

ARPA
PIEMONTE
per la Protezione Ambientale



Rapporto annuale sull'elettromagnetismo

Rapporto annuale sull'elettromagnetismo



2008

2008

Rapporto annuale sull'elettromagnetismo

2008

Rapporto annuale sull'elettromagnetismo - 2008

Autori

Stefania Facta, Sara Adda

Arpa Piemonte

Centro Regionale Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti

Struttura Semplice Radiazioni Non Ionizzanti

Coordinamento tecnico

Laura Anglesio

Responsabile Struttura Semplice Radiazioni Non Ionizzanti

Giovanni d'Amore

Responsabile Centro Regionale Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti

Fotografie archivio Arpa Piemonte

Coordinamento editoriale

Elisa Bianchi

Arpa Piemonte

Direzione Generale

Comunicazione istituzionale

Progetto grafico e impaginazione

Chroma, Torino

Finito di stampare nel mese di agosto presso

Litografia Viscardi, Alessandria

Stampato su carta riciclata al 100% che ha ottenuto il marchio di qualità ecologica Ecolabel Europeo



ISBN 978-88-7479-081-4

Copyright © 2008, Arpa Piemonte

Via Pio VII, 9 – 10135 Torino – Italia

L'Arpa Piemonte non è responsabile per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo documento. La riproduzione è autorizzata citando la fonte.

Presentazione

Con questa pubblicazione il rapporto sull'elettromagnetismo in Piemonte giunge alla sua seconda edizione, rappresentando il primo esempio a livello regionale, di fatto unico nel panorama nazionale, di analisi sistematica dei dati ambientali sul tema dei campi elettromagnetici sull'intero territorio piemontese.

La redazione del rapporto sull'elettromagnetismo a cura di Arpa Piemonte è una iniziativa che Regione Piemonte ha istituito con la L.R. n. 19 del 3 agosto 2004, al fine di poter diffondere il patrimonio di dati ambientali prodotto dall'Agenzia e renderlo fruibile agli amministratori pubblici così come a tutti i cittadini.

Se uno dei requisiti fondamentali per una corretta informazione è l'attendibilità delle fonti, questo volume esprime un contributo indispensabile alla comprensione delle problematiche ambientali inerenti l'esposizione della popolazione a campi elettromagnetici. La consolidata esperienza posseduta da Arpa Piemonte in questo settore, riconosciuta dalla comunità scientifica nazionale e internazionale, rappresenta infatti una garanzia sulla validità dei dati e delle analisi riportate.

Sono pertanto lieto di presentare questo lavoro nella certezza che esso possa risultare uno strumento utile per gli amministratori pubblici nella gestione dei problemi sul loro territorio e per i cittadini nella comprensione e nel giusto inquadramento di un tema complesso e oggetto spesso di cattiva comunicazione.

Nicola de Ruggiero
Assessore all'Ambiente
Regione Piemonte

Prefazione

Lo sviluppo tecnologico comporta un utilizzo sempre crescente di sorgenti di campo elettromagnetico diffuse sia in ambienti più controllati, quali i luoghi di lavoro, che in ambienti esterni o domestici, frequentati da tutti gli individui della popolazione. Tutti siamo pertanto interessati dall'esposizione a campi elettromagnetici in quanto provocata da dispositivi utilizzati personalmente, come ad esempio i telefoni cellulari o gli elettrodomestici, o da impianti molto diffusi sul territorio quali elettrodotti, stazioni radio base per telefonia mobile o reti wireless.

La presenza pervasiva delle sorgenti di campo elettromagnetico giustifica, quindi, la grande attenzione che viene dedicata a questo fattore di esposizione per il quale vengono spesso evidenziati dubbi e timori sulla sua possibile nocività per la salute umana. Dubbi e timori che hanno un riflesso sull'attività di Arpa Piemonte in termini di puntuali richieste di controllo e valutazione degli impianti installati sul territorio.

In questa pubblicazione vengono raccolti gli esiti dell'attività svolta da Arpa in questo settore nel corso del 2007, organizzati in termini di indicatori in grado di fornire una informazione sintetica ed efficace del problema dell'esposizione a campi elettromagnetici in Piemonte.

Il quadro che emerge da questo rapporto evidenzia la presenza di particolari situazioni critiche, per lo più legate a impianti per trasmissioni radiotelevisive ed elettrodotti, in alcuni casi già note da tempo e non facilmente risanabili, che rappresentano realtà episodiche in un contesto di generale rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente.

Le criticità evidenziate, dovute in parte anche ad una carenza della normativa di settore, giustificano la necessità di proseguire con la massima attenzione nelle azioni di monitoraggio e controllo del territorio di questo importante agente di esposizione per la popolazione.

Silvano Ravera
Direttore Generale
Arpa Piemonte

INDICE

INTRODUZIONE	7
1. DESCRIZIONE DELLE SORGENTI	13
1.1 Sorgenti di campi elettromagnetici RF: impianti per telecomunicazione	14
1.2 Sorgenti di campi elettromagnetici ELF: elettrodotti	17
2. METODI DI VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO	21
2.1 Valutazione teorica: l'utilizzo di modelli di calcolo previsionali	22
2.2 Valutazione sperimentale: la misura del campo elettromagnetico	28
3. INDICATORI AMBIENTALI	31
3.1 Indicatori di pressione	33
3.2 Indicatori di stato e risposta	45
4. INDICATORI AMBIENTALI A LIVELLO PROVINCIALE	55
4.1 Provincia di Alessandria	56
4.2 Provincia di Asti	58
4.3 Provincia di Biella	60
4.4 Provincia di Cuneo	62
4.5 Provincia di Novara	64
4.6 Provincia di Torino	66
4.7 Provincia di Verbania	80
4.8 Provincia di Vercelli	82
CONCLUSIONI	85
RIFERIMENTI	87

Introduzione



Tutte le diverse forme di radiazione riconducibili alla propagazione di onde elettromagnetiche sono rappresentate nel cosiddetto spettro elettromagnetico (**figura 1**) in funzione della loro lunghezza d'onda o frequenza.

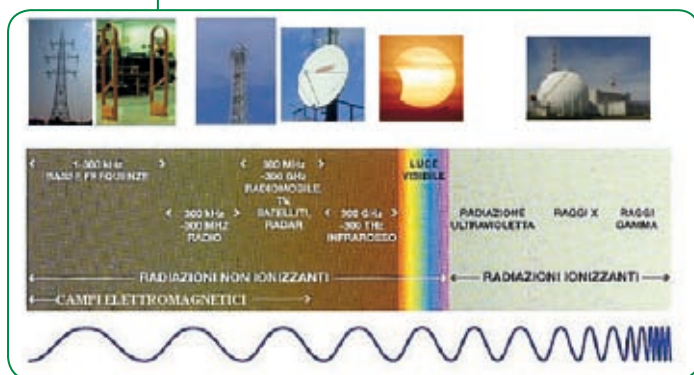
Lo spettro elettromagnetico include due grandi categorie di radiazioni: le radiazioni ionizzanti, più nocive per la salute umana, che possono trasportare un'energia sufficientemente elevata da produrre effetti di ionizzazione nell'interazione con la materia, e le radiazioni non ionizzanti che non possono produrre l'effetto di ionizzazione e, pertanto, risultano meno dannose per l'esposizione umana.

Con il termine Campi Elettromagnetici (CEM) ci si riferisce, per convenzione, a quella parte delle radiazioni non ionizzanti di frequenza compresa tra 0 Hz e 300 GHz (**figura 1**). I campi elettromagnetici possono essere suddivisi a loro volta in:

- Campi elettrici e magnetici ELF (Extremely Low Frequency), per l'intervallo di frequenze 0 Hz – 300 Hz;
- Campi elettromagnetici LF (Low Frequency), per l'intervallo di frequenze 300 Hz – 300 kHz;
- Campi elettromagnetici RF (Radio Frequency), per l'intervallo di frequenze 300 kHz – 300 GHz.

L'esposizione della popolazione a CEM è dovuta prevalentemente a sorgenti che emettono campi ELF e RF. Tra le prime vi

Figura 1
Spettro elettromagnetico



sono gli elettrodotti e tutte le apparecchiature che, in quanto alimentate elettricamente, disperdono in ambiente campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz e alle sue armoniche; tra le seconde vi sono tutti i dispositivi usati per le telecomunicazioni quali trasmettitori radiotelevisivi, stazioni radio base per telefonia mobile, telefoni cellulari, telefo-

ni cordless, reti WiFi ecc.

Le sorgenti di campo elettromagnetico a frequenze LF sono meno diffuse o utilizzate in particolari ambienti di lavoro, quali ad esempio i forni a induzione presenti in alcuni comparti industriali, e pertanto non sono considerate in questa pubblicazione.

Il presente rapporto, in particolare, tratta delle problematiche ambientali connesse agli elettrodotti e agli impianti fissi per la trasmissione di segnali per telecomunicazione (trasmettitori radio-televisivi e stazioni radio base per telefonia mobile), che sono le sorgenti che determinano il maggior impatto ambientale in termini di distribuzione di campi elettromagnetici sul territorio.

Inquadramento normativo

Il quadro di norme che regolamentano la protezione ambientale da campi elettromagnetici è estremamente articolato e in continua evoluzione. Si riportano di seguito gli aspetti di maggiore rilievo delle norme nazionali e regionali di settore.

Normativa nazionale

Obiettivo della Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” fu “assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione, dagli effetti dell’esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” e di “assicurare la tutela dell’ambiente e del paesaggio e promuovere l’innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l’intensità e gli effetti dei campi”. Essa definisce i concetti di limite di esposizione, valore di attenzione e obiettivo di qualità, demandando a successivi decreti attuativi la determinazione dei valori numerici. Si riportano in **tabella 1** le definizioni dei concetti sopra citati.

I valori numerici dei limiti per la popolazione vengono fissati da due decreti attuativi, uno riferito alla protezione da campi elettrici e magnetici a 50 Hz generati dagli elettrodotti, l’altro

INTRODUZIONE

Limite di esposizione	valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori
Valore di attenzione	valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine
Obiettivi di qualità	1) i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili 2) i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai medesimi

Tabella 1 Definito alla protezione dai campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz (D.P.C.M. 08/07/2003). Tali valori sono riportati nelle **tabelle 2 e 3**.
Nel caso dell'esposizione a radiofrequenza, la normativa prevede quindi valori numerici uguali per i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità ma, mentre i valori di attenzione sono appli-

Tabella 2
Limiti fissati dalla normativa vigente per gli elettrodotti

LIMITI DI ESPOSIZIONE (art. 3, comma 1)	
Induzione magnetica (μT)	Campo elettrico (V/m)
5000	100
VALORI DI ATTENZIONE (art. 3, comma 2)	
Induzione magnetica (μT)	10
OBIETTIVI DI QUALITÀ (art. 4)	
Induzione magnetica (μT)	3

Tabella 3
Limiti fissati dalla normativa vigente per le sorgenti per telecomunicazione

LIMITI DI ESPOSIZIONE (art. 3, comma 1)		
Campo elettrico (V/m)	Intervallo di frequenza	Campo magnetico (A/m)
100 kHz – 3 MHz	60	0.2
3 MHz – 3 GHz	20	0.05
3 GHz – 300 GHz	40	0.1
VALORI DI ATTENZIONE (art. 3, comma 2)		
Intervallo di frequenza	Campo elettrico (V/m)	Campo magnetico (A/m)
100 kHz – 300 GHz	6	0.016
OBIETTIVI DI QUALITÀ (art. 4)		
Intervallo di frequenza	Campo elettrico (V/m)	Campo magnetico (A/m)
100 kHz – 300 GHz	6	0.016

cabili in luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere quali aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi e ambienti scolastici, gli obiettivi di qualità sono applicabili a tutte le aree

intensamente frequentate dalla popolazione. Il decreto relativo agli elettrodotti prevede inoltre la definizione di specifiche fasce di rispetto, la cui definizione è riportata di seguito:

Fascia di rispetto	spazio intorno agli elettrodotti all'interno del quale non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, o ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore
---------------------------	---

Le fasce di rispetto costituiscono il riferimento da utilizzare per l'autorizzazione alla costruzione di nuovi fabbricati in prossimità di linee esistenti o di nuove linee in prossimità di edifici esistenti. La loro definizione è basata sulla valutazione di distanze, tra gli elettrodotti e gli edifici, corrispondenti a livelli di campo magnetico inferiori all'obiettivo di qualità di 3 μ T. Siccome il metodo per valutare tali distanze non è univoco, il D.P.C.M. 8 luglio 2003 prevede la definizione di una metodologia di calcolo delle fasce a cura del sistema delle agenzie per l'ambiente ARPA-APPA-APAT. In attesa della definizione di tale metodologia, le fasce possono essere valutate, in via provvisoria, sulla base delle indicazioni contenute in una apposita circolare del Ministero dell'Ambiente.

Normativa regionale

Il 5 agosto 2004 viene pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte la Legge Regionale 3 agosto 2004, n. 19 "Nuova disciplina regionale sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". Con questa norma, il Piemonte ottempera a quanto previsto dalla legge 36/01 e rinnova e amplia la regolamentazione precedentemente istituita dalla legge 6/89, anche in attuazione del decreto legislativo n. 259 (Codice delle comunicazioni elettroniche).

Le disposizioni della legge 19/04 disciplinano la localizzazione, l'installazione, la modifica e il controllo degli impianti fissi per telecomunicazioni e degli elettrodotti, definendo le competenze della Regione, delle Province e dei Comuni, istituendo un'Audizione Tecnica Regionale, e regolamentando le attività e i mezzi di

tutela anche per mezzo di un regime sanzionatorio.

In particolare, vengono trattate le problematiche riguardanti i criteri di localizzazione degli impianti e gli standard urbanistici finalizzati alla minimizzazione dell'esposizione, le modalità di intervento per i risanamenti, la gestione di un catasto delle sorgenti fisse di campi elettromagnetici, le procedure autorizzative, le funzioni di vigilanza e controllo.

