

Indice

1	Premessa	3
2	Effetti epidemiologici	3
2.1	Campi a bassa frequenza (50 Hz).....	3
2.2	Campi a radiofrequenza e microonde (telefonia cellulare).....	5
3	Inquinamento elettromagnetico.....	8
4	Sintesi del quadro normativo.....	9
4.1	Legge Quadro Nazionale n.36 del 22 febbraio 2001	9
4.2	Legge Regionale n° 30 del 31 ottobre 2000	12
4.3	Legge Regionale n° 30 del 25 novembre 2002	16
4.4	Legge Regionale n° 20 del 24 marzo 2000	16
5	Sorgenti a bassa frequenza	17
5.1	Funzionalità e struttura della rete elettrica.....	17
5.2	Analisi della situazione esistente.....	19
5.3	Situazione sul territorio.....	20
5.4	Tipologie delle linee a media tensione	20
5.5	Elaborato grafico.....	20

6	Campi elettromagnetici ad alta frequenza	21
6.1	I sistemi per la telefonia mobile	21
6.2	Breve storia dei sistemi di telefonia cellulare	22
6.3	La stazione radio base (SRB)	25
6.4	Situazione sul territorio.....	26
6.5	Analisi degli impianti esistenti.....	27
6.5.1	Risultati delle misure estemporanee	29
6.5.2	Risultati dei campionamenti.....	30
6.5.3	Conclusioni.....	32
6.6	Analisi della copertura outdoor delle emittenti esistenti	33
6.6.1	Metodologia di analisi della copertura outdoor	33
6.6.2	Risultati	34
6.7	Impatto paesaggistico e naturalistico	38
6.8	Programmi 2006 presentati dai Gestori.....	39
6.9	Previsioni di sviluppi futuri.....	39
7	Bibliografia	40

TAVOLA 1 (1.1 e 1.2): mappa con indicazione degli elettrodotti e delle SRB di telefonia mobile esistenti

ALLEGATO 1: schede relative ai siti esistenti di telefonia mobile

1 Premessa

Il presente studio ha lo scopo di censire le sorgenti di radiazioni non ionizzanti presenti nel Comune di Carpaneto Piacentino.

Mediante l'analisi del territorio e la raccolta di informazioni in collaborazione con gli uffici Comunali, si è proceduto all'identificazione di tutte le diverse tipologie di sorgenti presenti sul territorio comunale. Questa prima fase ha permesso di individuare, quali possibili fonti di inquinamento elettromagnetico, la presenza di Stazioni Radio Base (SRB) per la telefonia mobile ed elettrodotti per la distribuzione ed il trasporto dell'energia elettrica. Successivamente, utilizzando software previsionali e misure sul campo, si è proceduto alla caratterizzazione delle sorgenti di campi elettromagnetici. Particolare attenzione è stata rivolta ai luoghi "sensibili" quali asili, scuole, ospedali, case di cura e residenza per anziani od aree di particolare intensità abitativa poste in prossimità delle sorgenti stesse.

Per facilitare la lettura del documento, è stata affrontata separatamente l'analisi delle sorgenti a bassa (elettrodotti di frequenza nominale 50 Herz) e ad alta frequenza (Stazioni Radio Base per la telefonia mobile).

Dopo una breve descrizione delle conoscenze attuali in materia di rischi sanitari legati ai campi elettromagnetici e delle caratteristiche principali delle emissioni a bassa ed alta frequenza, di seguito si riporta una sintesi della normativa nazionale e regionale ed i risultati dello studio.

2 Effetti epidemiologici

I possibili danni alla salute dell'uomo causati dall'esposizione prolungata a campi elettromagnetici, generano allarme nella popolazione non solo perché la problematica è relativamente nuova e di difficile comprensione, ma anche perché l'esposizione è spesso involontaria e generata da impianti, come quelli per il trasporto dell'energia elettrica o per la trasmissione radio e televisiva e la telefonia, la cui installazione non dipende in modo diretto dalla volontà della popolazione stessa.

Le onde elettromagnetiche sono classificate come radiazioni "non ionizzanti", in quanto non hanno sufficiente energia per ionizzare la materia (ionizzazione = produzione di coppie di ioni o cariche elettriche positive e negative). Ciononostante sono in grado di interagire con gli organismi viventi e con l'ambiente, provocando effetti differenti a seconda della frequenza che le caratterizza.

Di seguito si riporta un breve sunto dell'attuale stato della conoscenza scientifica in materia.

2.1 Campi a bassa frequenza (50 Hz)

Il problema delle determinazioni del nesso causale tra campi elettromagnetici a bassa frequenza e danni alla salute umana, è stato affrontato sin dall'inizio degli anni settanta con lo scopo di approfondire i risultati che ricercatori russi ottennero al termine di alcuni studi condotti su operatori addetti alla manutenzione di stazioni elettriche ad alto voltaggio. Negli anni successivi gli studi scientifici continuarono ad evolversi e, in particolare, l'attenzione venne spostata dagli effetti acuti o a breve termine agli effetti a lungo termine.

La prima ricerca sull'argomento venne pubblicata nel 1979 dalla dott.ssa N. Wertheimer e dal dott. E. Leeper ("Electrical wiring configurations and childhood cancer"), che condussero uno studio del tipo caso-controllo attraverso il quale riscontrarono casi di tumore infantile in abitazioni prossime ad impianti elettrici ad alta corrente. Lo studio venne criticato sotto diversi aspetti, tanto che il Dipartimento della Salute dello stato di New York incaricò D.A. Saviz, famoso epidemiologo statunitense, di verificarne i risultati. Il dottor Saviz riconobbe che lo studio non aveva tenuto presente i cosiddetti "fattori di confondimento", i quali possono avere un certo ruolo nello sviluppo delle neoplasie, tuttavia nel commentare uno studio successivo, portato a termine nel 1986 da L. Tomenius, osservò come quest'ultimo fornisse un'ulteriore evidenza per un possibile ruolo eziologico dei campi elettromagnetici nei confronti dei tumori infantili, in quanto riproponeva i risultati ottenuti a suo tempo da Wertheimer e Leeper.

Una conferma degli effetti biologici dei campi elettromagnetici è giunta inoltre da uno studio epidemiologico, considerato esemplare da un punto di vista scientifico, condotto in Svezia dalla dott.ssa M. Feychting e dal dott. A. Ahlbom nel 1992 ("Magnetic fields and cancer in people residing near swedish high voltage power line"). Le prove più chiare ottenute da questa ricerca riguardano la leucemia infantile, anche se si è dimostrato come pure negli adulti vi sia una tendenza ad una associazione tra campi elettromagnetici e leucemia acuta e cronica, rispetto alle quali un aumento del rischio viene connesso sia al tempo di esposizione sia alla distanza dalle maggiori linee di trasmissione.

Oltre a queste, sono state compiute altre numerose indagini epidemiologiche con il fine di ottenere risultati sempre più affidabili, e soprattutto con lo scopo di individuare il meccanismo biologico di interazione con il corpo umano. A questo proposito si sono condotti studi attraverso i quali si è potuto riscontrare come i campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse influenzino alcuni fenomeni biologici in qualche modo pertinenti ai meccanismi di carcinogenesi. In particolare si è osservata inibizione della sintesi notturna della melatonina, così come si è registrata in vitro una perdita del 25% delle proprietà distruttive dei "linfociti T" nei confronti delle cellule cancerogene (SANTINI "Effetti biologici dei campi elettromagnetici di frequenza minima" in "Il rischio corre sul filo"). Anche la scoperta di cristalli di magnetite nei tessuti cerebrali ha permesso di sostenere l'ipotesi che anche il cervello sia influenzato dai campi elettromagnetici.

La possibilità di una associazione positiva tra esposizione ad onde elettromagnetiche a bassa frequenza e forme tumorali, viene dunque avanzata da più parti anche se ancora con le dovute cautele che sollecitano un ulteriore approfondimento delle ricerche. A tal proposito, due studiosi italiani, C. Maltoni e M. Soffritti, già nel 1991 hanno portato a termine una analisi comparata tra più di quaranta indagini epidemiologiche relative sia a bambini che ad adulti esposti in condizioni ambientali generiche e professionali. L'analisi ha in particolare rilevato con una certa sicurezza l'esistenza di un rapporto di causalità tra esposizione a campi elettromagnetici e promozione di forme neoplastiche (MALTONI - SOFFRITTI "Valutazione dei potenziali rischi per la salute, con particolare riferimento a quelli cancerogeni, da esposizione a campi elettromagnetici a bassissima frequenza").

Anche l'Istituto Superiore di Sanità, già nel rapporto ISTISAN del 1995 (Rapporto ISTISAN 95/29 "Rischio cancerogeno associato a campi magnetici a 50/60 Hz"), riconosce che "il quadro che emerge dalla letteratura scientifica esaminata depone nel complesso a favore di una associazione positiva tra esposizione a campi a 50/60 Hz e leucemia infantile" tanto che ne "ritiene credibile un'interpretazione causale". Ma ciò che rendeva all'epoca ancora particolarmente cauto l'Istituto Superiore di Sanità erano i dubbi in ordine alle possibili "variabili di confondimento" ed il carattere di probabilità e non di certezza attribuito al ruolo eziologico dei campi elettromagnetici. Tuttavia nel 1997 sembra che l'Istituto Superiore di Sanità abbia modificato, almeno in parte, la propria posizione: ciò si evince, in particolare, dalla presentazione di un documento finalizzato all'istituzione di nuovi limiti espositivi realizzato congiuntamente dall'Istituto Superiore della Prevenzione e della Sicurezza del

Lavoro e dall'Istituto Superiore di Sanità medesimo. Risulta infatti che i due Istituti siano d'accordo sull'adozione di un sistema di valutazione del rischio secondo il quale, con riferimento a quelle situazioni nelle quali il nesso causale tra esposizioni e malattia non sia stabilito con assoluta certezza, il principio cautelativo rappresenti il criterio orientativo delle scelte inerenti alla tutela della salute pubblica.

Dunque, coerentemente alla posizione assunta attraverso tali dichiarazioni, l'ISPESL propone come livelli massimi valori pari a $2 \mu\text{T}$ per esposizioni croniche della popolazione e pari a $0,5/0,6 \mu\text{T}$ per esposizioni da consentire in aree destinate all'infanzia ed a strutture sanitarie; gli stessi limiti dovrebbero essere rispettati per la costruzione di nuovi elettrodotti anche in aree residenziali (ISPESL, "Proposta dell'Istituto Superiore della Prevenzione e della Sicurezza del Lavoro" Dipartimento insediamenti produttivi e interazione con l'ambiente, 1997). Viene così suggerita l'adozione di standards espositivi molto vicini alla cosiddetta soglia di pericolo che, per i più recenti studi scientifici, è rappresentata dagli $0,2 \mu\text{T}$. Si tratta dei valori precauzionali che infatti sono stati recepiti a livello normativo dalla Regione Emilia Romagna attraverso le Leggi Regionali emanate a partire dal 2000.

2.2 Campi a radiofrequenza e microonde (telefonia cellulare)

A differenza che per l'inquinamento elettromagnetico a bassa frequenza, la diffusione di onde elettromagnetiche ad alta frequenza è legata allo sfruttamento di particolari tecnologie che solo recentemente hanno avuto un forte sviluppo. Ne consegue che anche l'approfondimento scientifico sugli effetti biologici delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza ha subito inevitabili ritardi.

A tal proposito merita ricordare che, per ciò che riguarda l'interazione con i tessuti biologici delle radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza, la variabile significativa da considerare è l'assorbimento di energia da parte del corpo umano (SAR), a differenza da quanto si ha per le basse frequenze per cui gli effetti sono piuttosto attribuibili al passaggio di corrente elettrica nel corpo (come conseguenza dell'esposizione a campi elettrici e magnetici). L'energia assorbita viene poi trasformata pressoché interamente in calore determinando, in tal modo, la possibilità di conseguenze per la salute.

I telefoni cellulari e le Stazioni Radio Base (che chiameremo per comodità SRB nel seguito) presentano situazioni di esposizione molto diverse. L'esposizione ai campi a radiofrequenza di chi utilizza un "telefonino" è molto superiore a quella di chi vive vicino ad una SRB. E' pur vero però che, a parte gli sporadici segnali emessi per mantenere il contatto con le SRB vicine, gli apparati mobili trasmettono energia a radiofrequenza solo durante le chiamate, mentre le SRB trasmettono continuamente segnali.

Dispositivi portatili: i telefoni cellulari sono trasmettitori a radiofrequenza che emettono potenze relativamente basse. (per telefoni con tecnologia di tipo GSM si va solitamente da 0,5 a 2 Watt a seconda della qualità della comunicazione con l'antenna ad essi più vicina). Altri tipi di trasmettitori portatili, come i "walkie talkie", possono emettere potenze di 10 Watt ed oltre. L'intensità del campo a radiofrequenza generato (e quindi l'esposizione di un generico utente) decresce rapidamente con l'aumentare della distanza dal "telefonino". Di conseguenza l'esposizione di un utente con il cellulare posto ad alcune decine di centimetri dalla testa (con l'ausilio di dispositivi che lascino libere le mani, tipo auricolari o viva voce) è di gran lunga inferiore a quella di un utente che tiene il dispositivo appoggiato alla testa.

Stazioni radio base: le SRB trasmettono livelli di potenza che tipicamente vanno da pochi Watt sino anche a 50 Watt per ogni "settore" (solitamente ogni SRB è composta da 3 settori che puntano in direzioni differenti e tali da coprire tutta la regione attorno alla SRB

stessa), a seconda dell'ampiezza della regione, o "cella", che devono coprire con il segnale radio. Le antenne sono generalmente montate su edifici, tralicci o pali compatti ad un'altezza dal suolo che varia dai 15 ai 50 metri. Queste emettono onde elettromagnetiche a radiofrequenza ed hanno diagrammi di radiazione che sono tipicamente stretti nella direzione verticale e larghi nella direzione orizzontale.

Grazie alla piccola apertura verticale del fascio (l'angolo a -3dB è solitamente minore di 10°), l'intensità del campo elettromagnetico direttamente sotto l'antenna è assai bassa, cresce quando ci si allontana dalla SRB, e, per l'attenuazione dovuta alla propagazione, torna a decrescere abbastanza rapidamente a distanze maggiori dall'antenna.

Le antenne installate sui tetti degli edifici sono generalmente protette da recinzioni, sistemate a distanza di 2-5 metri, che tengono il pubblico lontano dall'area in cui il campo a radiofrequenza può eccedere i limiti di esposizione. Considerando poi che le antenne, per le caratteristiche del loro diagramma di radiazione, non irradiano quantità significative di energia né all'indietro né verso l'alto ed il basso, i livelli di energia all'interno o ai lati degli edifici sono normalmente molto bassi.

