BREVI	SITO MISURA	VALORE MISURATO (V/m)		LIMITE APPLICATO
	Viale Carducci 150 Terrazzo 5°P	3.3		6
	Viale Carducci 127 lastrico solare 6°P	4.8		20
MISURE IN CONTINUO	SITO MISURA	VALORE MEDIO MISURATO (V/m)	VALORE MASSIMO MISURATO (V/m)	LIMITE APPLICATO
	Viale Carducci 150 Terrazzo 5°P	2.5	3.2	6

Tra tutti i siti monitorati, quelli interessati da livelli di campo elettrico maggiori risultano essere ubicati ad altezze prossime a quella degli impianti trasmettenti: valori di poco superiori alla **metà del limite** sono stati misurati in Via Raffaello 20 (**3.3 V/m**) e in Viale Carducci 150 (**3.3 V/m**); occorre precisare che i valori più alti registrati, ovvero i **5.4 V/m** misurati in Viale Carducci 290, **4.9 V/m** in Via Michelangelo 25 e **4.8 V/m** in Viale Carducci 127, sono stati rilevati in aree in cui il limite applicato è pari a 20 V/m.

Tutte le misure effettuate in prossimità dei singoli impianti SRB hanno evidenziato il rispetto dei limiti, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità fissati dagli artt. 3 e 4 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, confermando quanto previsto in sede di valutazione preventiva nell'istruttoria di autorizzazione degli impianti.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Fondamenti di fisica. Vol.2 autori: Halliday D., Resnick R., Walker j. Cap. Elettromagnetismo
2. Campi elettromagnetici, prevenzione, comunicazione, controllo e ricerca Atti del convegno *I quaderni di ARPA - EMILIA ROMAGNA*
3. D. Andreuccetti – CNR/IROE "Nello Carrara" - "I campi elettromagnetici" – Conferenza 23 Novembre 2000 – Lugano.
4. D. Andreuccetti, M. Poli e P. Zanichelli , "Elementi di fisica delle onde elettromagnetiche e nozioni di base sugli indicatori di rischio"- Atti del Convegno Nazionale dBA –"Dal rumore ai rischi fisici", Modena 17 – 19 Settembre 1998.
5. Dall' intervento di Daniele Andreuccetti – CNR/IROE "Nello Carrara" - Pordenone, Marzo 2001 Atti Convegno: "Frequenze industriali e radiofrequenze: Fonti di inquinamento elettromagnetico nella provincia di Pordenone e nel territorio del Friuli Venezia Giulia".
6. P. Vecchia – "Aspetti sanitari dell'esposizione aspetti sanitari dell'esposizione a campi elettromagnetici" – Presentazione dell'intervento Convegno Telecomunicazioni, Innovazione Tecnologica, Protezione Ambientale, 12 Dicembre 2005, Milano.
7. INCIRP (1998) - Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) – Health Physics 74, 494-522.
8. M. Cavagnaro (Dip. Ing. Elettronica -Università "La Sapienza" di Roma, ICEmB - Centro Interuniversitario Interazione tra Campi Elettromagnetici e Biosistemi) – Dosimetria dei campi elettromagnetici.
9. P. Bernardi, M. Cavagnaro, S. Pisa, E. Piuze, "Human Exposure to Cellular Base Station Antennas in Urban Environment", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol.48, n°11, pp.1996-2002, November 2000.
10. C. Marino – (Sezione di tossicologia e scienze biomediche ENEA) - Effetti biologici dei campi elettromagnetici nella sperimentazione in vivo
11. S. Lagorio - (Istituto Superiore di Sanità, Roma) - "Studi epidemiologici sui possibili effetti cancerogeni dell'esposizione a campi ELF e a radiofrequenze" - Seminario ELETTRA 2000 - ARPA Lazio "Valutazione e misura dell'esposizione ai campi elettromagnetici", 25 Settembre 2001- Roma.

12. S. Lagorio (ISS, Roma), A. Salvan (Istituto di Ingegneria Biomedica, CNR Padova e ISS, Roma) - "Studi epidemiologici (ELF _ RF)" - III Seminario ANPA/ELETTTRA2000 "Valutazione e misura dell'esposizione ai campi elettromagnetici" Trento, 28-29/11/2001 - ITC-IRST.

13. M.H. Repacholi (Coordinatore Salute ambientale e Occupazionale Organizzazione Mondiale della Sanità, Ginevra, Svizzera) "Progetto internazionale CEM, effetti sanitari e standard" - Seminario "Campi Elettromagnetici: Prevenzione, comunicazione, controllo e ricerca" - Bologna, 6-7 Novembre 2000.

14. M.H. Repacholi, A. Basten, V. Gebiski, D. Noonan, J. Finnie, A.W. Harris - Lymphomas in Em-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900MHz electromagnetic fields - Radiation Research 147: 631-640.

15. Racc.1999/512/CE del 12 luglio 1999 - pubblicata sulla G. U. C. E n. L199 30/07/1999 Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300.

16. D.P.C.M. Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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.

17. Legge 22 febbraio 2001, n. 36 - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici pubblicata nella *Gazzetta Ufficiale* n. 55 del 7 marzo 2001

18. Legge Regionale 31 ottobre 2000, n. 30 - norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico (testo coordinato)

19. **CEI 211-6 2001-01** "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana"

20. **CEI 211-7 2001-01** "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 Ghz, con riferimento all'esposizione umana"



21. **CEI 211-4 1996-12** "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"

22. **CEI 211-10 V1 2004-01** "Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza - Appendice G: Valutazione dei software di calcolo previsionale dei livelli di campo elettromagnetico - Appendice H: Metodologie di misura per segnali UMTS"

23. **ANPA RTI CTN_AGF 1/2000** "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz - 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione"

24. **CEI 11-60 2000-07** "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne"

Indirizzi Internet

-  http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/cem/generale_52.asp
-  <http://www.who.int/emf>
-  <http://www.icnirp.org/>
-  <http://www.iarc.fr>
-  http://ec.europa.eu/health/ph_determinants/environment/EMF/emf_en.htm
-  <http://www.niehs.nih.gov/external/search.htm>
-  <http://www.iegmp.org.uk>
-  http://www.emprotect.enea.it/Pdf/EventiConclusi/Convegno_01_04_2004/Atti/Lagorio.pdf
-  <http://www.elettra2000.it/>
-  <http://www.arpa.emr.it/cem/index.asp?idlivello=95>
-  <http://ec.europa.eu/health/opinions2/en/electromagnetic-fields/>
-  http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2010/pdfs/pr200_E.pdf (Studio Interphone)