Tale legge prevede, come strumento applicativo dei principi in essa fissati, l'emanazione di direttive deliberazioni tecniche da parte della Giunta Regionale; ad oggi sono state adottate le seguenti:

- D.G.R. n. 39-14473 del 29/12/2004, riguardante il risanamento dei siti non a norma per l'esposizione ai campi elettromagnetici generati dagli impianti per telecomunicazioni e radiodiffusione;
- D.G.R. n. 16-757 del 5/09/2005, riguardante la localizzazione degli impianti radioelettrici, la redazione del regolamento comunale, i programmi localizzativi, le procedure per il rilascio delle autorizzazioni del parere tecnico. In particolare, vengono fissati i criteri generali per localizzare gli impianti e per individuare le aree sensibili e le misure di cautela da adottarsi in esse e vengono definite le procedure per la richiesta e il rilascio dell'autorizzazione comunale all'installazione e modifica degli impianti e le modalità per il rilascio del parere tecnico da parte dell'Arpa;
- D.G.R. n. 63-6525 del 23/07/2007, relativa alle prime indicazioni sui controlli, previsti dall'art. 13 comma 2 della L.R. 19/04, riguardanti il monitoraggio remoto degli impianti di radiodiffusione sonora e televisiva;
- D.G.R. n. 25-7888 del 21/12/2007, che integra la D.G.R. n. 19-13802 del 02/11/2004 semplificando le procedure di adempimento degli obblighi di comunicazione per alcune tipologie di impianti (ad es. WiFi a 2.45 GHz e potenza <100 mW, impianti per la copertura indoor dei segnali di telefonia con potenza massima 0.5 W).

Descrizione delle sorgenti



1. DESCRIZIONE DELLE SORGENTI

Come già anticipato nell'introduzione, in questo rapporto vengono analizzate le sorgenti di campo elettromagnetico più significative per l'impatto prodotto sul territorio in termini di distribuzione spaziale dei livelli di emissione elettromagnetica. Si tratta, in particolare, degli impianti legati alla trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti), per quanto riguarda i campi elettrici e magnetici ELF, e degli impianti che operano nel settore delle telecomunicazioni, per quanto riguarda i campi elettromagnetici RF.

1.1 SORGENTI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI RF: IMPIANTI PER TELECOMUNICAZIONE

Gli impianti per telecomunicazione maggiormente significativi per l'esposizione umana in ambienti non lavorativi sono le stazioni radio base per telefonia mobile (**figura 2**) e i trasmettitori radiotelevisivi (**figura 3**). In prossimità di tali impianti sono spesso installati i ponti radio (**figura 4**), che sono antenne di grande impatto visivo, a causa delle loro dimensioni e della forma parabolica, ma di scarsa rilevanza per l'immissione di campo elettromagnetico in ambiente.

Mentre i trasmettitori radiotelevisivi e le stazioni radio base sono impianti che irradiano la loro energia su vaste aree di ter-

Figura 2

Stazione radio base per telefonia mobile



Figura 3

Trasmettitori radiotelevisivi



Figura 4

Ponti radio e antenne per trasmissione televisiva (pannelli rettangolari)



ritorio raggiungendo più utenti (impianti di tipo broadcasting), i ponti radio vengono utilizzati per collegamenti punto-punto, producendo fasci di radiazione confinati lungo il percorso di interesse per il collegamento.

I livelli di campo elettromagnetico immessi nell'ambiente da questi impianti sono determinati essenzialmente dai seguenti fattori: potenza fornita all'impianto, tipologia di irraggiamento del territorio, ubicazione sul territorio dei trasmettitori.

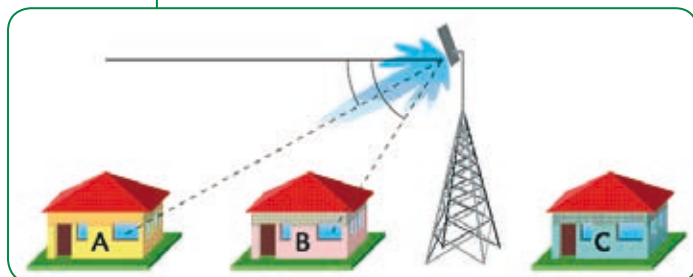
La potenza fornita all'impianto è direttamente legata all'intensità del campo elettromagnetico emesso e determina le dimensioni dell'area di utenza da servire.

È molto maggiore per i trasmettitori radiotelevisivi rispetto alle stazioni radio base per telefonia mobile, perché per i primi è maggiore il bacino d'utenza.

La tipologia di irraggiamento varia in funzione del fatto che un impianto debba trasmettere il segnale su tutto il territorio circostante o su una porzione di area in una certa direzione. Nel campo delle telecomunicazioni, generalmente, i segnali vengono trasmessi da antenne direttive che permettono di ottenere una copertura mirata del territorio in una certa direzione, evitando dispersioni inutili di energia elettromagnetica verso luoghi in cui non ci sono utenti e interferenze in luoghi coperti da altre antenne. In prima approssimazione, si può immaginare la radiazione emessa dall'antenna simile al fascio di luce emesso da un faro, che parte dall'antenna e si propaga all'interno di un cono, perdendo gradualmente d'intensità lungo la direzione di irraggiamento.

Da questo segue che l'intensità dell'esposizione al campo elettromagnetico in prossimità di un impianto per telecomunicazione non è determinata solo dalla distanza dall'impianto ma anche dal tipo di irraggiamento dell'antenna. Per illustrare questo vediamo come, in **figura 5**, l'edificio B pur trovandosi a una distanza

minore rispetto all'edificio A è sottoposto a una minore intensità di esposizione in quanto si trova al di fuori della direzione di massimo irraggiamento o, in altri termini, si trova in una zona



d'ombra fuori dall'area illuminata dal fascio principale. Ancora inferiore sarà l'esposizione della casa C che, pur essendo vicina all'impianto, è collocata nella sua parte posteriore dove non si ha alcuna emissione.

Figura 5
Radiazione elettromagnetica emessa da un'antenna: L'edificio B pur trovandosi più vicino all'antenna è soggetto a un'esposizione minore di A perché al di fuori della direzione di massimo irraggiamento

Per quanto riguarda la localizzazione degli impianti, le stazioni radio base, che sono caratterizzate da potenze più contenute (fino ad alcune decine di watt), sono più densamente installate all'interno dei grandi centri urbani, dove il numero di utenti è maggiore. Al contrario, gli impianti radiotelevisivi sono prevalentemente installati al di fuori dei centri abitati, su alture, e sono per questo caratterizzati da potenze notevolmente superiori (fino a qualche migliaio di watt).

WWW BOX

Sistemi WiFi

Una nuova tipologia di impianti in espansione è rappresentata dai sistemi wireless (senza fili) a banda larga. Tali sistemi possono venire installati su impianti in ambiente esterno o su impianti utilizzabili in ambiente interno. Particolare attenzione rivestono, per la vicinanza con gli utenti, quelli utilizzabili in ambiente interno (abitazioni, uffici...). Questi ultimi, detti Wi-Fi (Wireless Fidelity), sono dispositivi che permettono dei collegamenti di tipo punto-multipunto o punto-punto e sono destinati ad applicazioni confinate, quali ad esempio la costruzione di reti locali all'interno di un edificio, di un'azienda o di un

centro commerciale.

Utilizzano potenze di trasmissione dell'ordine di qualche decina di mW, che consentono collegamenti fino a 300 m circa, e operano sulla banda di frequenza dei 2.4 e 5 GHz. Essendo la potenza utilizzata molto bassa, non presentano particolari problemi di inquinamento elettromagnetico se localizzati in posizioni non direttamente accessibili che comportino uno stazionamento a diretto contatto delle antenne in trasmissione (come ad esempio può accadere nel caso in cui si installino antenne WiFi ad altezze inferiori ad 1.50 m in vicinanza di sedie, tavoli riunione ecc.).

1.2 SORGENTI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELF: ELETTRODOTTI

Gli elettrodotti permettono la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica dalla centrale di produzione ai singoli utenti. In particolare, con il termine elettrodotto si intende l'insieme dei componenti della rete elettrica costituito da linee di trasporto e stazioni di trasformazione (vedi **figura 6**). Il trasporto dell'energia elettrica avviene tramite le seguenti tipologie di linee elettriche:

- linee ad alta tensione, caratterizzate da tensioni di esercizio maggiori di 50 kV. In questa classe rientrano le linee impiegate per la trasmissione dell'energia elettrica dalla centrale di produzione alle stazioni di trasformazione (linee di trasmissione ad alta e altissima tensione: 132 kV, 150 kV, 220 kV e 380 kV), ma anche alcune linee da stazioni di trasformazione ad utenti, ad esempio quelli industriali (linee di distribuzione a tensioni quali 50 kV, 66 kV, 132 kV);
- linee a media e bassa tensione, caratterizzate da tensioni di esercizio da 3 a 30 kV, 220 V e 380 V, e impiegate esclusivamente per la distribuzione dell'energia elettrica dalle stazioni di trasformazione ai singoli utenti.

Le linee aeree di trasmissione e distribuzione sono costituite da conduttori metallici (ad esempio fili in lega alluminio-acciaio), entro cui fluisce corrente alternata alla frequenza di 50 Hz, sostenuti da appositi sostegni (tralicci o pali). In funzione delle caratteristiche delle linee, può variare sia la posizione sia il numero di conduttori sostenuti dai tralicci. Nelle **figure 7 e 8** sono



Figura 6
Rete di trasmissione e di distribuzione dell'energia elettrica



Figura 7
Esempio di linea a
singola terna



Figura 8
Esempio di linea a
doppia terna

riportati due esempi, rispettivamente, di linea a singola terna (tre conduttori disposti a triangolo) e linea a doppia terna (sei conduttori).

Le linee elettriche possono anche essere interrato utilizzando cavi posati sotto il suolo, a profondità di circa 1.5 m. Tale soluzione tecnologica risulta tanto più complessa, oltre che costosa, quanto più sono elevate le tensioni di esercizio, a causa del significativo aumento delle difficoltà di realizzazione e dei problemi manutentivi.

I livelli di campo elettrico e magnetico emessi dalle linee elettriche dipendono dalle loro caratteristiche tecniche e geometriche. Per quanto riguarda i parametri tecnici, la tensione di esercizio è direttamente correlata ai livelli di campo elettrico mentre la corrente che fluisce nei conduttori a quelli di campo magnetico. Maggiori tensioni di esercizio e correnti di carico corrisponderanno quindi a più elevati livelli di campo elettrico e magnetico. Le emissioni di campo elettrico e magnetico sono inoltre influenzate da aspetti geometrici quali ad esempio l'altezza dei conduttori dal suolo e la loro posizione sui tralicci.

In **figura 9** è riportato l'andamento del campo elettrico calcolato per alcuni tipi di linee.

Il campo elettrico si riduce al crescere della distanza dal centro della linea, diventando trascurabile a distanze superiori a qualche decina di metri.

Analoghe considerazioni valgono per il campo magnetico (**figura 10**) che, a differenza di quanto accade per il campo elettrico, presenta il valore massimo in corrispondenza del centro della linea.

A differenza della tensione, la corrente può variare considerevolmente nel tempo in funzione della richiesta d'energia. Il campo magnetico generato dalle linee, quindi, non è costante nel tempo, e assume valori più elevati quando è maggiore il carico o, in altri termini, quando è maggiore la richiesta di energia

elettrica; parametro fortemente dipendente sia dall'ora del giorno sia dalla stagione.

Un elemento degli elettrodotti, con un possibile impatto ambientale significativo a causa della notevole diffusione sul territorio, è costituito dalle cabine di trasformazione da media tensione a bassa tensione, utilizzate per portare l'energia al livello di tensione adeguato per la distribuzione nelle case e aziende.

Tali elementi possono essere costituiti da strutture chiuse poste all'esterno o all'interno dei fabbricati (figura 11), oppure da trasformatori su palo (figura 12).

L'emissione prevalente, in questo caso, è quella di cam-

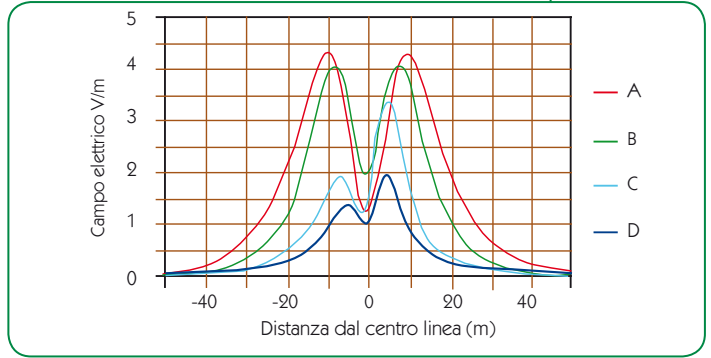


Figura 9

Profili laterali del campo elettrico (valori efficaci) calcolati, a livello del suolo nella sezione traversa corrispondente alla minima distanza cavo terreno, per una linea a 380 kV a semplice terna (A), per una linea a 380 kV a doppia terna (B), per una linea a 220 kV a semplice terna (C) e per una linea a 132 kV a semplice terna (D)

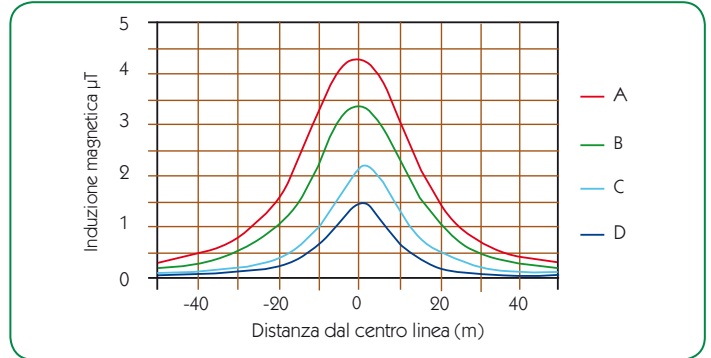


Figura 10

Profili laterali del campo d'induzione magnetica (valori efficaci) calcolati, a livello del suolo nella sezione traversa corrispondente alla minima distanza cavo terreno, per una linea a 380 kV e 1.5 kA a semplice terna (A), per una linea a 380 kV e 1.5 kA a doppia terna (B), per una linea a 220 kV e 550 A a semplice terna (C) e per una linea a 132 kV e 375 A a semplice terna (D)



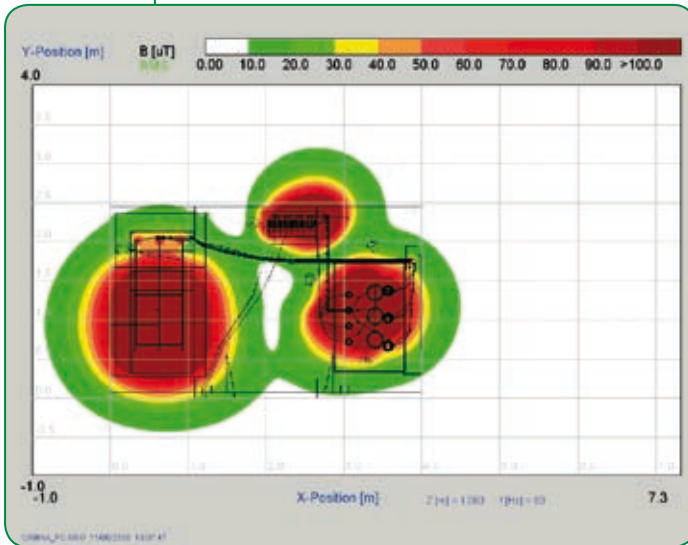
Figura 11

Cabina di trasformazione a box esterna



Figura 12

Trasformatore su palo



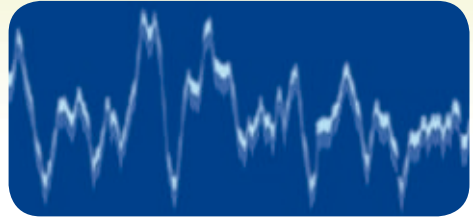
po magnetico, perché le cabine possono essere caratterizzate da correnti anche molto elevate.