Come detto precedentemente, l'energia a radiofrequenza e microonde assorbita dagli organismi viventi viene convertita pressoché totalmente in calore e ne produce un riscaldamento. Tuttavia non è possibile sostenere che l'esposizione ad un campo ad alta frequenza diventi pericolosa soltanto nel momento in cui sia percepibile un surriscaldamento dei tessuti corporei. Questo perché i sensori termici del corpo si trovano nello strato superficiale della pelle, cosicché quando è percepibile un loro riscaldamento è possibile che, a seguito dell'assorbimento di energia, i tessuti corporei degli strati più profondi abbiano già subito un innalzamento di temperatura (MATTHES "i campi elettromagnetici-i loro effetti sul corpo umano-le soglie di sicurezza", in "Il rischio corre sul filo").

Organi particolarmente sensibili a questo processo di riscaldamento indotto sono gli occhi ed i testicoli a causa della loro ridotta capacità di dispersione del calore: per il cristallino danni permanenti si verificano per esposizioni dell'ordine di 1000 W/m^2 , con comparsa di opacità che può degenerare in cataratta, mentre negli organi riproduttivi, sensibili agli incrementi di temperatura ed autoregolati a temperatura inferiore a quella corporea, l'effetto negativo è la sterilità. Sono state anche avanzate ipotesi, ancora da confermare, secondo le quali tali campi elettromagnetici ad alta frequenza potrebbero influenzare il sistema circolatorio o quello sistema nervoso.

Per quanto concerne l'eventuale correlazione tra esposizione a campi a radiofrequenza e microonde e l'insorgenza di patologie tumorali, non sono ancora a disposizione risultati di studi epidemiologici che possano fornire una risposta precisa. Questo vale in particolare per esposizioni non professionali, solitamente caratterizzate da intensità di campi ridotte ed associate a lunghi tempi di esposizione.

L'OMS ha identificato le ricerche necessarie per una migliore valutazione dei rischi e ne ha promosso la sovvenzione da parte delle organizzazioni competenti. In breve, questa indagine ha indicato quanto segue:

- **Cancro:** l'evidenza scientifica attuale indica che l'esposizione a campi a radiofrequenza, quali quelli emessi dai telefoni cellulari e dalle SRB, non inducono o favoriscono, verosimilmente, il cancro. Diversi studi su animali esposti a campi a radiofrequenza simili a quelli emessi dai telefoni cellulari non hanno trovato nessuna evidenza di induzione o promozione di tumori cerebrali. Nel 1997 uno studio ha indicato che i campi a radiofrequenza accrescevano il tasso di sviluppo di linfomi in ratti geneticamente modificati, ma le implicazioni sanitarie di questo studio non sono ancora chiare. Sono in corso diverse ricerche per confermare questi risultati e stabilire se abbiano rilevanza per il cancro nell'uomo.

- **Altri rischi sanitari:** alcuni scienziati hanno riportato altri effetti legati all'impiego dei telefoni mobili, tra cui cambiamenti nell'attività cerebrale, nei tempi di reazione e nell'andamento del sonno. Questi effetti sono minimi e non sembrano avere alcun impatto sanitario significativo. Sono in corso studi per confermare questi risultati.
- **Interferenza elettromagnetica:** quando i telefoni cellulari sono utilizzati in prossimità di dispositivi medicali (tra cui pacemaker, defibrillatori impiantabili e certi apparecchi acustici) è possibile che si provochino interferenze. Sono potenzialmente possibili anche interferenze tra telefoni cellulari e dispositivi elettronici degli aerei.

Le linee guida internazionali sviluppate dalla Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP), si basano su un'accurata analisi di tutta la letteratura scientifica pertinente (effetti termici e non termici) ed offrono, con ampi margini di sicurezza, protezione contro tutti i rischi accertati dell'energia a radiofrequenza. Sia le misure che i calcoli mostrano che i livelli dei segnali emessi dalle SRB nelle aree accessibili al pubblico sono molto al di sotto dei valori raccomandati dalle linee guida internazionali (in genere di un fattore 100 o più).

Da ultimo, a titolo di esempio, riportiamo nella tabella seguente alcune misure effettuate in prossimità di apparecchi cellulari. Le misure sono tratte da uno studio del WWF e sono state fatte presso la loro sede (VIA Po 25 a Roma) con la consulenza tecnica del CNR e dell'ISPES. I dati hanno una valenza esclusivamente indicativa e possono variare in funzione della distanza dal ripetitore a cui si connette il cellulare, ma servono per comprendere le differenze dei campi a cui si è sottoposti durante una telefonata, rispetto a quelli dovuti alla presenza delle SRB.

Tabella 1: valori di campo elettrico misurati in prossimità di telefoni cellulari

<i>tipo di cellulare</i>	<i>durata (sec)</i>	<i>squillo (V/m)</i>	<i>media (V/m)</i>
Nokia 7110	60	14	13
Siemens C25	60	12	10
Nokia 3210	60	8	19
Samsung 2100	60	8	13
Ericsson A1018S	60	12	12

3 Inquinamento elettromagnetico

Negli ultimi anni, in concomitanza con il crescente sviluppo tecnologico, si è avuto un significativo incremento del livello del campo elettromagnetico ambientale.

Questo fenomeno è dovuto a vari fattori tra cui:

- il sempre maggiore utilizzo di dispositivi che utilizzano per il loro funzionamento onde elettromagnetiche (ad esempio nel settore sanitario o delle telecomunicazioni)
- il massiccio utilizzo di apparecchiature domestiche ed industriali in cui si ha passaggio di corrente a varie frequenze
- il crescente numero di elettrodotti per il trasporto dell'energia elettrica reso necessario dal forte aumento dei consumi energetici

Tale aumento dei campi elettromagnetici, associato alle ridotte conoscenze sui loro possibili effetti sanitari di breve e lungo periodo, ha generato preoccupazione nell'opinione pubblica sulle possibili conseguenze per la salute dell'uomo.

I campi elettromagnetici a cui ci si riferisce quando si parla di elettrosmog occupano la parte dello spettro di frequenze compresa tra i campi statici e le radiazioni infrarosse (tra 0 e 300 GHz). Tale range viene di solito ulteriormente suddiviso in due sotto-intervalli di frequenze aventi proprietà omogenee, caratterizzati cioè da un insieme di sorgenti comuni, da un analogo comportamento dei campi generati e dalle medesime tecniche di misura.

La suddivisione usualmente adottata è la seguente :

□ **Campi elettromagnetici a bassa frequenza (tra 0 e 100 KHz).**

In questo intervallo di frequenze la sorgente più importante è costituita dagli impianti per la distribuzione ed il trasporto dell'energia elettrica, la cui frequenza caratteristica è 50 Hz. Per questi valori di frequenza particolarmente bassi, a causa delle ampie lunghezze d'onda in gioco, valori di campo significativo si hanno solo nelle cosiddette zone "reattiva" e di "campo vicino", in cui in generale non si hanno fenomeni di tipo propagativo vero e proprio e la relazione analitica che lega tra loro campo elettrico e magnetico è di difficile previsione. Date le basse frequenze ci si pone allora in ipotesi di campi "quasi statici" (cioè campi variabili "lentamente" nel tempo e con una distribuzione spaziale analoga ad equivalenti campi statici) ed il campo elettrico e quello magnetico possono praticamente essere considerati e misurati indipendentemente l'uno dall'altro. Il campo elettrico è pressoché proporzionale alla tensione di esercizio dell'elettrodotto, mentre il campo magnetico è proporzionale alla corrente che circola nella linea, la quale a sua volta varia in funzione della richiesta di energia da parte dell'utenza nell'arco della giornata.

□ **Campi elettromagnetici ad alta frequenza (100 KHz e 300 GHz).**

In questo intervallo di frequenze ricadono in particolare i campi elettromagnetici utilizzati per le telecomunicazioni, generati cioè dagli impianti utilizzati nella diffusione radiotelevisiva e nella telefonia mobile. Per questo tipo di apparecchiature, date le lunghezze d'onda coinvolte, si parla di vero e proprio fenomeno di propagazione di energia elettromagnetica sottoforma di onde che viaggiano alla velocità della luce (3×10^8 m/sec nel vuoto) e sono caratterizzate da una frequenza, o numero di cicli al secondo, "f" e da una lunghezza d'onda "λ".

In questo caso le lunghezze d'onda in gioco sono molto inferiori rispetto al caso precedente e già ad una distanza di alcuni metri dalla sorgente ci si trova solitamente già in regione di "campo lontano", in cui cioè il campo elettrico e quello magnetico diventano legati tra loro da una precisa relazione vettoriale e matematica. La misura di una sola delle due grandezze risulta allora sufficiente a caratterizzare il fenomeno dato che l'altra si può ricavare analiticamente dalla prima.

La suddivisione in base alla frequenza sopra riportata riguarda in realtà non solo la metodologia di analisi e misura, ma anche il tipo di interazione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con i tessuti biologici e di conseguenza la normativa di riferimento. Nel capitolo successivo si riporta un breve quadro sinottico dei riferimenti normativi riguardanti l'alta e la bassa frequenza.

4 Sintesi del quadro normativo

La normativa per la tutela della popolazione dai danni causati dall'esposizione ai campi magnetici è stata integrata in modo significativo negli ultimi anni.

A livello nazionale è stata emanata la Legge Quadro n. 36 del 22/02/2001 che, con i successivi Decreti Applicativi (D.P.C.M. 08/07/2003), fissa oltre alle competenze di Stato, Regioni, Province e Comuni, i limiti di esposizione per la popolazione.

La regione Emilia Romagna ha inoltre emanato la Legge Regionale n.30 del 31/10/2000 recante "norme per la tutela e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico" che assieme alla successiva Direttiva Applicativa 197/2001 definisce tra gli altri gli indirizzi per l'ubicazione, la modifica ed il risanamento degli impianti per l'emittenza radiotelevisiva, la telefonia mobile e la distribuzione dell'energia elettrica.

Successivamente, a completamento di questa, è stata emanata la Legge Regionale n.30 del 25/11/2002.

Sempre a livello regionale, seppur non espressamente dedicata al tema specifico dell'inquinamento elettromagnetico ma più in generale alla programmazione urbanistica e territoriale, risulta a questo collegato in una sua parte la Legge Regionale n.20 del 24/03/2002.

4.1 Legge Quadro Nazionale n.36 del 22 febbraio 2001

La Legge Quadro sulla "protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" ha lo scopo di:

- dettare i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute dei lavoratori e della popolazione
- promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine
- assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio
- promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettromagnetici

La Legge ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possono comportare l'esposizione della popolazione o dei lavoratori a campi elettrici, magnetici o elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e

300 GHz. In particolare questa si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici (compresi gli impianti per la telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione) mentre non vale in caso di esposizione intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici.

In base alla Legge lo Stato ha il compito di fissare il **limite di esposizione** (valore del campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione), il **valore di attenzione** (valore del campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle quattro ore giornaliere) e gli **obiettivi di qualità** per la popolazione e per i lavoratori, di promuovere le attività di ricerca e di sperimentazione tecnico-scientifica, di istituire un catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, di definire i criteri di elaborazione dei piani di risanamento degli impianti esistenti e di determinare le tecniche di misura dell'inquinamento elettromagnetico.

Alle Regioni compete l'individuazione dei siti più adatti per l'installazione di impianti di telefonia mobile, di impianti radioelettrici e di impianti di radiodiffusione, la definizione dei tracciati di elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV, la definizione delle modalità di rilascio delle autorizzazioni, la formazione e gestione di un catasto regionale delle sorgenti fisse e la definizione dei compiti di Provincia e Comune.

I Comuni in particolare possono adottare un regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

Come previsto dalla legge Quadro i livelli di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità e di cautela, assieme alle tecniche di misurazione e di rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico ed i parametri per la previsione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti, sono stati fissati da successivi Decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri del 08 Luglio 2003. In particolare l'aver fissato tali valori permette di discriminare gli impianti radioelettrici e gli elettrodotti non in linea con la normativa e perciò che necessitano interventi di risanamento. Il mancato risanamento degli elettrodotti, delle stazioni e dei sistemi radioelettrici, degli impianti per telefonia mobile e degli impianti di radiodiffusione, dovuto ad inezia o ad inadempienza dei proprietari, comporta tra gli altri la disattivazione dei suddetti impianti per un periodo fino a sei mesi, garantendo comunque i diritti degli utenti all'erogazione del servizio di pubblica utilità.

Nelle tabelle seguenti riportiamo i limiti fissati dai DPCM dell' 8 Luglio 2003, precisando che, come definito nei decreti stessi (art.1 comma 2), questi non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali oppure per esposizioni a scopo diagnostico o terapeutico.

Tabella 2: limite di esposizione, valore di attenzione ed obiettivo di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hertz) generata dagli elettrodotti (i valori riportati in tabella sono da intendersi come valori efficaci)

	Campo magnetico (μT)	Campo elettrico (kV/m)
Limite di esposizione	100	5
Valore di attenzione	10*	-
Obiettivo di qualità	3*	-

* da intendersi come valore medio nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio

Per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità (vedi tabella precedente) ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto (come definita dalla norma CEI 11-60), che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'Ambiente per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 KVolt, alle Regioni per tensioni inferiori ai 150 KVolt.

Tabella 3: limite di esposizione, valore di attenzione ed obiettivo di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 KHz e 300 GHz (i valori riportati in tabella sono da intendersi come valori efficaci)

Limiti di esposizione	Intensità del campo elettrico E (V/m)	Intensità del campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza (W/m²)
0,1 < freq ≤ 3 MHz	60	0,2	-
3 < freq ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < freq ≤ 300 GHz	40	0,1	4
Valori di attenzione	Intensità del campo elettrico E (V/m)	Intensità del campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza (W/m²)
0,1 MHz < freq ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz-300 GHz)
Obiettivi di qualità	Intensità del campo elettrico E (V/m)	Intensità del campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza (W/m²)
0,1 MHz < freq ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz-300 GHz)

I valori riportati in tabella 3 si intendono mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di 6 minuti.

Dall'analisi dei valori riportati in tabella 2 e tabella 3, si nota come per le alte frequenze questi riprendono quanto previsto dal D.M. n.381 del 10/09/1998.

Tale Decreto Ministeriale, assieme alle sue Linee Guida applicative del 1999, risulta di particolare interesse sebbene superato da leggi successive, in quanto, data la mancanza di linee guida ai DPCM 08/07/2003, vi si può fare riferimento per l'esecuzione delle misure.