In **figura 13** è riportata una tipica mappa dei livelli di campo magnetico generati da una cabina di trasformazione 15 kV/380 V.

Figura 13

Mappa dei livelli di campo magnetico generati da una cabina di trasformazione

Metodi di valutazione del campo elettromagnetico



2. METODI DI VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

2.1 VALUTAZIONE TEORICA: L'UTILIZZO DI MODELLI DI CALCOLO PREVISIONALI

La determinazione teorica del campo elettromagnetico emesso da una data sorgente è necessaria ogniqualvolta si persegua uno dei seguenti obiettivi:

- effettuare valutazioni previsionali dei livelli di esposizione della popolazione dovuti ad un impianto da installare in un determinato punto del territorio, come nel caso del rilascio di un parere preventivo all'installazione di un nuovo impianto che verrà descritto più avanti;
- conoscere la distribuzione spaziale del campo elettromagnetico emesso da una data sorgente o da un insieme di sorgenti su un'intera area geografica;
- determinare, per mezzo della conoscenza dettagliata della distribuzione spaziale del campo elettromagnetico, le aree dove sono attesi i più elevati livelli di esposizione.

La valutazione teorica viene effettuata con l'uso di modelli di calcolo che, sulla base delle caratteristiche tecniche delle sorgenti e delle loro condizioni di utilizzo, consentono di determinare i livelli di campo elettromagnetico emesso in ogni punto dello spazio tridimensionale. In funzione delle approssimazioni considerate nel calcolo, i modelli possono essere più o meno complessi. In ogni caso, il calcolo teorico viene sempre effettuato con un approccio cautelativo in modo tale che le incertezze nella valutazione si traducano sempre in sovrastime del livello di esposizione previsto. Le valutazioni teoriche sono, pertanto, sempre riferite a condizioni peggiorative dell'esposizione della popolazione al campo elettromagnetico rappresentate, ad esempio, dalle massime condizioni di utilizzo delle sorgenti e dalla mancanza di attenuazione offerta dagli edifici al campo elettromagnetico.

2.1.1 Gli impianti per telecomunicazione

Per valutare il campo elettromagnetico emesso da impianti per telecomunicazione quali, ad esempio, un trasmettitore FM o una Stazione Radio Base per telefonia mobile è necessaria una conoscenza dettagliata di parametri tecnici quali: potenza, altezza del centro elettrico, diagrammi di irradiazione, direzione di puntamento e inclinazione meccanica o elettrica dell'impianto.

Tali dati, inseriti come input in appositi modelli di calcolo, consentono di prevedere la distribuzione del campo elettromagnetico emesso dall'impianto su una determinata area geografica. Mediante l'utilizzo di strumenti informatici (GIS Geographic Information Systems) i livelli di campo elettromagnetico calcolati e riferiti ad un'area geografica possono essere sovrapposti ad una cartografia digitale, contenente anche le informazioni relative all'orografia del terreno e alla dislocazione e altezza degli edifici.

La sovrapposizione consente di visualizzare la distribuzione del campo elettromagnetico tramite mappe di isointensità dei livelli di campo dovuti ad una o più sorgenti su scala comunale e di individuare aree di possibile criticità per l'esposizione della popolazione, sia all'interno di edifici sia nelle zone di pubblico accesso. In **figura 14** è illustrato un esempio di analisi teorica di un sito con la sovrapposizione, mediante strumenti GIS, della distribuzione del campo elettromagnetico prevista teoricamente alla cartografia di un'area urbana. In **figura 15** è illustrato un esempio di valutazione teorica sovrapposta ad una cartografia tridimensionale.

Figura 14

Esempio di valutazione teorica dei livelli di campo dovuti ad impianti per telecomunicazioni (stazione radio base) a 1.5 m da terra, sovrapposta a cartografia

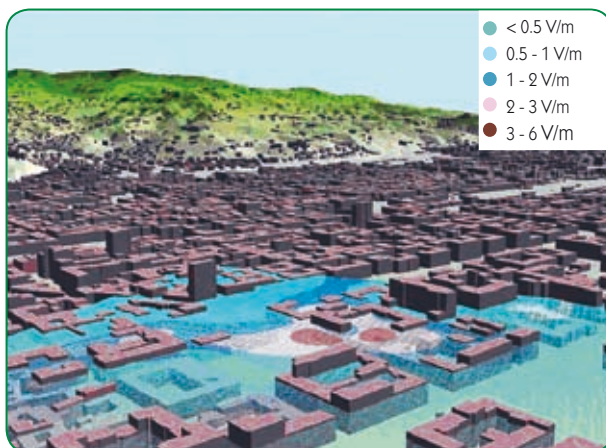
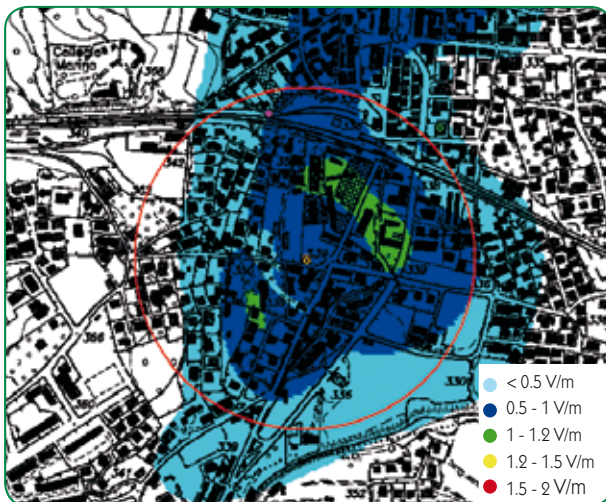


Figura 15

Esempio di valutazione teorica dei livelli di campo dovuti ad impianti per telecomunicazioni (stazione radio base) a 4.5 m da terra, sovrapposta a cartografia tridimensionale

Il rilascio dei pareri

La previsione teorica dei livelli di campo elettromagnetico è alla base dell'attività istruttoria di rilascio di pareri preventivi

l'installazione di nuovi impianti (L.R. 19/04).

La procedura per la verifica della compatibilità di un impianto con i limiti fissati dalla normativa vigente avviene secondo lo schema operativo illustrato nel diagramma di flusso riportato in **figura 16**.

La verifica del rispetto dei limiti consiste in sostanza nell'effettuare:

- una valutazione teorica dei livelli di campo elettromagnetico prodotti dal singolo impianto

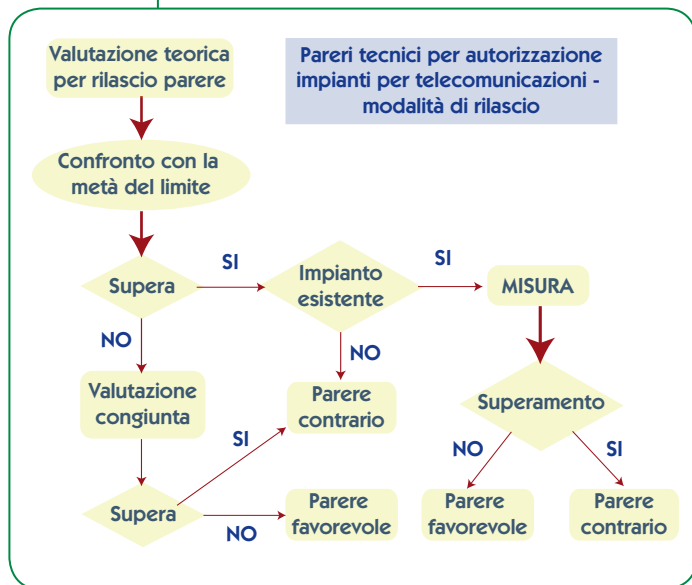


Figura 16

Procedura per la verifica della compatibilità di un impianto con i limiti di legge

to che vengono confrontati con la metà del limite applicabile (valutazione singola);

- una successiva valutazione dei livelli di campo elettromagnetico globale presenti nell'area di interesse, dovuti a tutti gli impianti che insistono sulla stessa (valutazione congiunta).

Entrambe le valutazioni vengono eseguite a partire dal suolo (a 1.5 m da terra) a passi di 3 m a diverse altezze (corrispondenti al numero dei piani fuori terra degli edifici circostanti l'impianto) fino alla massima altezza degli edifici presenti. Le valutazioni vengono poi sovrapposte, ad una cartografia digitale, in modo da individuare aree di possibile criticità per l'esposizione della popolazione, sia all'interno di edifici sia nelle zone di pubblico accesso.

In caso di esito positivo di entrambe le verifiche viene rilasciato parere favorevole.

Nel caso in cui la valutazione teorica fornisca un valore di

campo prodotto da un singolo impianto già esistente superiore alla metà del limite applicabile è necessario effettuare, preliminarmente al rilascio del parere, una misura in campo. Tale misura viene effettuata ai sensi dell'allegato B del D.M. 381/98 che stabilisce che nel caso in cui un impianto, sulla base della valutazione teorica, emetta livelli di campo elettrico o magnetico superiori alla metà del limite applicabile è necessario eseguire misure volte a validare quanto previsto teoricamente. Nel caso in cui dalla valutazione si calcoli un livello di campo elettrico superiore alla metà dei limiti ma l'impianto non sia ancora esistente o attivo nella configurazione valutata, non essendo possibile eseguire misure, viene rilasciato parere contrario.

2.1.2 Gli elettrodotti

Le valutazioni teoriche sui livelli di campo elettrico e magnetico generati dagli elettrodotti sono effettuate nell'ambito delle seguenti indagini:

- verificare il rispetto del valore limite e del valore di attenzione, per l'esposizione della popolazione, previsti dall'attuale normativa (D.P.C.M. 08/07/2003, art. 3), in corrispondenza di aree accessibili;
- determinare eventuali vincoli sulla destinazione d'uso di edifici in prossimità di elettrodotti verificando il rispetto dell'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 08/07/2003;
- calcolare le fasce di rispetto di cui al D.P.C.M. 08/07/2003 per le verifiche ivi previste;
- valutare la compatibilità di progetti relativi a nuovi elettrodotti o modifiche di linee esistenti con il D.P.C.M. 08/07/2003, ai fini dell'espressione di un parere nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e della formulazione dell'intesa Regionale ai sensi della legge 23/10/2004 n. 239 e della D.G.R. n. 4 – 2195 del 20/02/06 (procedura di autorizzazione da parte del Ministero della Attività Produttive).

Le valutazioni vengono effettuate secondo quanto prescritto dalla norma CEI 211-4 (Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche, 1996-07).

Ai sensi di tale norma il calcolo può essere svolto utilizzando un modello a cavo rettilineo oppure un modello a catenaria. L'utilizzo del primo è più semplice e richiede in ingresso unicamente i seguenti dati: portata in corrente della linea, disposizione dei conduttori e della fasi e loro altezza da terra. L'applicazione del secondo è più complessa e richiede altri dati aggiuntivi, in quanto è necessario conoscere i parametri che definiscono la catenaria, e quindi in pratica la lunghezza della campata e il vertice della catenaria, oppure il parametro di tesatura dei conduttori (rapporto tra peso e tiro).

Per quanto riguarda le valutazioni teoriche relative a cabine di trasformazione, esse richiedono l'utilizzo di modelli tridimensionali molto complessi, che siano in grado di caratterizzare i dettagli costruttivi della struttura: i dati in ingresso sono infatti tutte le specifiche geometriche ed elettriche dei quadri di media e bassa tensione e del trasformatore.

Le fasce di rispetto

Le valutazioni teoriche dei livelli di campo elettrico e magnetico generati da un elettrodotto sono spesso finalizzate al calcolo dell'induzione magnetica per la verifica del rispetto dell'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 08/07/2003 e per la stima delle possibili fasce di rispetto di cui all'art. 6 del suddetto D.P.C.M. Secondo quanto definito dalla legge 36/01 "all'interno di tali fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore" (art. 4, comma 1, lettera h).