Le Linee Guida al D.M. n. 381/98 stabiliscono che:

- “per la verifica dei limiti di esposizione le misure andranno effettuate nei luoghi accessibili alla popolazione ritenuti a maggior rischio, mentre per la verifica dei valori di cautela devono essere effettuate in primo luogo in corrispondenza degli edifici di maggior altezza e in prossimità delle direzioni di irraggiamento delle antenne considerate ed in corrispondenza di ricettori particolarmente sensibili quali ad esempio edifici destinati all'infanzia, scuole, ospedali”
- “nella zona di campo lontano, che inizia ad una distanza dalla sorgente superiore alla maggiore fra le quantità λ e D^2/λ (D = dimensioni massime lineari dell'elemento radiante, λ =lunghezza d'onda del campo emesso), dove le intensità di campo elettrico E, magnetico H e la densità di potenza S sono correlate in ogni punto dello spazio da

una precisa relazione analitica, la verifica del rispetto del valore limite per una qualsiasi delle tre grandezze è sufficiente ad assicurare il rispetto. Nella regione di campo vicino è necessario verificare il rispetto contemporaneo dei limiti di esposizione al campo elettrico ed a quello magnetico mentre perde di significato la misura della densità di potenza”

- “i livelli di campo elettrico, magnetico e della densità di potenza devono essere mediati su un’area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo temporale di 6 minuti”
- “tutte le medie devono essere considerate come medie aritmetiche sulla densità di potenza ovvero come medie quadratiche delle intensità del campo elettrico o magnetico”
- “la verifica del rispetto dei limiti e dei valori di cautela potrà essere effettuata sia attraverso misure che calcoli previsionali; tuttavia, nel caso in cui questi ultimi facciano prevedere livelli superiori al 50% dei valori massimi previsti, sarà necessario provvedere alle misure dirette del campo elettrico e magnetico, o della densità di potenza nella regione di campo lontano. A tal proposito si farà riferimento al valore di 3 V/m per il campo elettrico e 0,08 A/m per il campo magnetico come discriminante tra valutazioni previsionali e misure”
- “le misure vanno effettuate ordinariamente in banda larga e nel caso in cui venga superato il 50 % del valore del limite o misura di cautela è consigliabile effettuare un’analisi in banda stretta dei segnali presenti, oltre il 75 % dei suddetti limiti tale analisi diventa assolutamente necessaria”
- “le sorgenti che concorrono al superamento del livello limite possono essere diverse. I criteri di riduzione a conformità dovranno tenere conto di quanto ogni sorgente contribuisce al livello globale di campo elettrico, penalizzando maggiormente le sorgenti che producono un maggiore inquinamento elettromagnetico”

4.2 Legge Regionale n° 30 del 31 ottobre 2000

La Legge Regionale n.30/2000, assieme alla relativa Direttiva Applicativa 197/2001, detta le “norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell’ambiente dall’inquinamento elettromagnetico”. A tal fine le Province ed i Comuni, nell’esercizio delle loro competenze e della pianificazione territoriale ed urbanistica, perseguono obiettivi di qualità al fine di minimizzare l’esposizione delle popolazioni ai campi elettromagnetici.

La Legge e la relativa Direttiva Applicativa sono suddivisi in settori (CAPI) in funzione del tipo di sorgente considerata.

Il **CAPO II** contiene le disposizioni relative agli **impianti dell’emittenza radio e televisiva**. Esso prevede che la Provincia si doti di un Piano provinciale di localizzazione dell’emittenza radio e televisiva (PLERT), in coerenza con il Piano nazionale di assegnazione delle frequenze radiotelevisive e nel rispetto dei limiti e dei valori di cui al D.M. 381/1998. La localizzazione di tali antenne è vietata in parchi urbani, in aree destinate ad attrezzature sanitarie, assistenziali, scolastiche e sportive, nonché nelle zone di parco classificate A e nelle riserve naturali. Sono altresì vietate le localizzazioni su edifici scolastici, sanitari e a prevalente destinazione residenziale, classificati di interesse storico-architettonico e monumentale o di pregio storico, culturale e testimoniale. La legge indica inoltre le procedure per il rilascio dell’autorizzazione da parte dei Comuni per impianti nuovi e le procedure di risanamento e/o delocalizzazione per quegli impianti che non rispettano i limiti fissati dal D.M. n. 381 del 1998. In particolare la delocalizzazione deve essere effettuata nelle aree previste dal PLERT.

Il **CAPO III** contiene le disposizioni relative agli **impianti per telefonia mobile**. Esso indica esplicitamente come questi debbano essere autorizzati, definisce la documentazione che i

gestori devono presentare per ottenere le relative autorizzazioni e le procedure che i Comuni devono seguire per rilasciare l'autorizzazione all'installazione di nuovi impianti. Da notare come al comma 7 dell'articolo 8 venga ribadito che " al fine di ridurre l'impatto ambientale nonché di favorire una razionale distribuzione degli impianti fissi di telefonia mobile, il riordino delle installazioni esistenti e l'utilizzo delle medesime strutture impiantistiche nella realizzazione di reti indipendenti, il Comune assume idonee iniziative di coordinamento delle richieste di autorizzazione dei diversi gestori, subordinando a questi obiettivi anche il rilascio delle medesime ". Sono inoltre definiti i divieti di localizzazione di tali impianti (in aree destinate ad attrezzature sanitarie, assistenziali e scolastiche, nelle zone di parco classificate A e nelle riserve naturali, nonché su edifici di valore storico - architettonico e monumentale), oltre alle procedure per il risanamento e/o la delocalizzazione degli impianti che non rispettino i limiti fissati dal D.M. n. 381/1998 (essendo la legge Regionale in oggetto antecedente alla legge Quadro 36/2001 ed ai DPCM 08/07/2003, questa fa riferimento, per i valori limite, al DM 381/98, ma allo stesso modo può essere adeguata ai limiti fissati dai DPCM 08/07/03). Da ultimo la legge stabilisce l'istituzione di un Catasto degli impianti fissi di telefonia mobile (a tal fine entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della legge i Gestori devono fornire ai Comuni la mappa completa degli impianti fissi già installati) e detta le procedure per l'installazione degli impianti "mobili" ed i casi in cui questi possono essere previsti.

Il **CAPO IV** contiene le indicazioni relative agli **impianti per la distribuzione ed il trasporto di energia elettrica**. La legge, assieme alla sua direttiva applicativa 197/2001, stabilisce come i Comuni debbano definire nei propri strumenti urbanistici, ed in coerenza con quanto previsto nel PTCP, specifici corridoi per la localizzazione delle linee ed impianti elettrici con tensione uguale o superiore a 15000 Volt. Sono inoltre definiti un "valore di cautela" per l'induzione magnetica pari a $0,5 \mu\text{T}$ (obiettivo minimo di qualità da perseguire) ed un più restrittivo "obiettivo di qualità" pari a $0,2 \mu\text{T}$, che deve essere rispettato in prossimità di asili, scuole, aree verdi attrezzate ed ospedali nonché edifici adibiti a permanenza di persone non inferiore a 4 ore giornaliere. Il perseguimento del valore di qualità deve inoltre essere rispettato nel caso di costruzione di nuovi edifici o di nuove linee.

Gli strumenti urbanistici di cui si dota il Comune, in coordinamento con la Provincia, consistono nell'individuazione di "fasce di rispetto" (striscia o area di terreno le cui dimensioni sono determinate in via cautelativa al fine di garantire il perseguimento dell'obiettivo di qualità di $0,2 \mu\text{T}$) e di "corridoi di fattibilità" (porzione di terreno destinata ad ospitare la localizzazione degli impianti elettrici previsti nei programmi di sviluppo delle reti, tenuto anche conto della necessaria ricerca del consenso dei proprietari dei suoli e delle opere interferite. Questi vengono a coincidere con le fasce di rispetto all'approvazione definitiva del tracciato).

In particolare la pianificazione territoriale provinciale (PTCP) definisce i "corridoi di fattibilità" delle infrastrutture elettriche relative ad impianti di AT e MT il cui tracciato interessa il territorio di più Comuni o di infrastrutture di interesse sovracomunale (es. cabine primarie), mentre per le stesse infrastrutture il cui tracciato interessa un solo territorio comunale è il PSC del Comune che li individua. L'ampiezza dei "corridoi di fattibilità" tiene conto delle caratteristiche costruttive dell'impianto, della sua tensione e della sua capacità di trasportare corrente e non può essere inferiore alle dimensioni delle fasce laterali di rispetto riportati in tabella 3 e 4. Nell'ambito dei corridoi di fattibilità non sono inoltre consentite nuove destinazioni d'uso che prevedano la permanenza di persone superiore a 4 ore giornaliere e, fino alla definizione delle fasce di rispetto, nuove definizioni urbanistiche in contrasto con tali disposizioni possono essere previste solo nel rispetto dell'obiettivo di qualità di $0,2 \mu\text{T}$.

Le "fasce di rispetto" sono definite per tutti gli impianti con tensione superiore o uguale a 15000 Volt e sono tali per cui di norma esternamente alla fascia si realizzi l'obiettivo di

qualità di 0,2 μ T. Dato che i campi elettromagnetici generati dagli impianti per la trasmissione dell'energia elettrica dipendono dall'intensità della corrente elettrica, caratterizzata da un'elevata variabilità sia nell'arco della giornata che nei diversi periodi dell'anno, e dal numero e dalla disposizione geometrica dei conduttori, per agevolare l'inserimento delle fasce di rispetto negli strumenti urbanistici la loro ampiezza è stata definita per ogni livello di tensione e tipologia costruttiva standard, adottando in via cautelativa il criterio di massimizzazione dei parametri di calcolo. Tuttavia se si è in possesso dei dati necessari, risulta sempre possibile procedere alla valutazione delle fasce di rispetto di uno specifico elettrodotto, che variano in funzione dell'altezza del conduttore da terra, dagli sbracci delle mensole del traliccio e dalla reale corrente di utilizzo, seguendo le prescrizioni riportate nella legge.

In tabella 3 e 4 sono riportate le dimensioni delle fasce di rispetto previste per il conseguimento del valore di qualità di 0,2 μ T rispettivamente per elettrodotti con tensione superiore e inferiore a 35 kV.

Tabella 4: dimensione in metri della fascia di rispetto laterale per il perseguimento dell'obiettivo di qualità di 0,2 μ T al ricettore, per linee con tensione maggiore di 35kVolt

kV	Terna singola	Doppia terna ottimizzata (1)	Doppia terna ottimizzata (2)
380	100	70	150
220	70	40	80
132	50	40	70

- (1) fasi diverse per le coppie di conduttori ad eguale altezza e correnti concordi oppure fasi uguali e correnti discordi
(2) caso inverso al precedente

I valori di tabella 4 sono stati calcolati assumendo, come corrente di riferimento in via cautelativa, il 50% della corrente massima in condizione di normale esercizio, e facendo riferimento alle tipologie dei sostegni maggiormente diffuse, alle altezze minime previste dai DM LL.PP. 21/03/1988 n. 449 e 16/01/1991 n. 1260 ed al conduttore a maggior sezione di normale impiego nelle diverse tipologie di impianto. L'ampiezza della fascia va calcolata a partire dalla proiezione sul terreno dell'asse centrale della linea e risulta complessivamente pari alla somma delle fasce riferite a ciascun lato della linea stessa.

Tabella 5: dimensione in metri della fascia laterale di rispetto per il perseguimento dell'obiettivo di qualità di $0,2 \mu\text{T}$ al ricevitore per linee con tensione uguale o minore di 35 kV. Anche in questo caso, dopo un attento esame dei dati forniti dagli Esercenti che gestiscono le reti MT presenti sul territorio dell' Emilia Romagna, si è preso quale valore di riferimento per la corrente il 50% della corrente massima di esercizio normale.

Linee a 15 kV	Terna o cavo singolo	Doppia terna o cavo ottimizzato	Doppia terna o cavo non ottimizzato
Linea aerea in conduttori nudi	20	12	28
Cavo aereo	3	-	4
Cavo interrato	3	-	4

Nel caso di compresenza di più "fasce di rispetto" corrispondenti a più linee e/o impianti elettrici, l'ampiezza della fascia di rispetto risultante è stabilita dal Comune interessato, sulla base delle valutazioni tecniche di Arpa e Ausl.

La legge prevede inoltre che i Comuni debbano individuare i punti critici, ovvero i ricevitori in cui non è rispettato il valore di cautela di $0,5 \mu\text{T}$. Per facilitare tale compito la legge fornisce (tabelle 6 e 7) le dimensioni dei corridoi laterali atti ad assicurare il rispetto del valore di cautela di $0,5 \mu\text{T}$, calcolati con le medesime ipotesi di riferimento già indicate per la determinazione delle fasce di rispetto relative al valore di qualità $0,2 \mu\text{T}$.

Tabella 6: impianti AT - dimensione in metri della fascia di rispetto per l'individuazione di potenziali ricevitori con esposizione superiore a $0,5 \mu\text{T}$

kV	Terna singola	Doppia terna ottimizzata (1)	Doppia terna ottimizzata (2)
380	65	45	95
220	50	25	-
132	30	25	45

(1) fasi diverse per le coppie di conduttori ad eguale altezza e correnti concordi oppure fasi uguali e correnti discordi

(2) caso inverso al precedente

Tabella 7: impianti MT - dimensione in metri della fascia laterale di rispetto per l'individuazione di potenziali ricettori con esposizione superiore a 0,5 μ T

Linee a 15 kV	Terna o cavo singolo	Doppia terna o cavo ottimizzato	Doppia terna o cavo non ottimizzato
Linea aerea in conduttori nudi	13	10	18
Cavo aereo	2	-	2,5
Cavo interrato	2	-	2,5

Da ultimo sono definite le procedure ed i soggetti coinvolti nel risanamento delle reti di trasmissione e distribuzione di energia che non rispettano i valori limite fissati dalla normativa statale vigente, ed è istituito presso la Provincia il catasto delle linee e degli impianti elettrici con tensione uguale e superiore a 15 KVolt.

4.3 Legge Regionale n° 30 del 25 novembre 2002

A seguito della pubblicazione su Gazzetta Ufficiale in data 13 settembre 2002 del Decreto Legislativo 4 settembre 2002 n.198 (detto anche "Decreto Gasparri", dichiarato successivamente illegittimo dalla Corte Costituzionale con sentenza n. 303/2003, a seguito dei ricorsi presentati nel corso del 2002 da diverse regioni), la Regione Emilia Romagna ha adottato la Legge Regionale n. 30 del 25 Novembre 2002 recante "norme concernenti la localizzazione di impianti fissi per l'emittenza radio e televisiva e di impianti per la telefonia mobile". Questa in contemporanea ad alcune piccole modifiche e precisazioni alla legge 30/2000, riafferma che l'insieme delle disposizioni della Legge Regionale n. 30/2000 si applicano anche alle infrastrutture di telecomunicazioni definite strategiche dal DLgs 4 settembre 2002, n.198.