Attualmente non è possibile determinarne in modo definitivo l'ampiezza delle fasce di rispetto in quanto ad oggi non è stata definita la metodologia di calcolo come previsto al comma 2 dell'art. 6 del D.P.C.M. 08/07/2003. In as-

senza di tale metodologia è obbligo dei gestori comunicare l'ampiezza delle fasce stesse. Ciò nonostante con circolare DSA/2004/25291 del 15 novembre 2004 (inviata al Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale e, per conoscenza, alle Regioni), il Ministero dell'Ambiente ha fornito una metodologia di calcolo provvisoria delle fasce di rispetto. Tale metodologia prevede di considerare come carico della linea la portata in corrente in servizio normale ai sensi della norma CEI 11-60 e di determinare la proiezione a terra dell'isolinea dei 3 µT (figura 17).

In figura 18 è riportata la rappresentazione di una fascia di rispetto intorno ad una linea elettrica, la dimensione di tale fascia dipende strettamente dalle caratteristiche tecniche e geometriche della linea esaminata, a titolo esemplificativo in tabella 4 si riportano alcuni casi calcolati.

Le distanze massime dalla parete della cabina alle quali è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità per varie tipologie di cabine, variano tra 1 m e 2.5 m.

Un discorso a parte va fatto per le fasce di rispetto delle cabine di trasformazione, per le quali non è possibile applicare la metodologia prevista dalla circolare ministeriale su analizzata (che riguarda esclusivamente le linee). Tenendo però validi i principi generali che vengono forniti dalla circolare, anche per le cabine può es-

Figura 17

Definizione di fascia di rispetto ai sensi della circolare DSA/2004/25291

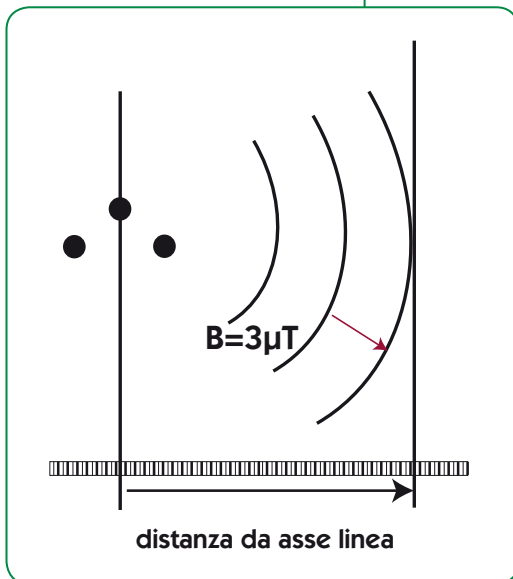


Figura 18

Rappresentazione della fascia di rispetto

	Intensità corrente (A)	Larghezza fascia di rispetto (m)
380 kV singola terna	1500	72
220 kV singola terna	1100	56
132 kV singola terna	550	32
380 kV doppia terna, fasi affiancate	1500	112
380 kV doppia terna, fasi invertite	1500	68

Tabella 4

Larghezza fasce di rispetto per alcuni tipi di linee

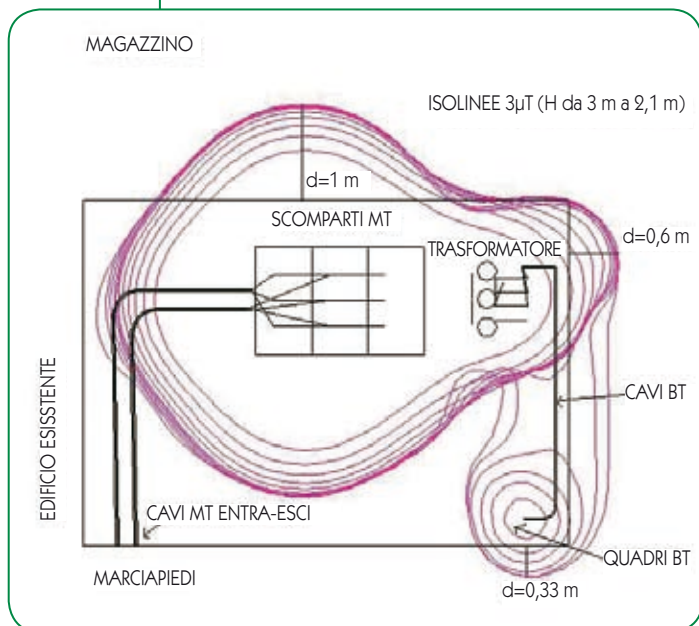


Figura 19

Esempio di fascia di rispetto per una cabina di trasformazione

frequenza e CEI 211-7 per i campi a radiofrequenza).

Nell'esecuzione di queste indagini si possono utilizzare le due seguenti metodologie di misura:

- misura a banda larga: fornisce un dato che esprime il valore globale di campo elettromagnetico presente nel punto di misura, dovuto a tutte le sorgenti presenti;
- misura in banda stretta: consente di discriminare i contributi al livello globale di campo elettromagnetico dovuti alle singole sorgenti.

Le misure a banda larga sono effettuabili con strumentazione portatile che, pur non possedendo elevati livelli di accuratezza, consente per la sua relativa semplicità di utilizzo, di gestire adeguatamente mappature del campo elettromagnetico su determinati ambienti per valutare i punti a maggiore esposizione. La misura in banda stretta, più complessa, viene solitamente effettuata quando, a seguito delle misure in banda larga, risulta necessario approfondire la caratterizzazione elettromagnetica del sito di indagine. In particolare è sempre necessaria, quando:

essere calcolata una fascia come proiezione a terra dell'isosuperficie dei $3 \mu\text{T}$, ottenendo un risultato simile all'esempio in **figura 19**.

2.2 VALUTAZIONE SPERIMENTALE: LA MISURA DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Le misure del campo elettromagnetico vengono eseguite con strumentazione portatile, in accordo a quanto stabilito dalle norme CEI di riferimento (CEI 211-6 per i campi a bassa

- il valore precedentemente misurato in banda larga è superiore al 75% del limite più basso dettato dalle normative applicabile alle sorgenti presenti.
- mediante la misura in banda larga viene evidenziato un superamento dei limiti, per cui si rende necessaria la riduzione a conformità, (in pratica una riduzione dei livelli di emissione della o delle sorgenti presenti), procedura che richiede di valutare i diversi contributi forniti singolarmente da ogni sorgente.

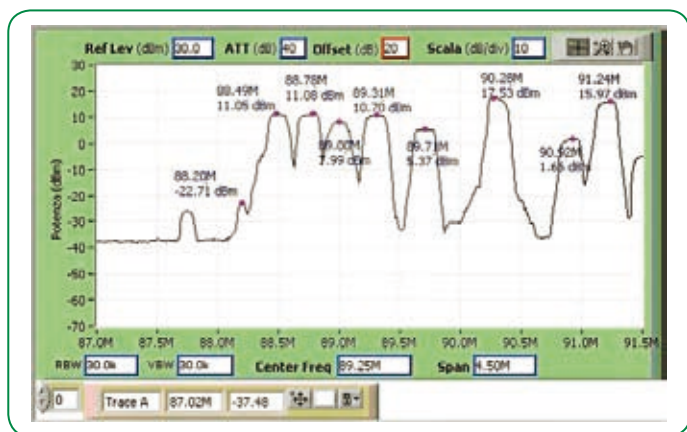


Figura 20

Esempio di spettro in frequenza risultato da una misura in banda stretta

In **figura 20** è riportato un risultato esemplificativo di una misura in banda stretta, in particolare è rappresentato una sezione dello spettro dei segnali radiofonici, acquisita nell’intervallo di frequenze compreso tra 87 MHz e 91.5 MHz: i numerosi picchi visibili corrispondono alle frequenze di emissione dei vari impianti che insistono sull’area d’interesse.

L’analisi del segnale permette poi di stabilire per ogni frequenza il contributo al campo globale.

Un’altra modalità di indagine sperimentale è quella che utilizza le centraline di monitoraggio in continuo del campo elettromagnetico. Si tratta di strumenti che, consentendo una misura continuativa nel tempo con controllo remoto dei dati, permettono di valutare la variabilità temporale del livello di campo elettromagnetico nel punto di misura.

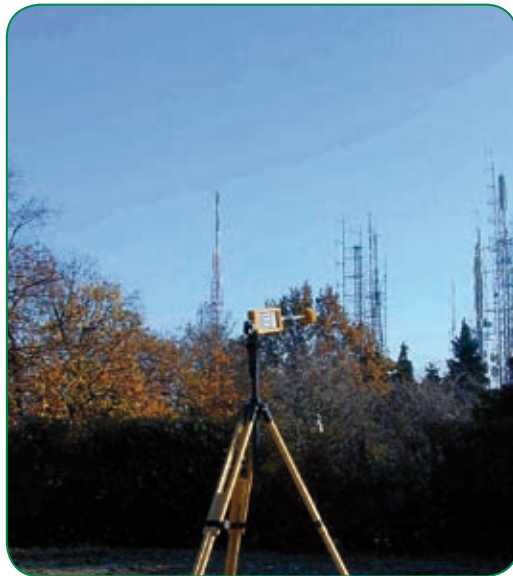


Figura 21

Sistema di monitoraggio in continua (centralina) per la misure del campo elettromagnetico a radiofrequenza

**Figura 22**

Misura in banda larga del campo elettrico in prossimità di un elettrodotto

**Figura 23**

Misura in banda larga dei livelli di campo in prossimità di impianti per telecomunicazioni

Figura 24

Misura in banda stretta dei livelli di campo in prossimità di impianti per telecomunicazioni: l'antenna viene collegata ad un analizzatore di spettro che permette di determinare i contributi al valore globale di campo elettromagnetico dovuti alle singole sorgenti



Indicatori ambientali



3. INDICATORI AMBIENTALI

In questo rapporto sono stati analizzati i seguenti indicatori ambientali di pressione - stato - risposta, selezionati sulla base della loro capacità di rappresentare in modo adeguato l'impatto ambientale dei campi elettromagnetici e sulla disponibilità dei dati necessari per determinarli [1,2].

Indicatori di pressione

- *Densità di impianti per telecomunicazioni* (numero/km²), numero di impianti per telecomunicazione presenti per ogni km² di territorio;
- *Potenza complessiva degli impianti per telecomunicazioni* (Watt), somma algebrica delle potenze degli impianti che erogano la stessa tipologia di servizio;
- *Linee elettriche per unità di area* (km/km²), estensione delle linee elettriche per ogni km² di territorio.

Tutti questi indicatori saranno rappresentati anche graficamente tramite mappe georiferite che ne illustreranno la distribuzione sul territorio.

Indicatori di stato

- *Livelli di campo elettromagnetico presenti in prossimità degli impianti radiotelevisivi e delle stazioni radio base* (distribuzione dei livelli in classi percentuali);
- *Livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza a cui è esposta la popolazione* (distribuzione dei livelli in classi percentuali);
- *Superamento dei limiti per l'esposizione al campo elettromagnetico a radiofrequenza* (numero di punti di misura con livelli di campo superiori ai limiti);
- *Variabilità dei livelli di campo elettromagnetico RF* (deviazione standard/livello misurato), variazione temporale dei livelli di campo elettromagnetico RF, valutati con mi-

sure prolungate nel tempo effettuate con centraline.

Indicatori di risposta

- *Pareri e pronunciamenti rilasciati per l'installazione o la modifica di impianti per telecomunicazione* (numero di pareri);
- *Interventi di controllo e monitoraggio dei campi a radiofrequenza* (numero di interventi);
- *Valutazioni teoriche e pareri preventivi dei campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti* (numero di valutazioni);
- *Interventi di misura dei campi elettrici e magnetici a bassa frequenza* (numero di interventi).

Il popolamento di questi indicatori è possibile grazie alla realizzazione e gestione da parte di Arpa Piemonte di un archivio informatizzato delle sorgenti presenti sul territorio regionale nonché all'attività di controllo svolta sul territorio dalla stessa Agenzia.

In questo capitolo gli indicatori verranno introdotti a livello regionale, mentre si rimanda al successivo capitolo per una descrizione più dettagliata degli stessi a livello provinciale.

3.1 INDICATORI DI PRESSIONE

La conoscenza dei dati sui fattori di pressione deriva, per quanto riguarda gli impianti per telecomunicazione, dall'iter autorizzativo che impone a tutti i gestori degli impianti di comunicare i dati tecnici, anagrafici e localizzativi ad Arpa Piemonte, per l'effettuazione dell'istruttoria tecnica finalizzata al rilascio del parere preventivo.

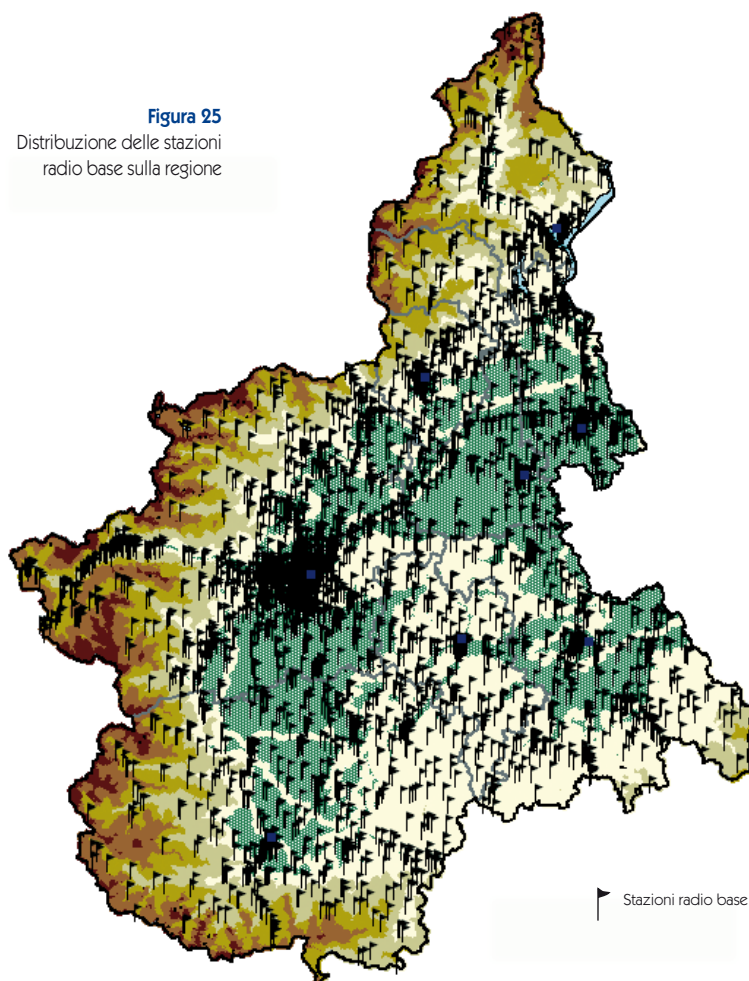
Questi dati sono inoltre validati e integrati da Arpa nell'ambito dell'attività istruttoria e di quella di monitoraggio e controllo in campo. Per quanto riguarda gli elettrodotti, i dati presentati sono desunti sulla base dei dati forniti dai gestori delle linee e integrati grazie alle attività di monitoraggio.