La legge introduce anche l'istituto del "silenzio assenso" nel procedimento autorizzatorio per l'installazione degli impianti di telefonia mobile. Detto istituto, operando solo in caso di inerzia, lascia impregiudicato il potere del Comune di esprimersi, favorevolmente o meno, sulle istanze di autorizzazione nel rispetto dei tempi di procedimento.

4.4 Legge Regionale n° 20 del 24 marzo 2000

La tematica degli impianti per le telecomunicazioni e della distribuzione dell'energia elettrica, viene ripresa anche nell'articolo A-23 dell'allegato alla Legge Regionale 24 marzo 2000 n.20 "disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio" e successive modifiche. Tale norma ingloba tra le infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti, gli impianti e le reti del sistema delle comunicazioni e telecomunicazioni e la rete e gli impianti di distribuzione dell'energia elettrica. La pianificazione urbanistica comunale deve allora assicurare un'adeguata dotazione di tali infrastrutture, garantendo cioè la loro capacità di far fronte al fabbisogno in termini quantitativi, qualitativi e di efficienza funzionale.

È pertanto compito del PSC stabilirne, per i diversi ambiti del territorio comunale, la dotazione complessiva, individuando le aree più idonee alla localizzazione degli impianti e

delle reti tecnologiche di rilievo comunale e sovracomunale, procedendo alla definizione delle fasce di rispetto e delle fasce di ambientazione che si rendono necessarie.

Da ultimo Il Comune nell'individuazione delle aree per gli impianti e le reti di comunicazione e telecomunicazione e per la distribuzione dell'energia, oltre a perseguire la funzionalità, razionalità ed economicità dei sistemi, deve assicurare innanzitutto la salvaguardia della salute e la sicurezza dei cittadini e la tutela degli aspetti paesaggistico ambientali.

5 Sorgenti a bassa frequenza

La principale sorgente di campi elettromagnetici a bassa frequenza è la corrente elettrica, che in Italia, come nel resto d'Europa, è distribuita agli utenti ad una frequenza di 50 Hz. Pertanto ogni elettrodomestico o più in generale ogni filo percorso da corrente, è una sorgente di campi elettrici e magnetici a bassa frequenza. All'interno delle abitazioni, degli uffici, delle scuole, delle fabbriche, ecc. esistono allora innumerevoli fonti di esposizione, le cui emissioni, come stabilito dalla Legge Quadro Nazionale 36/2001, devono essere documentate agli utenti da parte dei costruttori mediante apposite etichettature o schede informative (art.12). Scopo del presente documento non è però analizzare le apparecchiature di uso domestico, individuale o lavorativo, ma le sorgenti di campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) che assumono rilevanza Comunale e sono regolamentate dal DPCM 08/07/2003 e dalla Legge Regionale 30/2000. Tali sorgenti, per ciò che concerne il Comune di Carpaneto Piacentino, sono costituite esclusivamente da impianti ed elettrodotti a Media Tensione (MT-tensione nominale di esercizio 15 KV).

Al fine di un miglior inquadramento delle problematiche che si stanno trattando, riportiamo di seguito una breve descrizione delle caratteristiche fondamentali del sistema di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica.

5.1 Funzionalità e struttura della rete elettrica

La rete elettrica ha il compito di trasferire l'energia dalle centrali di produzione, tipicamente di tipo termoelettrico o idroelettrico, alle zone di consumo.

L'ubicazione delle centrali di produzione è dettata da precisi vincoli geomorfologici ed infrastrutturali, quali la presenza di fiumi e di laghi nel caso delle centrali idroelettriche, di oleodotti o metanodotti, oltre a grandi quantità d'acqua per il raffreddamento degli impianti, per le centrali termoelettriche. Una volta prodotta, l'energia elettrica è poi distribuita capillarmente sul territorio, con grandi differenze nella concentrazione degli utilizzatori finali in relazione alla densità di popolazione ed alla presenza di insediamenti produttivi.

Una peculiarità dell'energia elettrica è l'impossibilità di cumularla: ciò comporta che la produzione deve essere istante per istante pari al consumo da parte degli utenti. Si deve quindi far fronte alla naturale variazione sia della produzione che, soprattutto, del carico richiesto dall'utenza, che presenta andamenti molto variabili non solo stagionalmente ma anche nell'arco delle singole giornate. Per poter realizzare ciò, il collegamento tra produzione ed utenza è realizzato tramite un sistema magliato di elettrodotti, appunto una "rete", costituito da "linee" e "nodi" di collegamento e smistamento in grado di garantire la necessaria flessibilità dell'esercizio. La soluzione tecnica, economica ed organizzativa ottimale è infatti rappresentata dalla realizzazione di un'unica rete elettrica interconnessa a maglia, che interessi un territorio il più vasto possibile, in modo da minimizzare i costi e gli impatti ambientali delle attrezzature necessarie.

Giova a questo punto sottolineare che l'unicità della Rete Elettrica Nazionale va intesa solo in senso strettamente fisico, non significa cioè necessariamente che la proprietà e l'esercizio della stessa sia competenza di un'unica compagnia. Ciò che importa è che tutti i componenti delle rete siano interconnessi tra loro ed ovviamente che la sua gestione sia attuata in modo coordinato e razionale. In Italia la rete viene gestita dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, società concessionaria del Ministero dell'Industria per ciò che concerne le attività di trasmissione e dispacciamento dell'energia elettrica sull'intero territorio nazionale.

La rete elettrica nazionale italiana si articola in tre sottosistemi:

- ❑ Rete di Trasmissione Nazionale ad Altissima Tensione (AAT-380 KVolt e 220 KVolt)
- ❑ Trasmissione e Distribuzione Primaria in Alta Tensione (AT-132 KVolt)
- ❑ Distribuzione Secondaria in Media Tensione (MT-15 KVolt)
- ❑ Distribuzione in Bassa Tensione di energia elettrica alla clientela diffusa (BT-380 Volt)

Il primo sottosistema, che copre tutto il territorio nazionale, comprende gli elettrodotti per il trasporto dell'energia ad altissima tensione (AAT - 380 KV e 220 KV), ed alcune linee strategiche a 132 KV. Esso svolge la funzione di trasportare l'energia dalle Centrali di Produzione ai nodi di smistamento costituiti dalle Stazioni di Trasformazione (stazioni elettriche). Questi elettrodotti sono costituiti tipicamente da conduttori nudi sostenuti, tramite isolatori, da tralicci solitamente di formato standard. Alcuni elettrodotti sono costituiti da due linee (quindi due terne di conduttori) e vengono perciò chiamati "a doppia terna".

Il secondo sottosistema, che riguarda normalmente il territorio regionale, è costituito da elettrodotti ad alta tensione (AT-132 KV) e Cabine Primarie di Trasformazione (132 KV-15 KV) da cui parte la rete di distribuzione in Media Tensione (MT).

Il terzo sottosistema riguarda mediamente il territorio comunale e comprende le linee MT (15 KV) e le Cabine di trasformazione MT-BT. Le linee MT si diramano dalle Cabine Primarie e portano l'energia alle Cabine di trasformazione MT-BT.

Il quarto sottosistema comprende le linee aeree, solitamente realizzate su palo, ed interrate che permettono la distribuzione capillare dell'energia elettrica a BT sul territorio a tutti gli utenti.

Sul territorio sono perciò presenti, oltre alle linee per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica, delle Cabine di Trasformazione, per le diverse conversioni in tensione, che si possono suddividere in:

- ❑ stazioni primarie che trasformano l'energia dalla tensione di trasporto a quella delle reti di distribuzione primaria ad alta tensione
- ❑ cabine primarie che trasformano l'energia dall'alta tensione, della distribuzione primaria, alla media tensione di distribuzione (AT-MT)
- ❑ cabine secondarie che trasformano l'energia alla bassa tensione di utilizzo (MT-BT)

La Rete di Trasmissione Nazionale è composta prevalentemente da elettrodotti di proprietà Terna (gruppo ENEL), in cui la corrente è esercita dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN). Le reti di distribuzione primaria e secondaria di proprietà ENEL Distribuzione od altri (Ferrovie dello Stato, Aem, Acea, Edison, AMI, ecc.) vengono invece gestite dai rispettivi proprietari con la supervisione del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale.

5.2 Analisi della situazione esistente

La Regione Emilia Romagna, come descritto precedentemente, possiede una specifica normativa che regola la presenza sul territorio delle linee a media ed alta tensione, pertanto nel presente studio si è preso in considerazione quanto previsto dal D.P.C.M. 08/07/2003 e dalla Legge Regionale 30/2000, per ciò che concerne i limiti e le metodologie di calcolo delle fasce di rispetto previsti per legge.

Nella nostra analisi abbiamo proceduto nel seguente modo:

- rilevazione della rete elettrica presente sul territorio comunale: i dati sono stati sia raccolti tramite l'Amministrazione Comunale che forniti dagli enti gestori della rete stessa (ENEL Piacenza). In particolare per ciò che concerne il territorio di Carpaneto Piacentino l'Amministrazione Comunale e l'Enel hanno trovato un disaccordo tra il tracciato delle linee a MT presenti sulla cartografia negli archivi degli enti e delle foto aeree scattate di recente. I tracciati riportati in tavola 1 sono quelli corretti in base a rilievi fatti nei mesi scorsi.
- essendo presenti sul territorio solo linee a MT, una volta note le diverse tipologie esistenti ed i conduttori utilizzati, si è proceduto considerando le fasce di rispetto dei $0,2 \mu T$ e $0,5 \mu T$ che vengono riportate nella Direttiva 197/2001 alla Legge Regionale 30/2000, e che sono calcolate supponendo il 50% della massima corrente di esercizio. Dai dati forniti dagli Esercenti che attualmente gestiscono la totalità delle reti MT presenti sul territorio dell'Emilia Romagna, si è infatti rilevato che, in condizioni normali di esercizio, l'entità della corrente transitante in una tipica linea MT è notevolmente inferiore alla cosiddetta corrente massima di esercizio nominale. Solo in condizioni di emergenza e solo nel tratto iniziale delle linee, possono circolare correnti di valore prossimo a quelle massime previste.

Come si ha sia nella Normativa Nazionale che in quella Regionale, anche nel presente studio non viene contemplata la fitta rete a Bassa Tensione che serve le singole abitazioni, in considerazione delle ridotte intensità del campo magnetico prodotto già a breve distanza dai conduttori.

5.3 Situazione sul territorio

Sul territorio Comunale di Carpaneto Piacentino è presente una estesa rete di distribuzione (in parte aerea ed in parte interrata) a Media Tensione (15 KVolt), che è indicata nella tavola 1 allegata alla presente relazione. Non risultano invece presenti elettrodotti per il trasporto o la distribuzione ad Alta od Altissima Tensione, in relazione a cui si riscontrano le situazioni più critiche per la generazione di campi magnetici ed elettrici di alta intensità, che riguardano solo i Comuni limitrofi (tra le più vicine si hanno la linea numero 648 a 132 KV Fiorenzuola-Piacenza, la linea numero 645 a 132 KV Montale-Grazzano e linea numero 647 a 132 KV Fiorenzuola-Lugagnano)

5.4 Tipologie delle linee a media tensione

Le linee a MT (tensione nominale di esercizio 15 KV) sono essenzialmente suddivisibili in 3 categorie, a seconda del tipo di conduttori utilizzati e se questi sono in aria (sospesi tra tralicci o pali) o interrati nel sottosuolo:

- linee aeree in conduttori nudi: sono costituite da fasci di conduttori posti tra di loro a distanza proporzionale alla tensione di esercizio della linea e sostenuti, tramite isolatori, da appositi tralicci. I conduttori attivi costituiscono generalmente una terna trifase, cioè una terna in cui la tensione dei conduttori è la stessa ma sfasata di 120°
- linee aeree in cavo isolato: le diverse fasi sono tra loro isolate e contenute in un involucro protettivo esterno.
- linee in cavo interrato: costituite da terne trifase localizzate in un sostegno interrato

le caratteristiche delle linee in cavo aereo e interrato sono molto simili per ciò che concerne il campo magnetico generato, da qui la medesima ampiezza della fascia di rispetto stabilita dalla legislazione vigente.

5.5 Elaborato grafico

Nella tavola 1 allegata sono indicate tutte le linee elettriche che interessano il territorio Comunale con indicazione delle rispettive fasce di rispetto dei 0,2 μ T. Per chiarezza della tavola stessa non sono riportate le fasce di rispetto dei 0,5 μ T (data la scala non si riuscirebbero a distinguere chiaramente le due differenti fasce), in ogni caso più piccole di quelle rappresentate in tavola ed il cui valore può essere dedotto dalle tabelle del paragrafo 4.2.

6 Campi elettromagnetici ad alta frequenza

In generale le principali sorgenti di campi elettromagnetici ad alta frequenza, che possono interessare diffusamente la popolazione esposta, sono gli impianti per l'emittenza radio-televisiva e le Stazioni Radio Base per la telefonia cellulare. Esistono in realtà altre possibili sorgenti quali particolari apparecchiature mediche, macchinari industriali, apparecchiature utilizzate dalle forze armate e di polizia, ecc., che però non rientrano direttamente tra le sorgenti regolamentate dal D.P.C.M. 08/07/2003 e dalla Legge Regionale 30/2000 (nelle leggi sono cioè citate tali sorgenti ma o sono escluse dalla legge in oggetto, o si rimanda ad un'altra legge specifica per quel tipo di sorgente). Queste ultime apparecchiature non verranno perciò prese in considerazione in questo studio, in quanto o determinano un'esposizione limitata alle persone che si trovano nelle immediate vicinanze o riguardano casi particolari non di interesse Comunale.

Il primo passo nell'analisi delle possibili fonti di radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza, è stato l'individuazione di tutte le sorgenti esistenti sul territorio. Nel caso specifico del Comune di Carpaneto Piacentino queste sono costituite da 5 impianti per la telefonia mobile (4 SRB ed una microcella), non avendo la presenza di antenne radio o televisive.

Utilizzando i dati radioelettrici delle Stazioni Radio Base ricavati dalle domande di autorizzazione presentate dai Gestori all'Amministrazione Comunale, si è poi proceduto ad effettuare una simulazione di tipo previsionale mediante il software Aldena NFA2K, che ha permesso di individuare i possibili ricettori più esposti alle emissioni delle antenne, e se si poteva correre il rischio di un superamento dei limiti di legge.

Da ultimo si è proceduto alla verifica, tramite misure estemporanee e campionamenti in loco, dell'intensità effettiva del campo elettromagnetico a cui è sottoposta la popolazione residente vicino alle SRB.

Riportiamo di seguito una breve introduzione relativa al funzionamento degli impianti per la telefonia mobile, a cui seguono i risultati dell'analisi effettuata.

6.1 I sistemi per la telefonia mobile

Gli impianti per telefonia mobile applicano la tecnica del riutilizzo delle frequenze, una frequenza (o canale) viene cioè utilizzata più volte in luoghi diversi e sufficientemente lontani tra loro da non creare interferenze indesiderate. Il termine telefonia "cellulare" deriva proprio dal fatto che questi sistemi sono costituiti da aree, dette "celle", adiacenti tra loro e servite ognuna da una diversa Stazione Radio Base, che opera su di un intervallo di frequenze che possono essere utilizzate in celle non adiacenti. La divisione del territorio in celle di dimensioni relativamente piccole, se ad esempio confrontate col territorio servito da un singolo impianto di diffusione del segnale radio-televisivo, permette inoltre a ciascuna SRB di operare con potenze ridotte.

Teoricamente si possono immaginare "celle" di forma esagonale per coprire un'area di servizio, in realtà la loro forma risulta irregolare a causa della non omogenea propagazione del segnale radio, dovuta principalmente alla presenza di ostacoli.

A seconda del numero di utenti serviti e della conformazione del territorio, le SRB possono essere spaziate tra loro di distanze che vanno da poche centinaia di metri nelle grandi città a diversi chilometri in aree rurali. Aumentando il numero delle celle che coprono una certa

area, e perciò riducendone le dimensioni, aumenta ovviamente la capacità del sistema cioè il numero di utenti gestiti.

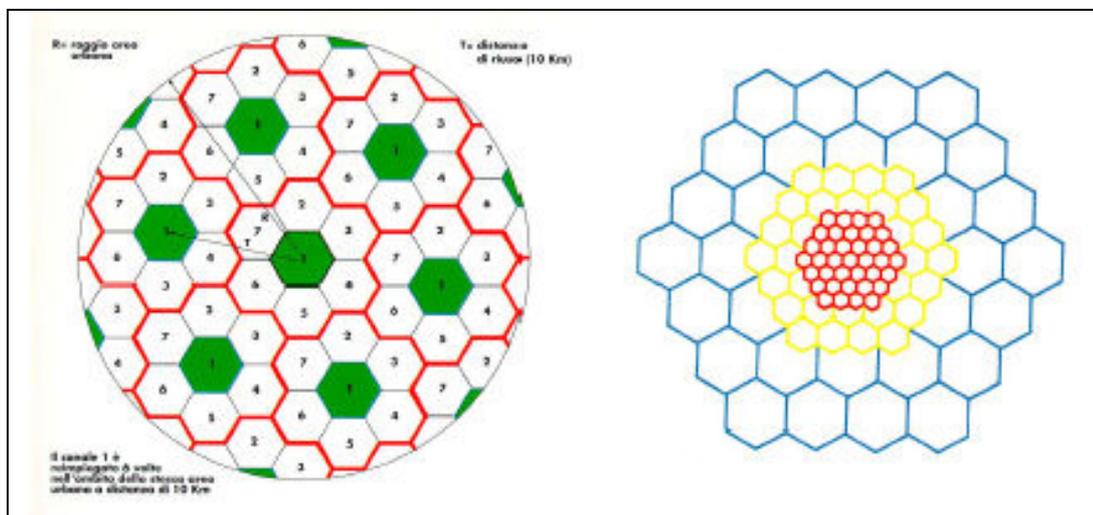


Figura 1: esempio di suddivisione in celle del territorio

Se durante gli spostamenti l'utente passa da una cella ad un'altra, è necessario che il terminale mobile si sintonizzi su una nuova frequenza, tipicamente quella ricevuta meglio tra le frequenze della nuova cella. Ciò è indispensabile durante una conversazione per evitare la caduta della comunicazione.

6.2 Breve storia dei sistemi di telefonia cellulare

La comparsa di una rete di telefonia mobile commerciale risale ai primi anni '80.

Il rapido evolversi delle tecnologie di telecomunicazione (e non solo di quella mobile), hanno cambiato le abitudini dei cittadini e le loro esigenze, portando alla realizzazione di reti cellulari sempre più evolute ed integrate.

Riportiamo di seguito una sintesi delle più importanti tecnologie utilizzate negli impianti oggi presenti sul territorio.

Sistemi cellulari analogici TACS (PRIMA GENERAZIONE):

I sistemi cellulari introdotti nei primi anni ottanta avevano la necessità di trasferire la sola comunicazione vocale. A tal scopo venne utilizzata la modulazione analogica FM dei segnali. Questa tecnica consiste nell'assegnare una portante RF, con opportuna larghezza di banda, a ciascun utente. In questo modo gli utenti vengono "differenziati" con l'utilizzo delle diverse frequenze su cui i ricevitori si possono sintonizzare.

Le limitazioni principali di questo tipo di tecnologia sono legate al basso numero di utenti gestibili da una SRB (la frequenza assegnata rimane impegnata da un solo utente per tutta la durata della conversazione) ed alla bassa sicurezza di accesso legata alla difficoltà di utilizzare algoritmi crittografici.

Inoltre ogni paese sviluppò il proprio sistema, incompatibile con gli altri, sia in termini di software che di hardware ed il terminale mobile era così limitato ad operare entro i confini nazionali. In Italia il sistema analogico che è stato sviluppato è il sistema TACS a cui è assegnata dallo Stato la banda di frequenze di funzionamento 872-950 MHz.

Sistemi cellulari GSM (SECONDA GENERAZIONE):

A metà degli anni '80 si manifestò la necessità di studiare e sviluppare un sistema radiomobile cellulare comune a tutti i paesi dell'Europa occidentale. Il gruppo di studio creato appositamente (Groupe Special Mobile) decise di adottare una nuova tecnologia digitale. Questa, con gli aggiornamenti intercorsi nel corso del tempo (introduzione della tecnologia dual band con l'utilizzo della banda 1800 MHz, sistema GPRS, etc), rimane ad oggi il sistema di telefonia mobile più diffuso.

La tecnologia digitale offre numerosi vantaggi tra cui la possibilità di utilizzare una stessa frequenza per servire più utenti: le singole portanti RF vengono non solo modulate in frequenza ma anche suddivise nel dominio del tempo in più intervalli temporali (8 slot temporali), che vengono poi assegnati a ciascun utente (una portante è così condivisa da 8 utenti contemporaneamente). In ogni caso per raggiungere le capacità di traffico richieste, sono usualmente utilizzate più portanti su una unica cella (solitamente da 2 a 4).

Altro vantaggio di questi sistemi è la possibilità di utilizzare un processo di controllo della potenza in trasmissione, abbinata a tecniche di trasmissione discontinua (DTX), che salvaguardano il consumo delle batterie, ed hanno consentito nel corso degli anni la realizzazione di terminali mobili sempre più ridotti nelle loro dimensioni.

Il sistema GSM inoltre garantisce una minore sensibilità al rumore prodotto da celle adiacenti, con la medesima frequenza, e soprattutto consente di effettuare trasmissione dati (possibilità risultata vincente con il grande successo dei cosiddetti messaggi SMS). L'acronimo GSM venne ridefinito come Global System for Mobile Communication.

L'evoluzione del sistema GSM 900 MHz è stata, come detto, lo standard chiamato DCS 1800 (Digital Cellular System a cui l'ETSI ha assegnato 75 MHz nella banda 1800 MHz). I due sistemi utilizzano le stesse specifiche quindi i componenti di una rete DCS 1800 possono essere usati in reti GSM 900.

La tecnologia di passaggio tra i cellulari di seconda e terza generazione è costituita dallo standard GPRS. Tale tecnologia si appoggia ancora alla rete GSM ma ne incrementa la velocità grazie alla trasmissione di dati a pacchetto. La differenza consiste nel fatto che, rispetto al sistema GSM tradizionale, un collegamento dati GPRS utilizza le risorse di rete solamente quando i dati vengono effettivamente trasmessi.

Sistemi cellulari UMTS (TERZA GENERAZIONE):

E' l'acronimo di Universal Mobile Telephone System, concepito come un sistema globale comprendente componenti terrestri e satellitari. Grazie al tipo di trasmissione basata su pacchetti può supportare velocità di comunicazione fino a 2Mbit/s. Questo tipo di tecnologia sfrutta il principio della suddivisione degli utenti assegnando loro un determinato codice che verrà trasmesso congiuntamente al segnale utile. Grazie a questo artificio non sarebbe necessario suddividere in diverse portanti la banda a disposizione, in quanto i singoli utenti vengono trasmessi contemporaneamente su tutta la banda. Per evitare l'utilizzo di un innumerevole serie di codici, la banda complessiva a disposizione del servizio viene ugualmente suddivisa in sottobande di larghezza in frequenza 5 MHz, che sono utilizzate da un certo quantitativo di utenti.

<p>TACS: Total Access Communication System Sistema di tipo analogico con tecnica di accesso multiplo a Divisione di Frequenza (FDMA)</p>
<p>GSM: Global System for Mobile Communications Sistema di tipo digitale con tecnica di accesso multiplo a Divisione di Frequenza (FDMA) e di Tempo (TDMA)</p>
<p>UMTS: Universal Mobile Telecommunications System Sistema di tipo digitale con tecnica di accesso multiplo a Divisione di Codice (CDMA)</p>

Figura 2: sintesi delle diverse tipologie di cellulari esistenti

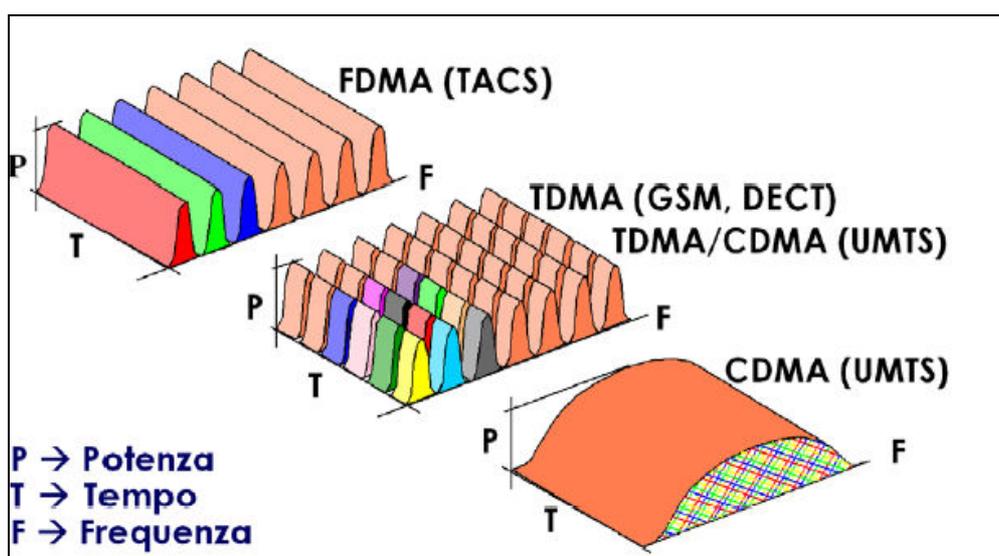


Figura 3: immagine delle diverse suddivisioni della frequenza di utilizzo

6.3 La stazione radio base (SRB)

Nelle reti “cellulari” i dispositivi portatili trasmettono e ricevono segnali da una rete di SRB fisse, che forniscono la “copertura” ad una determinata area. A seconda del numero di chiamate che sono in grado di servire e del numero di utenti che concorrono ad una stessa area, le SRB appartenenti ad una medesima rete (cioè uno stesso gestore) possono essere spaziate tra loro da poche centinaia di metri nelle grandi città, fino a diversi chilometri in aree rurali.

Una SRB è un impianto tecnologico composto da un numero limitato di elementi, ciascuno indispensabile per il funzionamento dell’impianto stesso. I principali elementi costitutivi sono:

- **un sistema radiante** costituito dalle antenne settoriali od omnidirezionali (poco utilizzate rispetto alle prime) e dalle parabole per i collegamenti in ponte radio.



Figura 4: esempio della conformazione esterna ed interna di una antenna direzionale per SRB

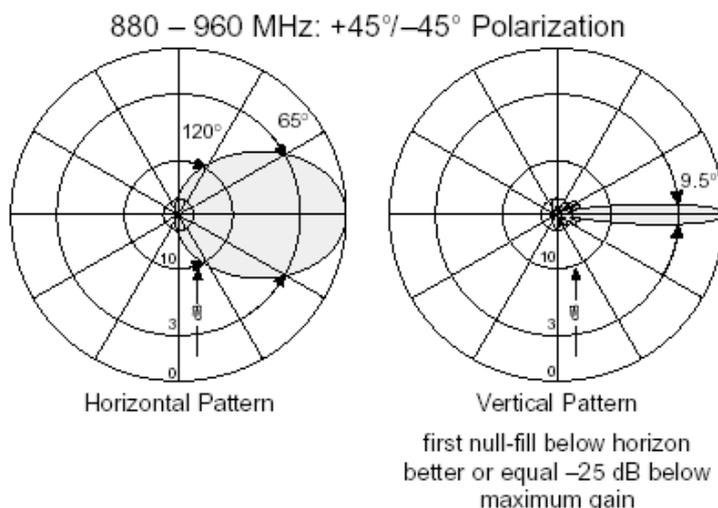


Figura 5: esempi di diagrammi di radiazione tipici di una antenna direzionale per SRB

- **una struttura portante:** solitamente edifici, tralicci o pali
- **vari apparati** che compongono le attrezzature necessarie al funzionamento della SRB, cioè al ricevimento, elaborazione e trasmissione del segnale radio. Solitamente questi sono alloggiati in apposite cabine adiacenti al palo delle antenne.
- **cavi coassiali** che collegano il sistema radiante con gli apparati di trasmissione e ricezione

Le SRB possono essere normalmente classificate in 3 differenti tipologie, a seconda della collocazione delle antenne:

Raw Land: caratterizzata dal sistema radiante montato su una torre o palo di nuova costruzione fondata a terra.

Roof Top: caratterizzate dal sistema radiante montato sui tetti degli edifici

Collocated: caratterizzate dal sistema radiante posizionato sul traliccio di una stazione radio base esistente.

Le antenne di una SRB sono generalmente montate ad altezze variabili tra 15 e 50 metri. I livelli delle potenze trasmesse sono variabili e dipendono dal numero di chiamate e dalla distanza dell'utente dalla SRB stessa.

6.4 Situazione sul territorio

Il comune oggetto di studio non presenta l'installazione di antenne per l'emittenza radio e televisiva, pertanto le sole sorgenti di campi elettromagnetici ad alta frequenza sono costituite da antenne fisse per la telefonia cellulare. La collocazione geografica delle SRB è riportata nella tavola 1 allegata alla presente relazione.