3.1.1 Densità di impianti per telecomunicazioni

Vengono riportate nelle **figure 25 e 26** le mappe del Piemonte con indicate le installazioni rispettivamente delle stazioni radio base e dei siti radiotelevisivi. Si nota che, come visto precedentemente, le stazioni radio base sono distribuite in modo capillare su tutto il territorio, con concentrazione maggiore nelle aree più densamente abitate, dove il numero di utenti è maggiore, mentre gli impianti radiotelevisivi risultano prevalentemente installati in aree montuose o collinari.

In **figura 27** è riportato l'andamento negli anni della densità

Figura 25
Distribuzione delle stazioni
radio base sulla regione



di impianti per telecomunicazione (numero di impianti per km²) presenti in Piemonte, con dati riferiti sia alla totalità degli impianti che alle due tipologie: stazioni radio base per telefonia mobile e trasmettitori radiotelevisivi. Il dato relativo alla densità di stazioni radio base è basato sul numero di pareri e pronunciamenti rilasciati da Arpa. Questo dato può non corrispondere al numero di impianti attivi sul territorio, a causa del fatto che alcuni tra gli impianti per cui è stato richiesto e rilasciato un parere potrebbero non essere realizzati o non essere ancora attivati. Si ritiene comunque che tali

Figura 26
Distribuzione degli impianti radiotelevisivi sulla regione

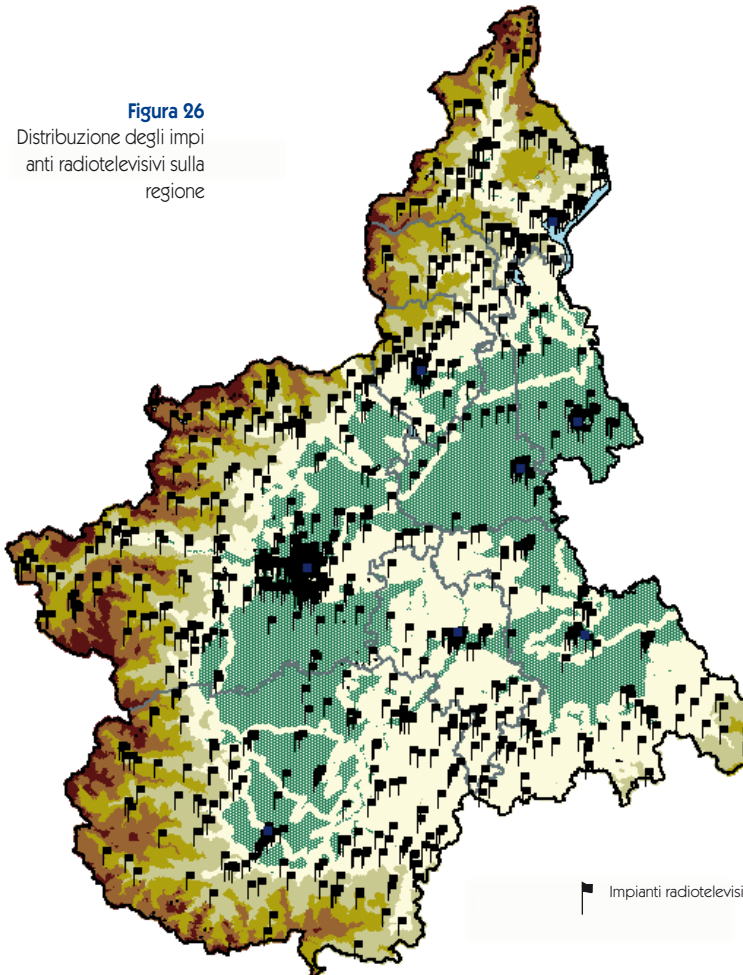


Figura 27
Densità di impianti per
telecomunicazioni nella
regione

fattori non incidano in modo significativo e che, pertanto, i dati riportati si possano associare, con buona approssimazione, anche alla distribuzione degli impianti presenti sul

territorio e già attivati.

Dall'esame della **figura 27** risulta evidente un costante aumento negli anni della densità di impianti, sia per le stazioni radio base sia per le antenne radio-tv. La crescita è legata alla sempre maggiore diffusione della telefonia mobile e alla evoluzione tecnologica che porta ad un costante sviluppo delle reti. Per quanto riguarda gli impianti radio-tv la loro crescita è, in realtà, in parte apparente perché dovuta anche all'entrata in vigore della L.R. 19/04 che ha comportato l'emersione di impianti precedentemente non censiti. Negli ultimi due anni, infatti, il numero di impianti radiotelevisivi si è stabilizzato, in quanto la maggior parte di questi risulta ormai censita.

In **figura 28** è riportata la densità degli impianti per telecomunicazione presenti nelle varie province. La densità degli impianti per telefonia mobile varia tra 0.14 impianti/km², nella provincia di Cuneo, e 0.41 impianti/km², nella provincia di Torino, in coerenza con le densità abitative delle province piemontesi. La densità degli impianti radiotelevisivi varia tra 0.044 impianti/km², nella provincia di Vercelli, e 0.156 impianti/km², nella provincia di Biella, dove il territorio montuoso giustifica la maggiore concentrazione di impianti. La densità degli impianti per telecomunicazione, relativa a tutte le tipologie di impianto, varia da 0.209 impianti/km², nella provincia di Cuneo, a 0.524 impianti/km², nella provincia di Torino. Nelle **figure 29-30-31** sono riportate le densità rispettivamente delle stazioni radio base, degli impianti radiotelevisivi e di tutti gli impianti presenti sulla regione, con dettaglio comunale.

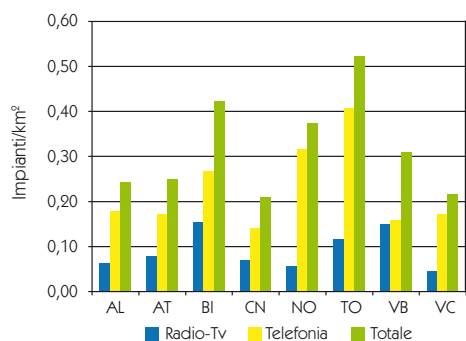
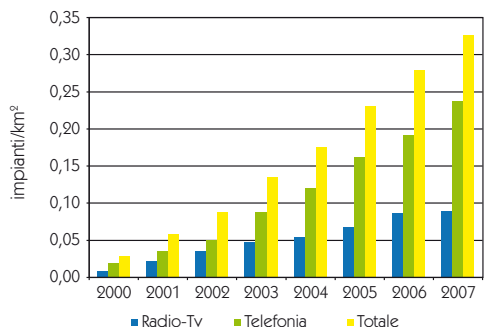
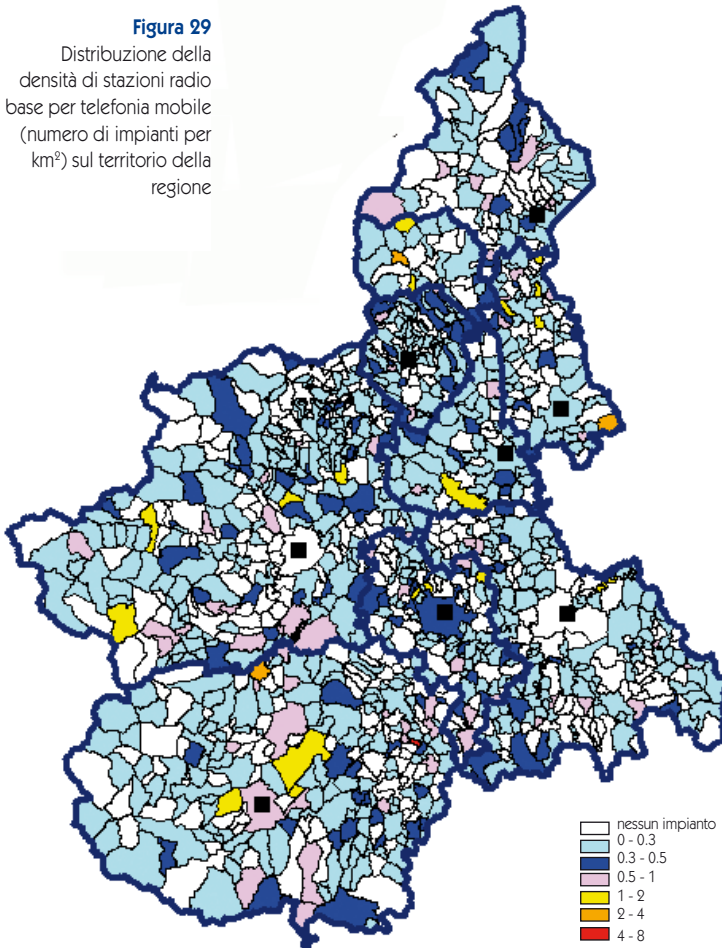


Figura 28
Densità di impianti per
telecomunicazione
presenti nelle province
piemontesi

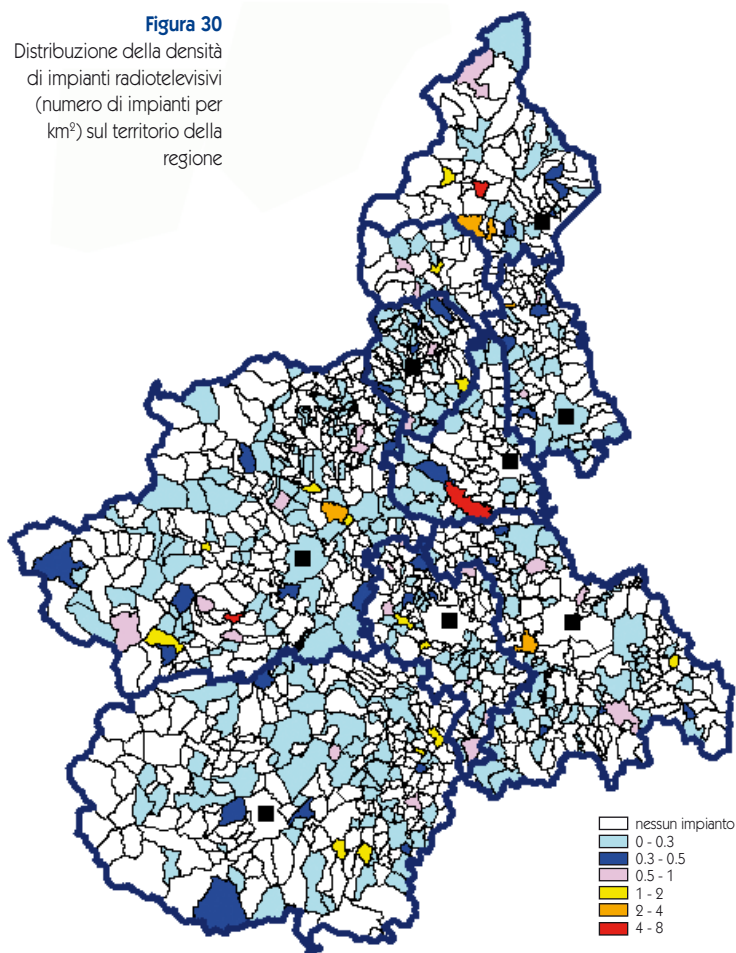
Figura 29

Distribuzione della densità di stazioni radio base per telefonia mobile (numero di impianti per km²) sul territorio della regione



La densità degli impianti per telefonia mobile varia tra 0, in diversi comuni, e 5.86 impianti/km², nel comune di Torino. La densità degli impianti radiotelevisivi varia tra 0 e 7.34 impianti/km², con il valore massimo raggiunto nel comune di Pecetto Torinese a causa della presenza del Colle della Maddalena, sito ad elevata concentrazione di impianti radiotelevisivi. La densità degli impianti per telecomunicazione, relativa a tutte le tipologie di impianto, varia da 0 a 7.96 impianti/km², con il dato massimo riferito ancora al comune di Pecetto Torinese.

Figura 30
Distribuzione della densità
di impianti radiotelevisivi
(numero di impianti per
km²) sul territorio della
regione

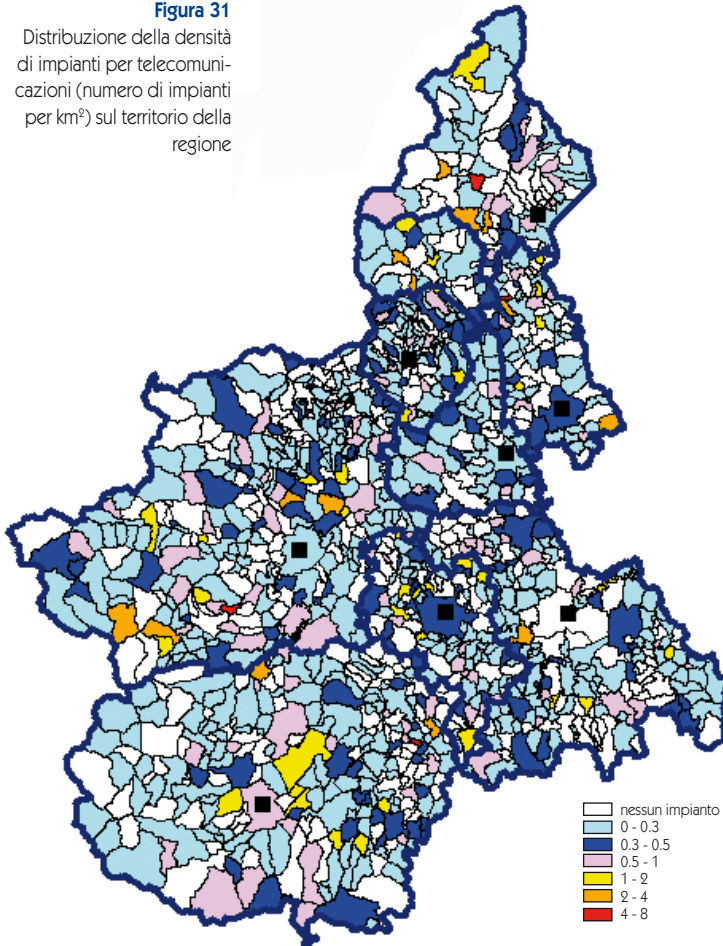


Dai grafici si nota come la densità degli impianti per telefonia mobile varia generalmente tra 0.1 e 1 impianti/km², essendo tali impianti distribuiti uniformemente sul territorio.