Attualmente sul territorio Comunale di Carpaneto Piacentino sono individuabili 4 SRB per la telefonia mobile (una per ognuno dei gestori presenti sul territorio Italiano) oltre ad una microcella collocata presso un rivenditore TIM (piazza Oliveti).

Riportiamo di seguito l'elenco dei siti, con indicazione degli impianti irradianti in esso esistenti e delle date di autorizzazione ARPA. La numerazione presente in tabella fa riferimento al numero progressivo con cui gli impianti sono stati classificati in tavola ed allegato 1.

TABELLA 8: impianti per la telefonia mobile presenti sul territorio Comunale

Sito	Gestore	Ubicazione	Tipo di impianto	Parere ARPA
1	WIND	strada del canalone (presso stazione ecologica attrezzata)	GSM 900 (3 sett.) DCS 1800 (3sett.)	30/08/2001
2	TIM	via don Minzoni 10 (presso edificio Telecom)	GSM 900 (3 sett.)	SRB antecedente al 1998 (autorizzazione edilizia 13/10/1984)
3	H3G	strada vecchia per Ciriano	UMTS (3 sett.)	02/08/2004
4	VODAFONE	zona industriale località Cimafava	GSM 900 (3 sett.) UMTS (3 sett.)	09/02/2004
5	TIM	piazza Oliveti 13 (presso negozio TIM)	microcella per GSM 900	16/10/2002

6.5 Analisi degli impianti esistenti

Lo sviluppo dello studio è stato così articolato per ogni sito individuato:

- **Simulazione** tramite un software previsionale (Aldena NFA2K) del campo elettromagnetico prodotto dalle installazioni, partendo dai dati relativi ad ogni impianto forniti dal Comune. I dati sono stati ricavati dalle domande di autorizzazione dei Gestori delle SRB e dai pareri forniti da ARPA. Per le situazioni urbanistiche più critiche, si sono inoltre calcolate le dimensioni del volume di rispetto dell'obiettivo di qualità del campo elettrico di 6 V/m. Il volume in cui si ha il superamento dei 6 V/m è solitamente di forma complessa, per cui per semplificarne le dimensioni, sono state fornite quelle del parallelepipedo che contiene tale volume. I risultati delle simulazioni sono riportati nelle schede in allegato 1.

- **Misure di breve durata** effettuate sia in **prossimità delle antenne** che in **prossimità dei ricettori sensibili** (scuole, ospedali, ecc.).

Le misure sono state effettuate utilizzando una sonda di campo a “larga banda”. In particolare lo strumento utilizzato è:

PMM 8053 dotato di sonda isotropica di campo elettromagnetico tipo EP - 330	
Range di frequenza	100 kHz – 3 GHz
Portata	0,3 - 300V/m
Risoluzione	0,01 V/m
Sensibilità	0,3 V/m
Accuratezza di misura	$\pm 0,5$ dB (10 – 300 MHz) $\pm 1,5$ dB (0,3 MHz – 3 GHz)
Isotropicità	± 1 dB

Questa prima analisi è stata effettuata allo scopo di individuare le eventuali aree “critiche”, in cui cioè sono disattesi i limiti di legge. Qualora infatti si rilevi un superamento del valore di 3 V/m, le linee guida del D.M. n. 381/1998 consigliano, per luoghi in cui vi sia permanenza di persone per un tempo superiore alle 4 ore giorno, un’analisi spettrale per valutare il contributo di ogni singola sorgente. Si fa riferimento a tali linee guida data l’assenza di linee guida ai D.P.C.M. 08/07/2003.

Le misure estemporanee sono state effettuate il giorno 14 Novembre 2005 dalle ore 10:00 alle ore 17:00; la sonda dello strumento è stata posta ad un’altezza di circa 1.5 m dal piano di calpestio. I punti di misura scelti sono riportati nelle schede dei siti in allegato 1.

Le grandezze fisiche considerate sono:

- campo elettrico **E**, espresso in V/m
- campo magnetico **H**, espresso in A/m
- densità di potenza **S**, espresso in W/m²

Il campo magnetico H e la densità di potenza S sono determinabili indirettamente dalle misure di campo elettrico, attraverso le seguenti relazioni valide nelle regioni di “campo lontano”:

$$H = E/\eta$$

$$S = EH = E^2/\eta$$

essendo $\eta = 377 \Omega$ l'impedenza dello spazio libero.

- **Campionamenti effettuati in prossimità delle antenne**

Dati i bassi valori ottenuti dalle misure estemporanee, è stato effettuato un solo campionamento di lunga durata, al fine di verificare su di un lasso di tempo più lungo l'andamento del campo elettromagnetico. In particolare, tra i punti di misura per cui le misure estemporanee hanno dato valori maggiori della sensibilità minima dello strumento, le misure sono state effettuate in via Rossi, in una zona di tipo residenziale compresa tra due SRB.

6.5.1 Risultati delle misure estemporanee

Riportiamo nella tabella seguente una sintesi delle misure effettuate. Le indicazioni dei punti di misura e dei relativi risultati vengono riportati anche nell'allegato 1 nelle schede relative ai singoli siti.

TABELLA 8: valori delle misure estemporanee

Punto misura	Campo Elettrico [V/m]	Campo Magnetico [A/m]	Densità di Potenza [W/m ²]
1	0,43	0,0011	0,00049
2	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
3	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
4	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
5	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
6	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
7	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
8	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
9	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
10	0,45	0,0012	0,00054
11	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
12	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
13	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
14	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
15	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
16	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
17	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
18	0,30	0,0008	0,00024
19	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
20	0,40	0,0011	0,00042

21	0,36	0,0010	0,00034
22	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
23	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
24	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
25	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
26	< 0,3	< 0,0010	< 0,0003
27	0,36	0,0010	0,00034

I valori evidenziati in giallo sono i soli misurati al di sopra della sensibilità minima dello strumento di misura utilizzato (pari a 0.3 V/m).

6.5.2 Risultati dei campionamenti

Come detto precedentemente, alla luce dei risultati delle misure estemporanee, si è effettuato un solo campionamento di lunga durata, in prossimità del punto di misura estemporanea 21. La scelta è giustificata dal fatto che, tra i punti di misura estemporanei di maggior valore, quello considerato si trova in prossimità di abitazioni e nelle direzioni di irraggiamento di due SRB (TIM di via don Minzioni e H3G di Strada vecchia per Ciriano).

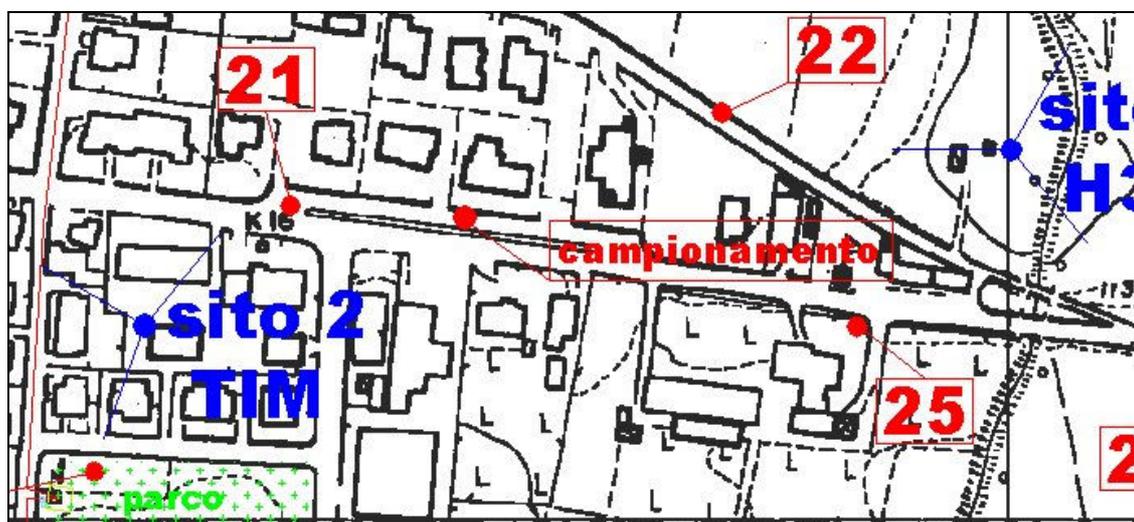


FIGURA 5 : posizione in cui è stato effettuato il campionamento

Nei grafici seguenti riportiamo rispettivamente l'andamento nel tempo del Campo Elettrico misurato, la sua distribuzione percentuale e l'andamento nel tempo del Campo Magnetico e della Densità di Potenza. Queste ultime due grandezze vengono calcolate, partendo dalla misura di Campo Elettrico, mediante le formule di cui al capitolo precedente e risultando proporzionali ad esso.



Grafico 1: andamento nel tempo del campo elettrico

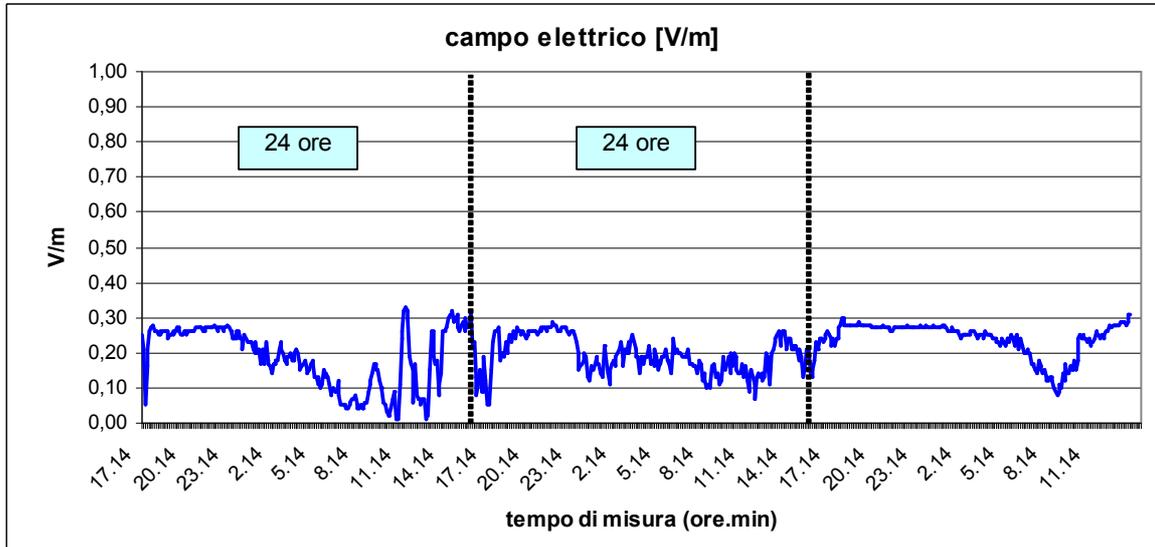


Grafico 2: distribuzione percentuale dei valori di campo elettrico misurati

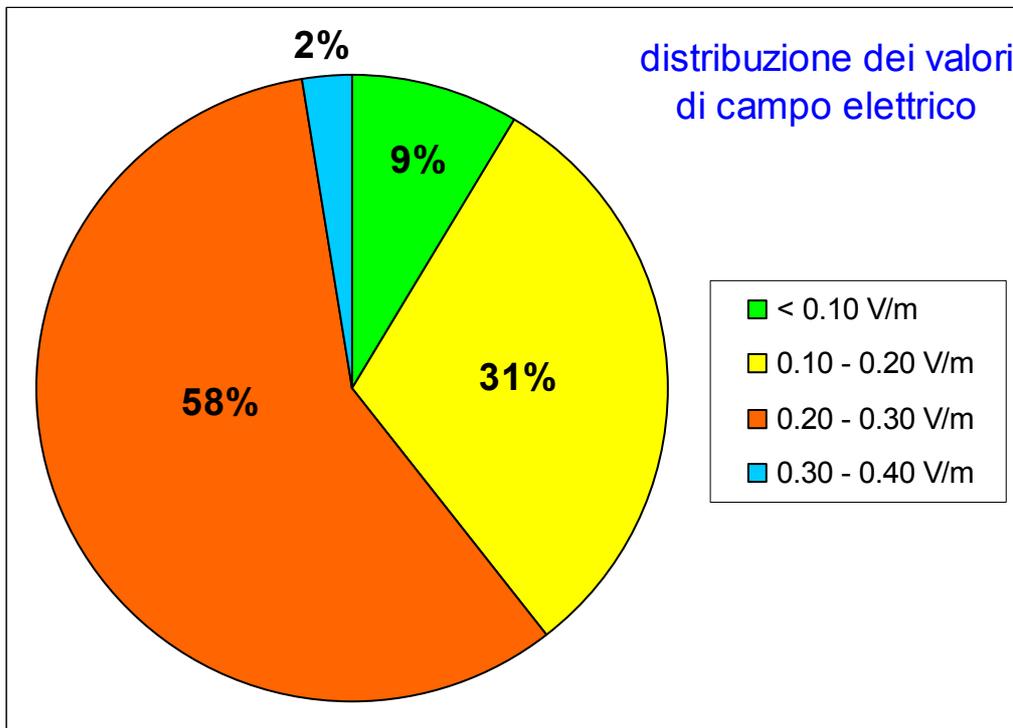
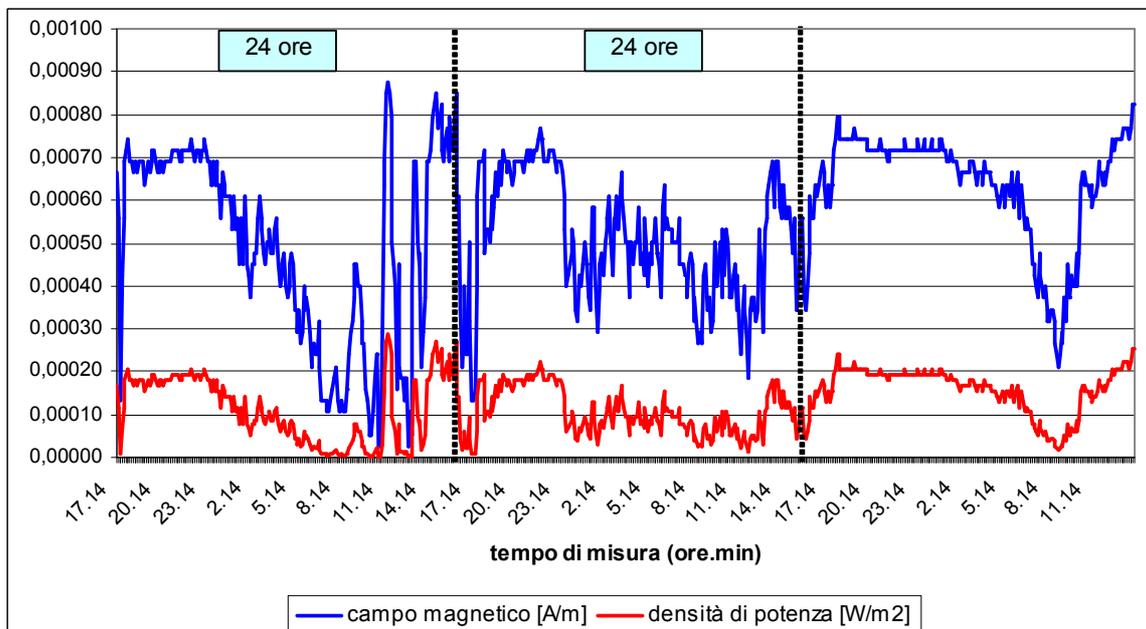


Grafico 3: andamento nel tempo del campo magnetico e della densità di potenza



Il campionamento di lunga durata conferma allora quanto già trovato con le misure estemporanee: i segnali emessi dalle SRB hanno una bassa potenza, con un valore massimo misurato che non supera i 0,4 V/m. Si nota un lieve aumento dei valori misurati nelle ore serali, in coincidenza di un presumibile picco nell'utilizzo degli apparecchi di telefonia mobile.

6.5.3 Conclusioni

Analizzando le simulazioni previsionali, riportate nelle schede dei siti di allegato 1, si può osservare come sia a livello del suolo che ad una altezza di 10m, esemplificativa delle abitazioni attorno alle SRB, i valori di campo elettrico, anche nelle condizioni di massimo funzionamento degli impianti non superano mai i 3 V/m. Ciò è confermato anche dalle misure effettuate, sia di lunga che breve durata, dove i valori rilevati nelle reali condizioni di funzionamento sono sempre inferiori a 1 V/m.

La bassa potenza di emissione delle antenne cellulari è cioè tale per cui anche quando si ha la presenza ravvicinata di 2 SRB, di due differenti gestori e con diversa tipologia di antenne, non si riscontri il superamento dell'obiettivo di qualità di 6 V/m definito, quale valore di cautela, dalla legislazione Nazionale e Regionale vigente.

6.6 Analisi della copertura outdoor delle emittenti esistenti

Al fine di ottenere la copertura dell'intero territorio nazionale, garantendo la presenza ed una qualità del segnale soddisfacente per le reti radiomobili, i gestori devono realizzare stazioni di radiotrasmissione distribuite su tutto il territorio e dislocate in punti strategici ai fini della propagazione dei segnali. Tali punti strategici vengono individuati in base ad uno specifico studio, preliminare alla realizzazione di qualsiasi impianto.

Al fine di avere una conoscenza completa della situazione delle SRB sul territorio in oggetto, si è effettuato lo studio della copertura del segnale fornito.

6.6.1 Metodologia di analisi della copertura outdoor

L'analisi della copertura è stata effettuata sul territorio del Comune di Carpaneto Piacentino (campionato con un passo di 200x200m) avendo a disposizione i seguenti dati:

- confini comunali
- posizione, altezza e orientamento delle SRB trasmettenti
- potenze e diagrammi di radiazione degli apparati di trasmissione

I siti considerati fanno riferimento a diversi operatori (TIM, Vodafone, H3G, Wind) ed a differenti tecnologie (GSM/DCS e UMTS), per cui l'analisi è stata condotta per gruppi di siti omogenei (stesso operatore e stessa tecnologia).

In particolare sono stati considerati i seguenti gruppi:

- TIM-GSM/DCS
- VODAFONE-GSM/DCS
- VODAFONE-UMTS
- WIND-GSM/DCS
- H3G-UMTS

Per poter valutare la copertura occorre calcolare la potenza ricevuta in ogni punto di campionamento del territorio comunale, valutando correttamente l'attenuazione tra tale punto e ciascun trasmettitore.

In accordo con le tradizionali metodologie di previsione di campo per la verifica dell'area di copertura dei sistemi cellulari, si è considerata l'attenuazione composta da tre contributi:

$$A_{tot} = A_{base} + A_{diff} + F_{amb}$$

dove:

- A_{base} è l'attenuazione relativa all'ambiente di riferimento in assenza di ostacoli, valutata sulla base della distanza tra trasmettitore e ricevitore, della frequenza utilizzata e dell'altezza di trasmettitore e ricevitore (formulazione di Hata proposta dalla Revisione della Raccomandazione ITU-R PN.529);

- A_{diff} è l'attenuazione dovuta alle perdite per diffrazione indotte dagli ostacoli naturali eventualmente presenti lungo il cammino di propagazione;
- F_{amb} è il fattore correttivo da applicare all'attenuazione per tenere conto delle differenze nella morfologia del territorio rispetto all'ambiente di riferimento (nello scenario considerato si sono distinte le due tipologie ambientali di area urbana e area aperta a partire dalle mappe cartografiche)

La condizione necessaria affinché un punto del territorio si possa considerare “coperto” è che la potenza ricevuta dal terminale mobile sia superiore alla propria soglia di sensibilità. È inoltre noto che la variabilità spaziale dell'intensità di campo elettromagnetico segue una distribuzione di tipo log-normale.

Dalla conoscenza della potenza trasmessa, delle caratteristiche radiative dell'antenna di trasmissione (definite attraverso il guadagno d'antenna e i diagrammi di radiazione orizzontali e verticali) e dell'attenuazione totale appena definita, è quindi possibile stimare un valore di potenza ricevuta per ogni elemento di territorio che rappresenta il valore mediano di tale distribuzione log-normale.

Avere un valore mediano pari alla soglia di sensibilità del ricevitore mobile, significa garantire solo il 50% delle località all'interno dei singoli elementi di territorio. Per poter garantire percentuali di copertura (*location probability*) superiori al 50%, occorre considerare un margine ulteriore, che dipende dalla percentuale desiderata e dalla variabilità del campo elettromagnetico dovuta all'ambiente locale al punto di ricezione.

In questa analisi si è assunta una *location probability* del 90%, che implica un margine tra 6 e 9 dB a seconda della morfologia del territorio (in generale l'ambiente urbano richiede un margine superiore rispetto agli ambienti aperti).

Infine sono state prese in considerazione ulteriori possibili perdite nella tratta radio tra trasmettitore e ricevitore che possono essere causate da:

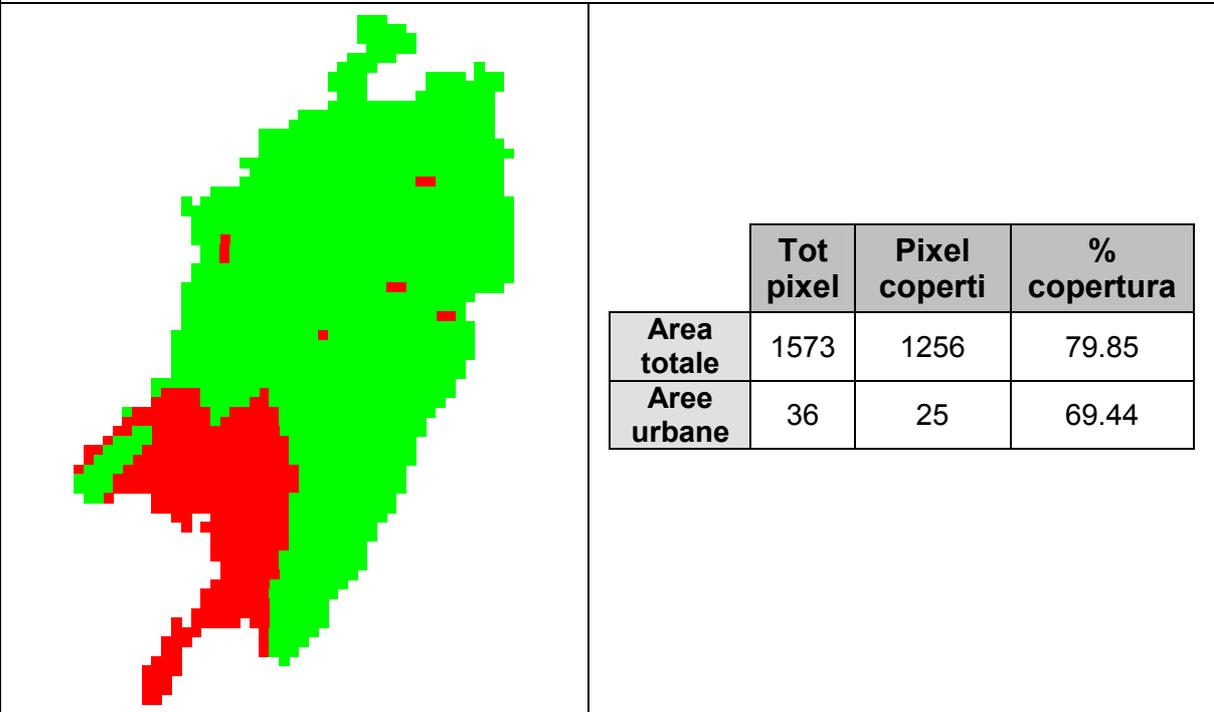
- interconnessioni tra amplificatori e antenne nei siti di trasmissione (*cable loss*);
- eventuali ostruzioni verso l'antenna del terminale mobile (*body loss*).

6.6.2 Risultati

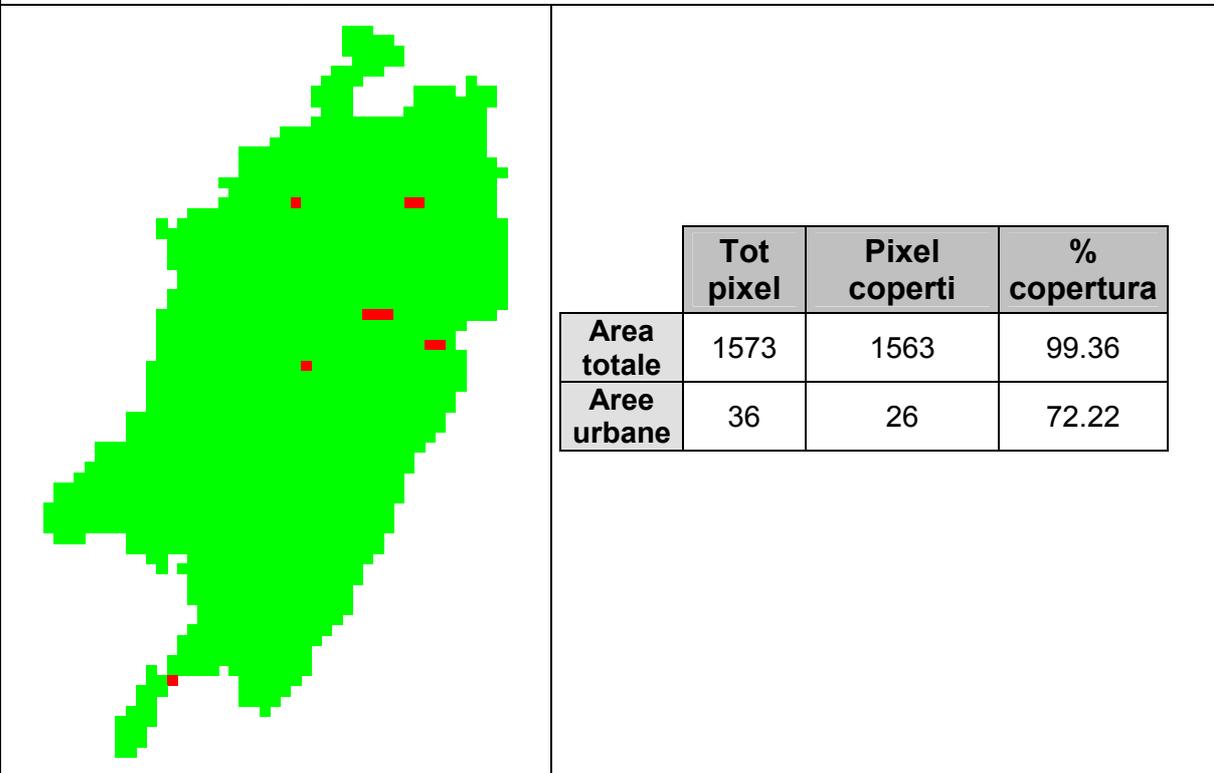
Attraverso la metodologia descritta al paragrafo precedente è stata valutata la copertura offerta dai differenti operatori in ambiente outdoor. Di seguito i risultati vengono riportati sia in forma grafica, marcando ciascuno dei pixel in cui risulta suddiviso il territorio in verde se vi è copertura ed in rosso in caso contrario, sia in forma di tabelle che riportano la percentuale di territorio coperto ed evidenziano anche il caso relativo alle sole aree urbane. In particolare si rammenta che i pixel rappresentano aree quadrate di 200m di lato.