Al contrario, la densità degli impianti radiotelevisivi è nella maggior parte dei comuni prossima a zero e raggiunge valori più elevati solo in un numero limitato di comuni, in quanto in pochi siti strategici è concentrato un numero elevato di impianti radiotelevisivi.

Figura 31

Distribuzione della densità di impianti per telecomunicazioni (numero di impianti per km²) sul territorio della regione



3.1.2 Potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione

La pressione effettiva degli impianti per telecomunicazione sul territorio è legata all'intensità dell'emissione, la quale dipende principalmente, anche se non in modo esclusivo, dalla potenza di alimentazione degli impianti stessi. La pressione ambientale di questi impianti è, quindi, esprimibile per mezzo della loro potenza complessiva definita come la somma delle potenze di ogni singolo impianto.

L'incremento del numero di impianti, già discusso precedentemente, ha come diretta conseguenza l'aumento della loro

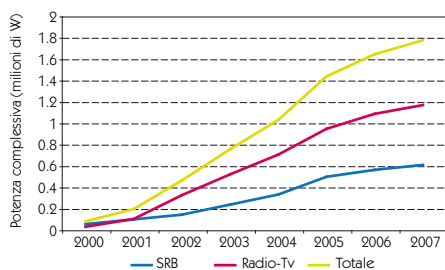


Figura 32

Andamento nel tempo della potenza complessiva degli impianti per telecomunicazioni censiti nella regione

in numero molto maggiore. Ciò è dovuto al fatto che la potenza di un impianto radio-tv è mediamente molto maggiore di quella di una stazione radio base.

In **figura 33** è riportata la potenza complessiva degli impianti nella regione e nelle varie province, sia per le stazioni radio base sia per gli impianti radiotelevisivi.

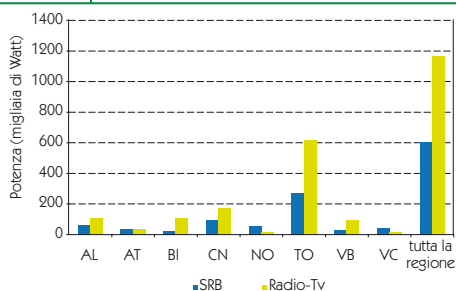


Figura 33

Potenza complessiva degli impianti per telecomunicazioni censiti nelle varie province

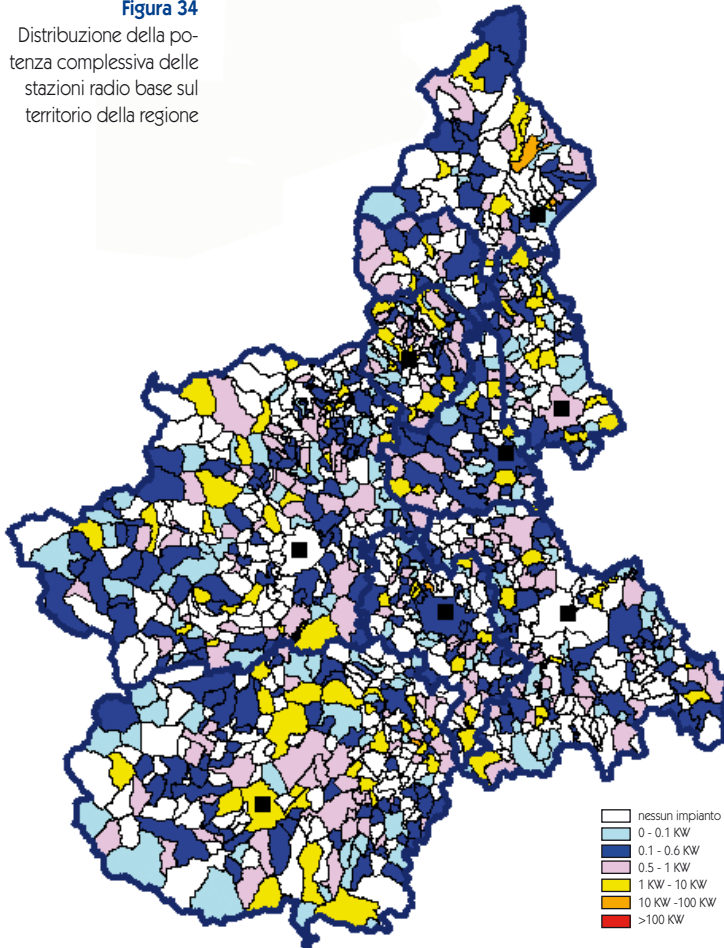
presenza di un numero maggiore di impianti.

Nella provincia di Torino, l'elevata potenza complessiva degli impianti per telefonia mobile è legata alla loro maggiore concentrazione necessaria per servire il grande numero di utenti presenti, mentre l'elevata potenza degli impianti radiotelevisivi è principalmente dovuta al sito del Colle della Maddalena, dove è concentrata circa un quarto della potenza complessiva riferita a tutta la regione.

Nelle **figure 34-35-36** sono rappresentate graficamente, su scala comunale, le potenze complessive rispettivamente delle stazioni radio base, degli impianti radiotelevisivi e di tutti

Figura 34

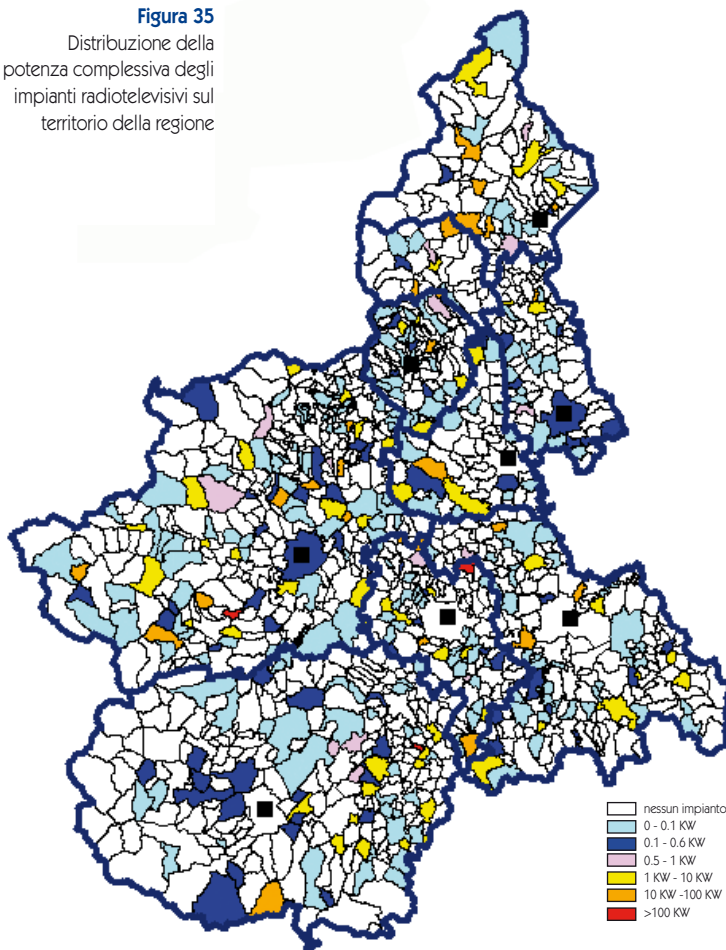
Distribuzione della potenza complessiva delle stazioni radio base sul territorio della regione



gli impianti presenti sulla regione. La potenza totale degli impianti per telefonia presenti sul territorio comunale varia da un minimo di 0 ad un massimo di 80.8 kW, raggiunto nel comune di Torino.

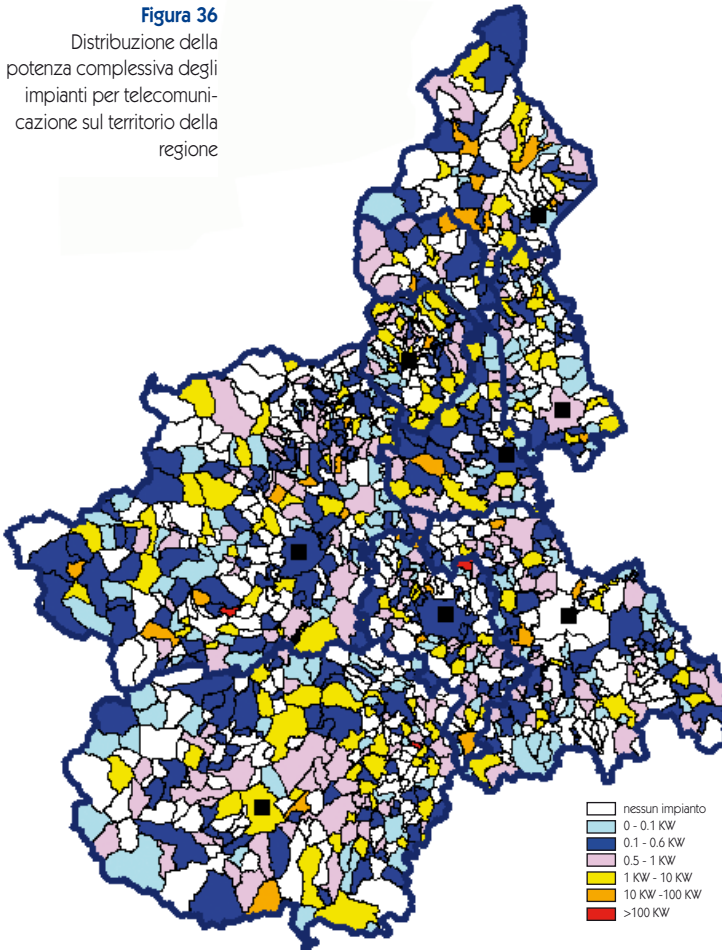
Per quanto riguarda gli impianti radiotelevisivi il dato di potenza totale raggiunge il valore massimo di 237.7 kW nel comune di Pecetto Torinese (sito radioelettrico del Colle della Maddalena), dove si registra anche il valore di massima potenza complessiva attribuibile a tutti gli impianti, pari a 238 kW.

Figura 35
Distribuzione della
potenza complessiva degli
impianti radiotelevisivi sul
territorio della regione



Dalle **figure 30-31-32** si nota che, analogamente a quanto si è visto per l'indicatore "densità di impianti", l'indicatore "potenza complessiva" degli impianti radiotelevisivi assume nella maggior parte dei comuni un valore nullo o prossimo a zero e raggiunge valori elevati in pochi comuni, dove sono presenti siti strategici ad elevata concentrazione di impianti, mentre per quanto riguarda le stazioni radio base assume valori più uniformi e comparabili nei diversi comuni.

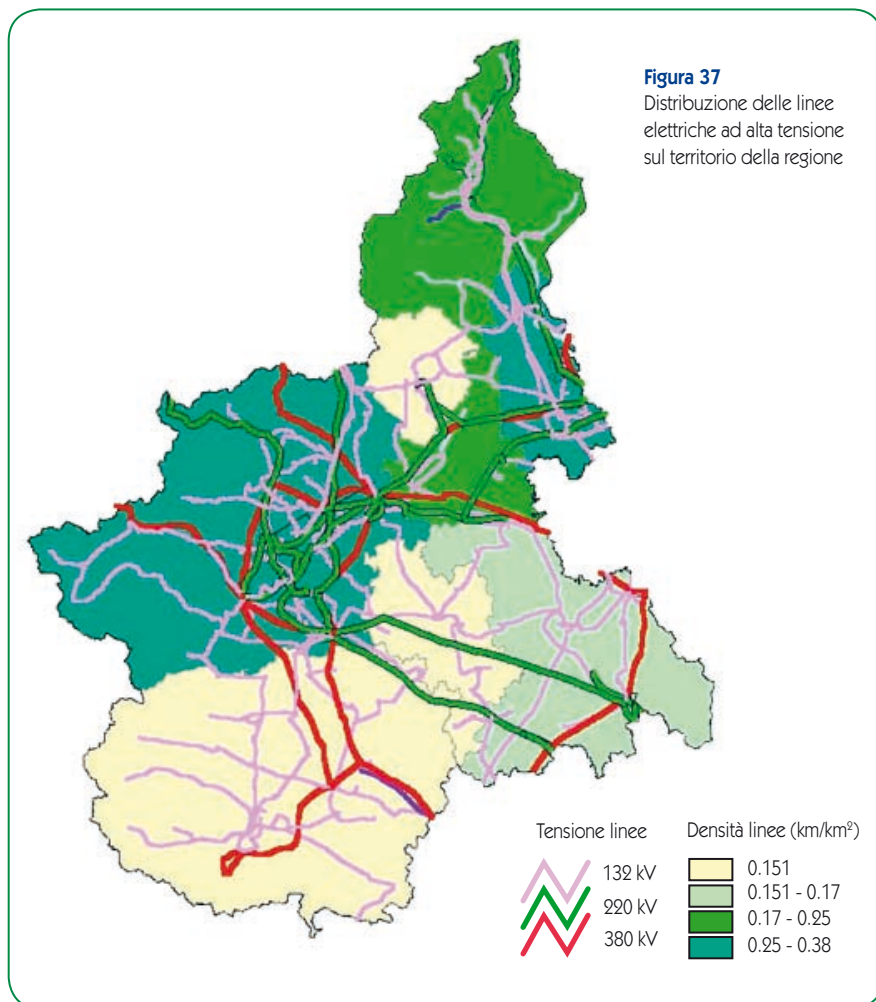
Figura 36
Distribuzione della
potenza complessiva degli
impianti per telecomuni-
cazione sul territorio della
regione



3.1.3 Sviluppo in chilometri delle linee elettriche in rapporto all'area

Sulla base degli archivi regionali relativi ai tracciati degli elettrodotti è stata elaborata la mappa della distribuzione delle linee elettriche ad alta tensione sul territorio piemontese riportata in **figura 37**.

Tale mappa è sovrapposta alla rappresentazione della densità delle linee nelle diverse province (km di linee per unità di superficie), dalla quale si può notare come le province con maggiore impatto da parte degli elettrodotti sono quelle di



Torino e Novara, mentre un impatto decisamente inferiore, in rapporto alla superficie totale, si verifica per le province di Biella, Asti e Cuneo.

In **figura 38** viene riportato lo sviluppo delle linee elettriche per unità di area: si osserva la netta preponderanza delle linee con tensione 132 kV rispetto alle linee di trasmissione ad altissima tensione. Queste ultime, in numero abbastanza limitato, sono le linee che possono generare i livelli di esposizione più elevati e territorialmente estesi, mentre le prime, benché più numerose,

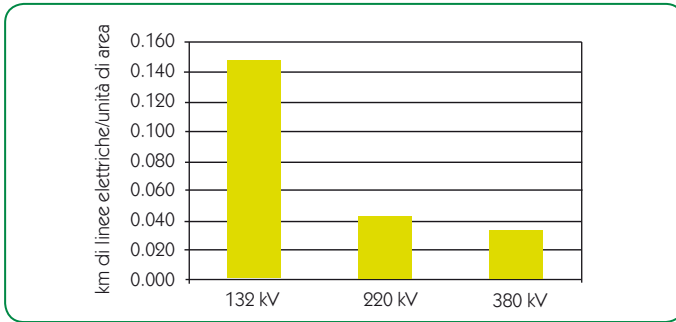


Figura 38
Sviluppo in km delle
linee elettriche in
rapporto alla superficie
regionale

sono spesso associabili a livelli di corrente mediamente più bassi e, quindi, a livelli di campo magnetico inferiori. Per valutare l'incidenza degli elettrodotti sul territorio regionale possiamo usare come riferimento analoghi dati relativi ad altre regioni e desunti dall'Annuario dei dati ambientali di APAT [3]. Rispetto al complesso del territorio italiano, il Piemonte presenta valori di questo indicatore leggermente superiori alla media nazionale: 0.13 per linee tra 40 kV e 150 kV, 0.03 per linee a 220 kV e 0.03 per linee a 380 kV.

3.2 INDICATORI DI STATO E RISPOSTA

Il popolamento degli indicatori di stato e risposta deriva dall'attività di monitoraggio e controllo svolta da Arpa Piemonte. Questa attività si compone di un approccio sperimentale e di un approccio teorico come descritto nel capitolo 2 di questo rapporto, a cui si rimanda.

3.2.1 Distribuzione dei livelli di campo elettromagnetico presenti in prossimità degli impianti per telecomunicazione

Dai risultati delle misure effettuate sul territorio si possono determinare le distribuzioni percentuali dei livelli di campo elettromagnetico presenti nelle diverse condizioni di esposizione. È opportuno sottolineare che in questo paragrafo vengono illustrati solo i dati relativi ad aree vicine agli impianti e, quindi, rappresentativi delle situazioni di maggiore esposizione e

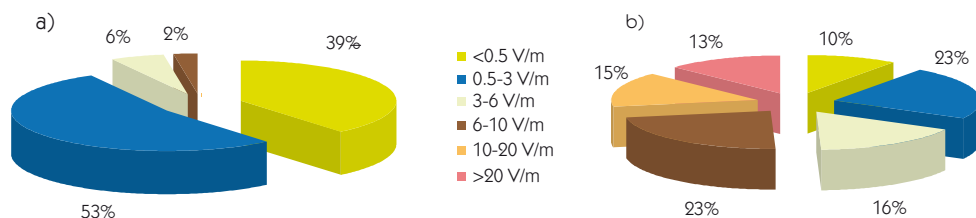


Figura 39 Distribuzione dei livelli di campo elettrico misurati in prossimità delle stazioni radio base (a) e delle antenne radiotelevisive (b)

non dell'esposizione media della popolazione.

Tali dati, rilevati a seguito di richieste specifiche dei cittadini o di azioni di controllo sugli impianti, sono riportati in **figura 39** in termini di distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità delle stazioni radio base (**figura 39 a**) e in prossimità dei siti radiotelevisivi (**figura 39 b**).

I livelli di campo rilevati in prossimità delle stazioni radio base sono mediamente inferiori a quelli rilevati in prossimità dei trasmettitori radio-tv, essendo maggiori le potenze utilizzate da questi ultimi impianti.

Nelle misure di controllo effettuate su stazioni radio base non si sono mai riscontrati superamenti del limite di esposizione di 20 V/m, mentre in tre casi (corrispondenti all'1.8% delle misure) si è rilevato il superamento del valore di attenzione di 6 V/m (aree adibite a permanenza prolungata). Complessivamente, tenendo conto anche delle aree dove non è applicabile il valore di attenzione (permanenze non prolungate), valori superiori a 6 V/m sono stati rilevati nel 2.5% delle misure.

Si può quindi affermare che, in generale, i livelli di campo elettromagnetico rilevabili in prossimità di stazioni radio base per telefonia mobile, sono ampiamente inferiori al limite di esposizione, valore di attenzione e obiettivo di qualità, indipendentemente dall'area considerata, sia essa un'area intensamente frequentata, adibita a permanenze prolungate o solo di pubblico accesso.

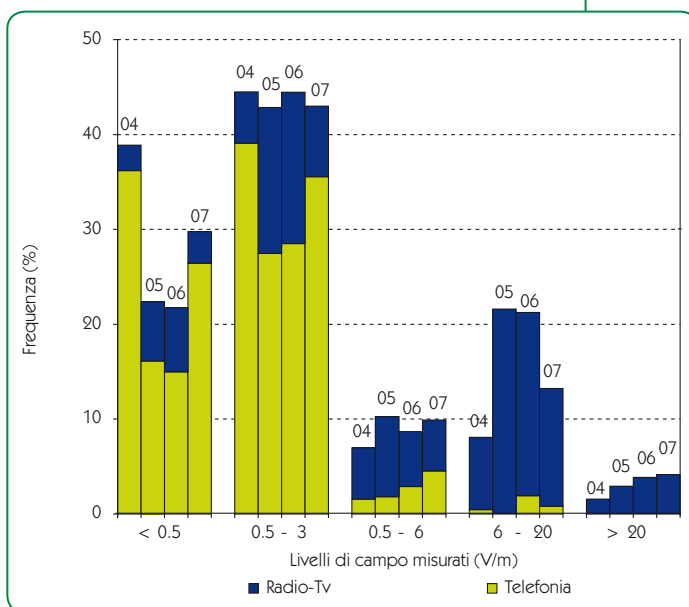
Valori più elevati sono stati misurati nel corso delle attività di monitoraggio e controllo riguardanti i siti radio-tv. In questo caso, nel 21% delle misure si è riscontrato un superamento del valore di attenzione di 6 V/m, dove applicabile, a fronte di un totale del 51% di valori misurati superiori a 6 V/m. In circa il 13% dei casi si è inoltre rilevato il superamento del limite di esposizione di 20 V/m in aree accessibili alla popolazione anche se, spesso, scarsamente frequentate.

È da rilevare che la maggioranza di queste misure viene condotta in siti già considerati critici, nell'ambito dell'attività di istruttoria tecnica per il rilascio di pareri. Come già affermato in precedenza, la distribuzione di frequenze di questi valori di campo elettromagnetico non è, quindi, rappresentativa dei livelli medi di esposizione presenti su tutta la regione, per i quali si rimanda al paragrafo successivo.

Per determinare l'andamento nel tempo dei livelli di esposizione al campo elettromagnetico in prossimità degli impianti, in **figura 40** sono stati riportati i valori di campo rilevati negli ultimi 4 anni. Dall'esame delle figura si può rilevare che i livelli di esposizione aumentano dal 2004 al 2005 e si mantengono pressoché stabili nel periodo 2005 – 2006. Tale considerazione è chiaramente evidenziata dalla diminuzione della classe “< 0.5 V/m” e dall'aumento delle classi “6 V/m – 20 V/m” e “> 20 V/m”, riscontrabili per gli anni 2004 – 2005, e dall'andamento costante di tutte le classi di esposi-

Figura 40

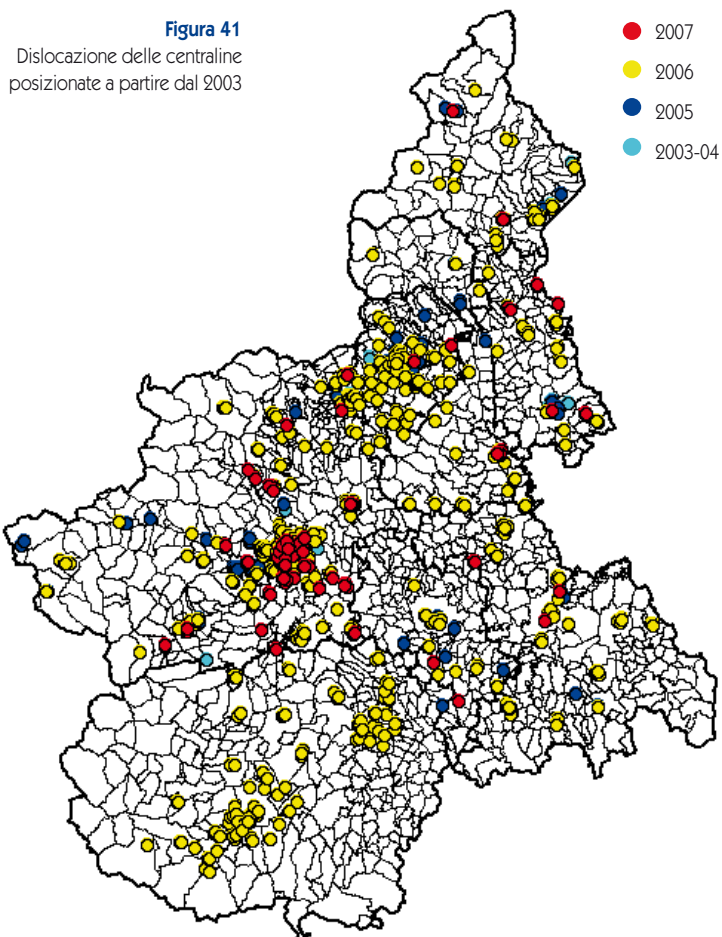
Valori di campo elettrico misurati in prossimità di siti radiotelevisivi e stazioni radio base negli ultimi 3 anni



zione negli anni 2005 – 2006. Nel corso del 2007 l'aumento della classe " $< 0.5 \text{ V/m}$ ", la diminuzione della classe " $6 \text{ V/m} - 20 \text{ V/m}$ " e la stabilizzazione delle altre evidenziano una riduzione dei livelli di esposizione

3.2.2 Distribuzione dei livelli di campo presenti sul territorio

Una delle maggiori fonti di conoscenza dei livelli di campo presenti mediamente sul territorio deriva dall'attività di monitoraggio effettuata con una rete di centraline fisse e rilocabili



dislocate in modo capillare su tutto il territorio. Tale attività fino allo scorso anno era stata svolta all'interno di un progetto finanziato dal Ministero delle Comunicazioni, coordinato a livello nazionale dalla Fondazione Ugo Bordoni, e finalizzato alla realizzazione di una rete nazionale di monitoraggio in continuo dei livelli di campo elettromagnetico che, sul territorio del Piemonte, è organizzata e gestita da Arpa. Nel corso del 2007 l'attività di monitoraggio con centraline è continuata, anche se rispetto agli scorsi anni in cui le centraline venivano dislocate in modo uniforme sul territorio, parte delle stesse è stata ora dedicata al monitoraggio di siti critici, siti in cui precedenti misure avevano già evidenziato livelli di campo prossimi o superiori ai valori limiti.

Le centraline, posizionate per un periodo di circa quattro settimane in ogni sito, vengono gestite da un centro di controllo remoto,

posto presso la sede di Ivrea del Centro Regionale per le Radiazioni di Arpa, al quale inviano giornalmente i dati via GSM.

In **figura 41** si riporta la distribuzione dei siti monitorati in Piemonte, per un totale di 962 misure effettuate a partire dal 2003, di cui 115 effettuate nel 2007.

Una ulteriore fonte di conoscenza dei livelli di campo presenti mediamente sul territorio deriva dall'attività di monitoraggio dei livelli di campo a radiofrequenza effettuata, indipendentemente dalla presenza di sorgenti di campo nelle vicinanze, con strumentazione a banda larga. Nell'ambito di questa attività nel corso del 2007 sono stati effettuati 254 interventi.

In **figura 42** è riportata la distribuzione dei livelli di campo misurati con la rete di centraline e nel corso dell'attività di monitoraggio: nel 31.4% delle misure i livelli di campo sono risultati inferiori a 0.5 V/m, e nel 88 % inferiori a 3 V/m, valore pari alla metà del valore di attenzione (6 V/m). Per quanto riguarda il confronto con

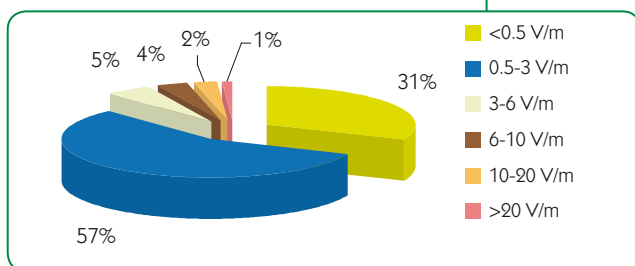


Figura 42
Livelli di campo misurati
sul territorio

i limiti, nell'1.1% dei casi (corrispondenti a 4 misure) sono stati riscontrati livelli di campo superiori al limite di esposizione (20 V/m), mentre nell'1.6% (6 misure) si è rilevato il superamento del valore di attenzione.