H3G: copertura sistema UMTS

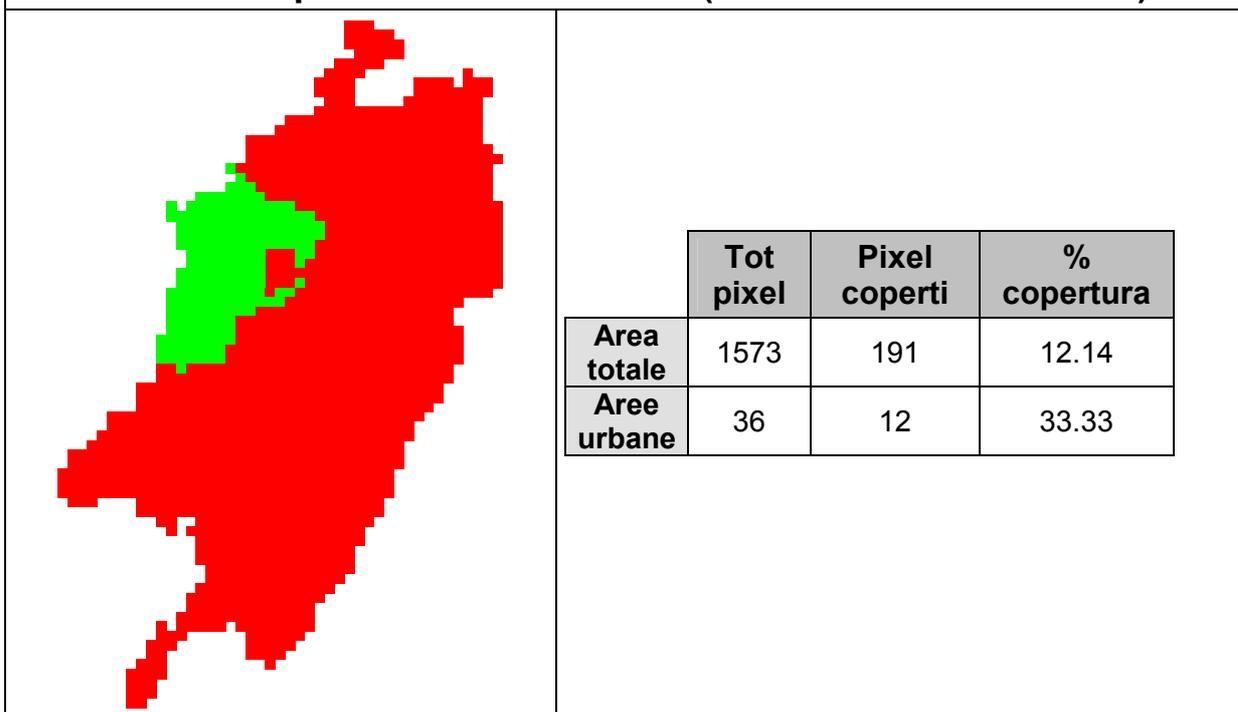


VODAFONE: copertura sistema GSM/DCS

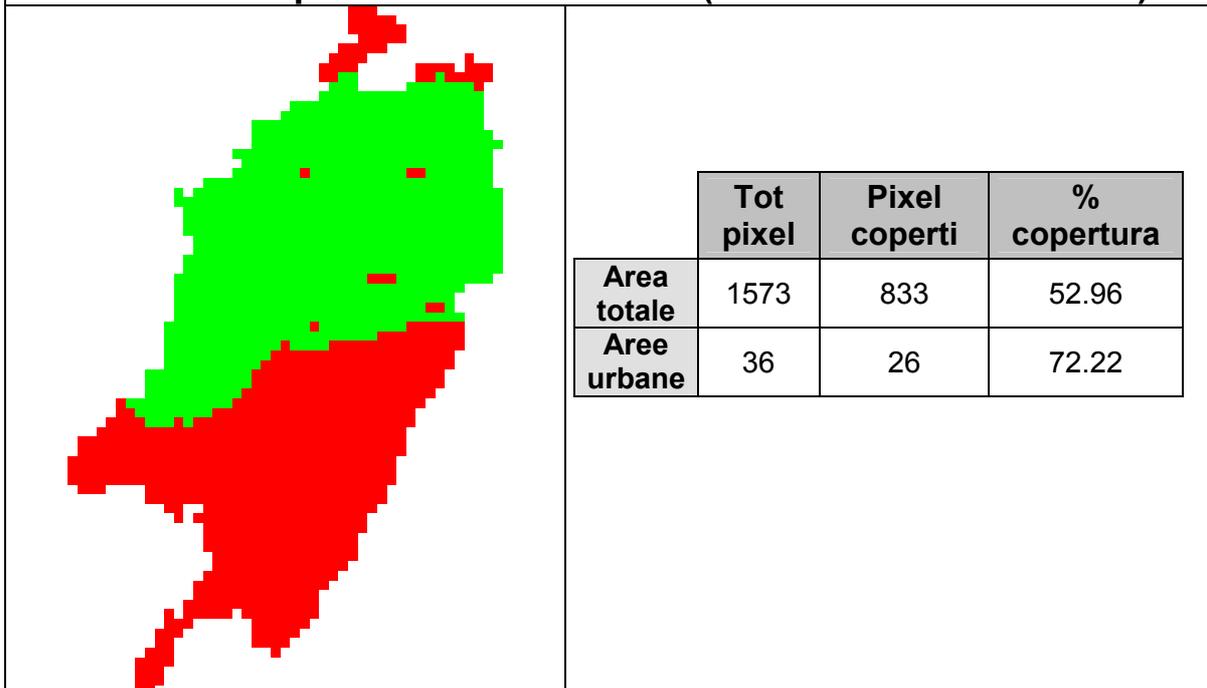


Avendo nel caso di Vodafone UMTS più di un downtilt elettrico possibile nelle specifiche tecniche a nostra disposizione, si è valutata la copertura considerando 0° (valore minimo e perciò più “redditizio” in termini di ampiezza della cella di copertura) e 4° (valore medio tra i possibili previsti dal gestore)

VODAFONE: copertura sistema UMTS (con downtilt elettrico 4°)

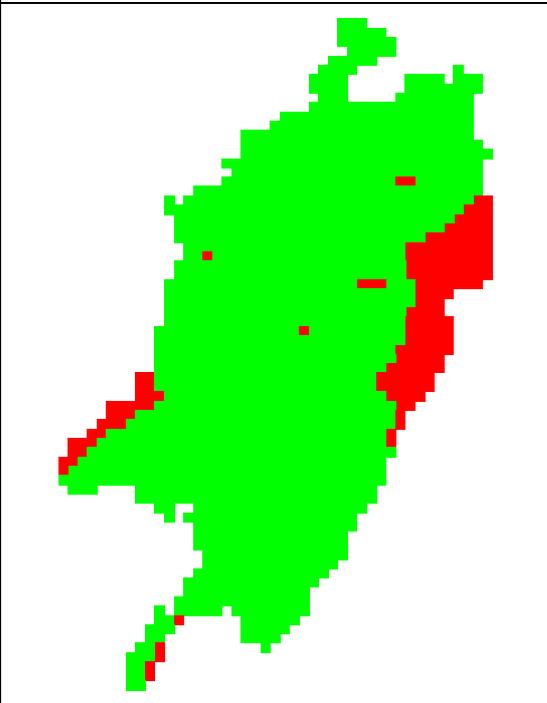


VODAFONE: copertura sistema UMTS (con downtilt elettrico 0°)





WIND: copertura sistema GSM/DCS



	Tot pixel	Pixel coperti	% copertura
Area totale	1573	1404	89.26
Aree urbane	36	26	72.22

TIM: copertura sistema GSM/DCS



	Tot pixel	Pixel coperti	% copertura
Area totale	1573	440	27.97
Aree urbane	36	16	44.44

6.7 Impatto paesaggistico e naturalistico

I siti per la telefonia mobile esistenti sul territorio analizzato appartengono a diversi Gestori ed hanno un'epoca di realizzazione differente. Questo comporta che da un sito all'altro esista una variabilità tra i colori utilizzati per le cabine e per i pali porta-antenna. La condizione più critica riguarda il sito 2 (TIM di via Minzoni), che è collocato all'interno di una zona residenziale ed utilizza un traliccio, una parabola di grosse dimensioni ed un supporto porta antenne molto impattanti da un punto di vista visivo.

Per questo tipo di problematiche occorre sempre partire dal presupposto che non esistono colori ideali per queste strutture, che di fatto in natura non sono presenti ed allo stesso tempo non assomigliano a nessun elemento agrario o semi naturale. L'unica eccezione riguarda il paesaggio urbano e produttivo dove le già innumerevoli palificazioni presenti ed utilizzate per illuminazione pubblica, linee elettriche, linee telefoniche, etc., fanno sì che i pali delle SRB si inseriscono meglio nell'ambito territoriale.

In linea generale, per migliorare la situazione presente e futura, possono essere seguiti i seguenti suggerimenti:

Pali di colore grigio: sono indicati per ambiti residenziali e produttivi, in quanto il grigio è già presente e predominante in tale ambito territoriale rispetto agli altri colori. In generale i pali di colore grigio si vedono meno con giornate di foschia e poco luminose, mentre sono ben visibili, anche da lontano e quindi più impattanti, con giornate di sereno, quando tendono a fare riflessi e luccichii se irradiati direttamente dai raggi solari.

Pali di colore bianco: sono da evitare in quanto non adattabili a nessun ambito territoriale. Si riscontrano soprattutto in associazione ad impianti provvisori su carrello.

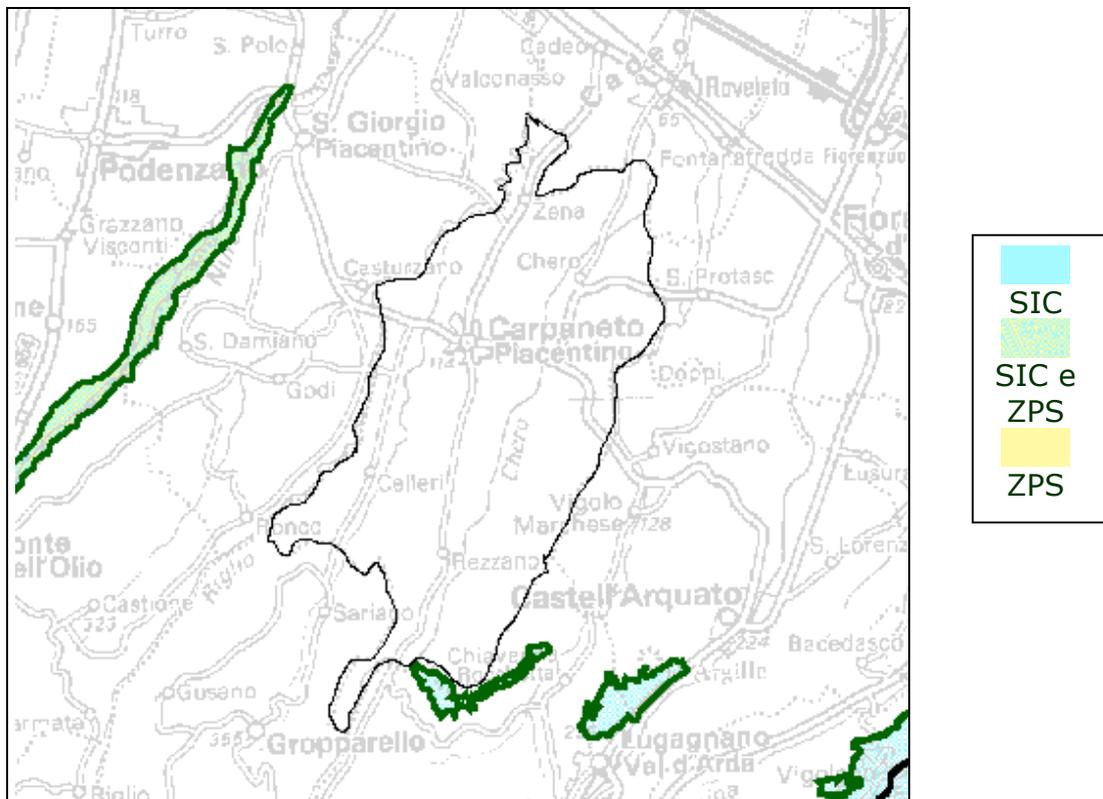
Pali di colore verde: sono indicati per ambiti ove è presente vegetazione e territorio agricolo. In generale si vedono nelle giornate di sereno e non fanno riflessi.

Pali di colore verde a cromatismo variabile: rappresentano il ritrovato più moderno di inserimento paesaggistico e sono indicati per ambiti ove presente vegetazione e territorio agricolo. In generale sono maggiormente visibili nelle giornate di sereno e non fanno riflessi. Sono migliori rispetto a quelli verdi (verde bottiglia) comunemente impiegati, in quanto hanno una colorazione verde decrescente dalla base alla parte distale, con l'ultimo tratto di colore grigio. Tale soluzione consente, fino ai 10 - 12 m di altezza, di inserire bene il palo in presenza di vegetazione, mentre oltre i 13 m, che rappresentano l'altezza media delle piante presenti sul territorio, il verde va via via schiarendosi fino a terminare con il grigio. Quest'ultimo accorgimento consente di ridurre il forte contrasto, che si è soliti osservare, tra colore del palo e colore del cielo.

Cabine: il colore delle cabine rappresenta anch'esso un passo fondamentale per l'inserimento paesaggistico. In generale la colorazione verde è indicata per gli ambiti agricoli dove sullo sfondo o nell'area limitrofa è presente della vegetazione. Il colore grigio si può comunemente utilizzare in ambito produttivo ed urbano. E' importante che il palo e la cabina abbiano lo stesso colore, altrimenti il sito ha in partenza una componente impattante da un punto di vista visivo. Inoltre se sono presenti più cabine nello stesso sito è importante che le stesse abbiano lo stesso colore.

Come risulta dalla mappa riportata di seguito, tratta dal sito internet della Regione Emilia Romagna, il Comune di Carpaneto Piacentino è interessato solo marginalmente lungo il suo confine sud, da una zona SIC (codice IT 4010008, nome "Castell'Arquato Lugagnano Val d'Arda"), che si estende per la maggior parte sul Comune limitrofo di Castell'Arquato.

Figura 6: zone ZPS (zona protezione speciale) e SIC (sito di interesse comunitario) della rete ecologica “natura 2000”



6.8 Programmi 2006 presentati dai Gestori

Dall'analisi dei programmi relativi all'anno 2006, presentati al Comune entro il 30 Settembre 2005, emergono le seguenti esigenze da parte dei diversi gestori:

- TIM => domanda di riconfigurazione del sito puntuale di via don Minzoni con aggiunta dei servizi DCS 1800 MHz ed UMTS al già presente servizio GSM 900 MHz (l'intervento consiste nella sostituzione di una delle antenne GSM 900 di ogni settore con una antenna dual band DCS 1800 – UMTS. Le nuove antenne saranno posizionate alla stessa altezza da terra ed alla stessa distanza di quelle attuali). La pratica è attualmente al vaglio dell'ARPA per la verifica del rispetto dei requisiti sanitari richiesti dalla Legge
- VODAFONE => ha presentato un'area di ricerca nel centro dell'abitato del capoluogo comunale che è già stata “bocciata” dall'Ufficio Tecnico Comunale

6.9 Previsioni di sviluppi futuri

Per quanto concerne il capoluogo Comunale si ha la presenza di tutti i Gestori, presenti in ambito Nazionale, buona parte dei quali hanno già installate le tecnologie attualmente disponibili. Le uniche eccezioni sono date da Wind, che possiede una SRB con solo

tecnologia GSM900/DCS1800 e perciò nei prossimi anni potrebbe verosimilmente richiederne una riconfigurazione con l'aggiunta del servizio UMTS, e da TIM che ha una SRB con tecnologia GSM900 ma ha già inoltrato al Comune domanda per l'aggiunta di DCS1800 e UMTS. Per il resto del territorio Comunale, si può ipotizzare un maggiore interessamento ad aumentare la copertura per la parte nord più intensamente popolata, rispetto al sud in cui si ha un minore numero di abitanti e presumibilmente un minor numero di potenziali utenti.

7 Bibliografia

- [1] Luca Ramacci, Giovanna Mingati "Inquinamento elettromagnetico"
- [2] Organizzazione Mondiale della Sanità Fact Sheet N° 193 Maggio 1998 "CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA I telefoni mobili e le loro Stazioni Radio Base"