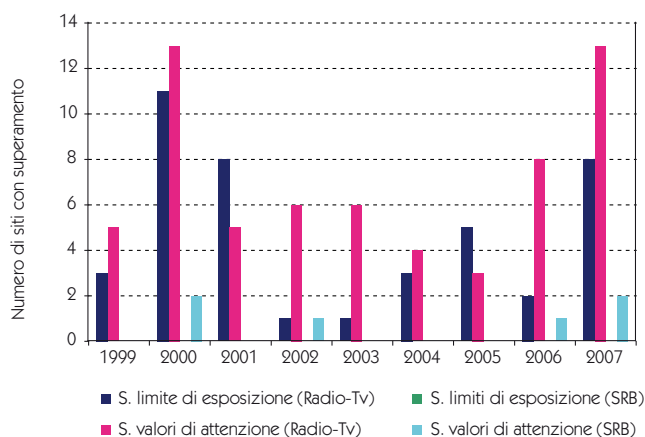
Questi casi corrispondono comunque al monitoraggio con centraline dei siti critici di cui sopra. Dall'analisi di questi dati si evince, pertanto, che i livelli medi di esposizione della popolazione a campi elettromagnetici, determinati indipendentemente dalla presenza di sorgenti di campo nelle vicinanze, sono nella quasi totalità dei casi di gran lunga inferiori ai valori limite.

3.2.3 Superamenti dei limiti e dei valori di attenzione

In **figura 43** è riportato il numero di situazioni in cui nel corso degli anni si è riscontrato il superamento dei limiti di esposizione e dei valori di attenzione di campo elettromagnetico a radiofrequenza fissati dal D.P.C.M. 08/07/2003. Il numero di superamenti è riportato separatamente per le emissioni elettromagnetiche dai trasmettitori radiotelevisivi e per quelle dovute alle stazioni radio base (SRB) per telefonia mobile.

Figura 43 Nel caso delle stazioni radio base, vengono sempre rispettati i limiti di esposizione, mentre nel corso del 2007 si sono riscontrati 2 superamenti dei valori di attenzione. Per quanto riguarda gli impianti radiotelevisivi è maggiore il numero di situazioni non a norma.

In particolare, in prossimità di impianti radiotelevisivi, si sono riscontrati, in totale, 21 superamenti di valori normativi di riferimento nel 2007. Le situazioni non a norma corrispondono generalmente a siti collinari, nei quali si concentrano numerose emittenti con potenze di trasmissione elevate. Se in diversi



casi il superamento avviene in aree scarsamente frequentate dove il numero di persone che subiscono l'esposizione indebita è molto basso, in altre situazioni la presenza di impianti radio-tv in prossimità di abitazioni, parchi e aree comunque molto frequentate, provoca esposizioni elevate e prolungate anche su un numero elevato di cittadini.

3.2.4 Variabilità dei livelli di campo elettromagnetico

La realizzazione della rete di monitoraggio in continuo dei livelli di campo elettromagnetico tramite centraline permette di verificare le variazioni temporali dei campi elettromagnetici a radiofrequenza prodotti da impianti per telecomunicazione, con particolare riferimento alle stazioni radio base per telefonia mobile, e individuare eventuali situazioni di elevata variabilità del segnale.

In **figura 44** è riportata la variabilità dei livelli di campo elettromagnetico rispetto ai livelli medi misurati. Dall'analisi della figura si nota che nella maggior parte dei casi (75% delle misure) le fluttuazioni intorno al livello medio di campo misurato sono inferiori al 10%. Variabilità temporali più elevate, fino a circa il 30%, si possono comunque rilevare in un numero limitato di casi.

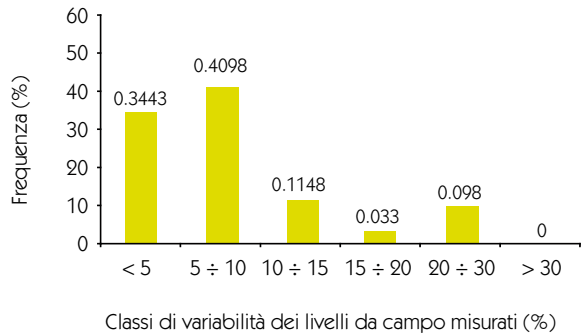
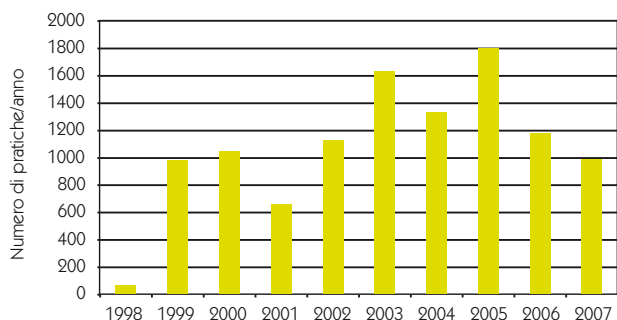


Figura 44
Variabilità dei livelli di campo elettromagnetico

3.2.5 Pareri e pronunciamenti per l'installazione e modifica degli impianti fissi per telecomunicazioni

Sulla base delle valutazioni previsionali dei livelli di campo elettromagnetico emessi da un nuovo impianto o da un impianto su cui deve essere effettuata una modifica, Arpa verifica il rispetto dei limiti di legge e rilascia un parere tecnico o un pronunciamento (rispettivamente ai sensi della L.R. 19/04

**Figura 45**

Numero di pratiche all'anno analizzate per il rilascio di pareri dal 1998 al 2007

mento negli anni di questo indicatore.

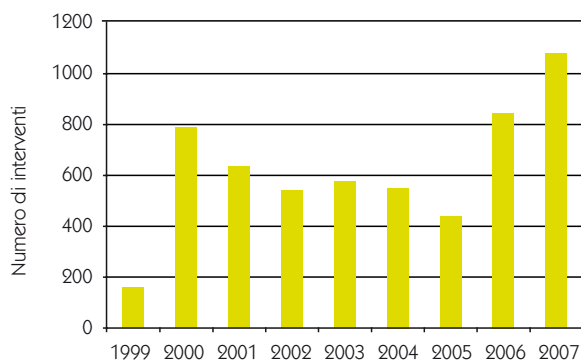
Dal grafico è evidente che il numero di pratiche analizzate all'anno, per il rilascio di pareri tecnici, è nel periodo compreso tra il 1998 e il 2003 sensibilmente aumentato. Un successivo aumento si è registrato nel 2005 in seguito all'entrata in vigore della legge regionale 19/04 nell'agosto del 2004 e alla successiva regolarizzazione di molti impianti radiotelevisivi. Nel corso del 2006 e del 2007 il numero di pratiche analizzate si è stabilizzato su valori più bassi, intorno a un migliaio di pratiche.

Figura 46

Numero di interventi di misura dei campi a radiofrequenza effettuati nei diversi anni su tutta la regione

3.2.6 Interventi di controllo e monitoraggio per gli impianti per telecomunicazione

La misura dei livelli di campo elettromagnetico presenti nell'ambiente è un'attività di controllo che Arpa svolge al fine di valutare i livelli di esposizione della popolazione e di verificare il



e del D.Lgs. 259/03).

Il numero totale di pareri e pronunciamenti rilasciati rappresenta un buon indicatore sia dell'attività di controllo svolta dall'agenzia, in relazione alla richiesta normativa, sia dello sviluppo delle reti per telecomunicazioni.

In **figura 45** è riportato l'andamento

rispetto dei limiti di legge. Tra il 1999 e il 2007, sono state effettuate 5614 interventi di misura su tutta la regione (**figura 46**), di cui 1081 nel 2007.

È evidente un aumento di interventi nel corso del 2006 e del 2007. Tale aumento è legato all'incremento degli

impianti per telecomunicazioni che ha reso necessario un maggior controllo da parte dell'Agenzia.

3.2.7 Numero di valutazioni teoriche e pareri preventivi dei campi dovuti ad elettrodotti

Nell'anno 2007 sono state effettuate 52 valutazioni teoriche nell'ambito dei procedimenti sopra citati (44 su linee a media, alta e altissima tensione e 8 su cabine di trasformazione da media tensione a bassa tensione).

L'andamento nel tempo di questa attività tecnica è riportato in **figura 47**, dove si nota un deciso aumento a partire dall'anno 2004, dovuto anche all'attuazione di quanto previsto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Sulla base delle valutazioni effet-

tuate, suffragate dall'attività di misure sul campo sotto riportate, sono stati identificati alcuni siti (circa una decina sul territorio regionale) nei quali, in particolari condizioni di carico, può risultare il superamento del valore di attenzione per il campo magnetico (10 μ T) fissato dalla normativa vigente. La verifica di tali superamenti richiede l'effettuazione di campagne di monitoraggio mirate alle situazioni evidenziate dalle analisi teoriche.

Un esempio di queste campagne di monitoraggio è riportato al capitolo 4.6 dove sono evidenziati gli esiti di una indagine effettuata nella provincia di Torino.

3.2.8 Interventi di controllo e monitoraggio per i campi elettrici e magnetici ELF

Al fine di valutare i livelli di esposizione della popolazione, nel 2007 sono stati effettuati 79 interventi di misura in tutta la regione, suddivisi fra esposti provenienti dai cittadini, richie-

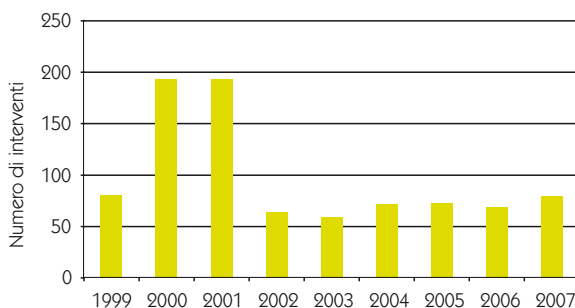


Figura 47
Numero di interventi di misura dei campi elettrici e magnetici a bassa frequenza eseguiti su tutta la regione

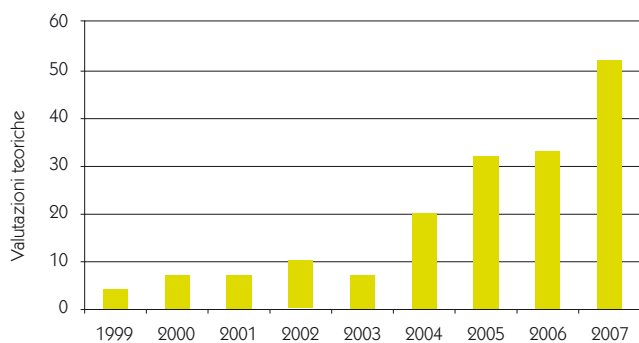


Figura 48
Numero di valutazioni
teoriche e pareri preventivi
in tutta la regione

to registrato negli anni 2000 e 2001 è legato alla campagna di misura dei livelli di campo magnetico nei luoghi per l'infanzia in prossimità di linee ad alta tensione svolta, su richiesta della Regione Piemonte, a seguito della Circolare del Ministero dell'Ambiente 3205/99/SIAR, al fine di confrontare i livelli esposizione presenti con il valore di $0.2 \mu\text{T}$ preso come riferimento nella circolare stessa.

ste da parte di amministrazioni pubbliche e attività di monitoraggio.

In **figura 48** è riportato l'andamento dell'indicatore negli anni: dopo l'aumento rilevato nel corso del 2000 e 2001, il numero di interventi di controllo si è assestato intorno a circa sessanta l'anno. L'aumen-

Indicatori ambientali a livello provinciale

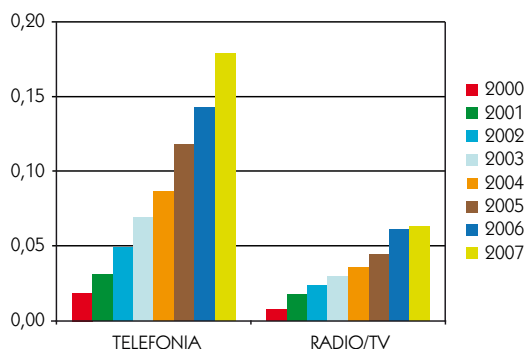


4. INDICATORI AMBIENTALI A LIVELLO PROVINCIALE

Si riporta nel seguito una descrizione più dettagliata degli indicatori su scala provinciale. In particolare vengono riportati:

- la densità e la potenza degli impianti di telecomunicazione;
- la distribuzione degli impianti di telecomunicazione sul territorio;
- la distribuzione dei livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza misurati sia in prossimità degli impianti sia nel

Figura 49 - Densità degli impianti di telecomunicazioni



monitoraggio in continuo eseguito con centraline.

4.1 PROVINCIA DI ALESSANDRIA

4.1.1 Densità di impianti di telecomunicazioni

In **figura 49** è riportata la densità degli impianti di telecomunicazioni presenti nella provincia negli anni. È evidente un progressivo aumento di questo indicatore, sia per le stazioni radio base sia per gli impianti radiotelevisivi, aumento legato alla maggiore diffusione della telefonia mobile e alla maggiore completezza del catasto degli impianti radiotelevisivi.

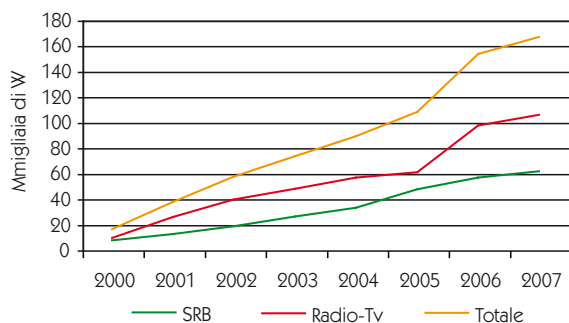


Figura 50 - Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

4.1.2 Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

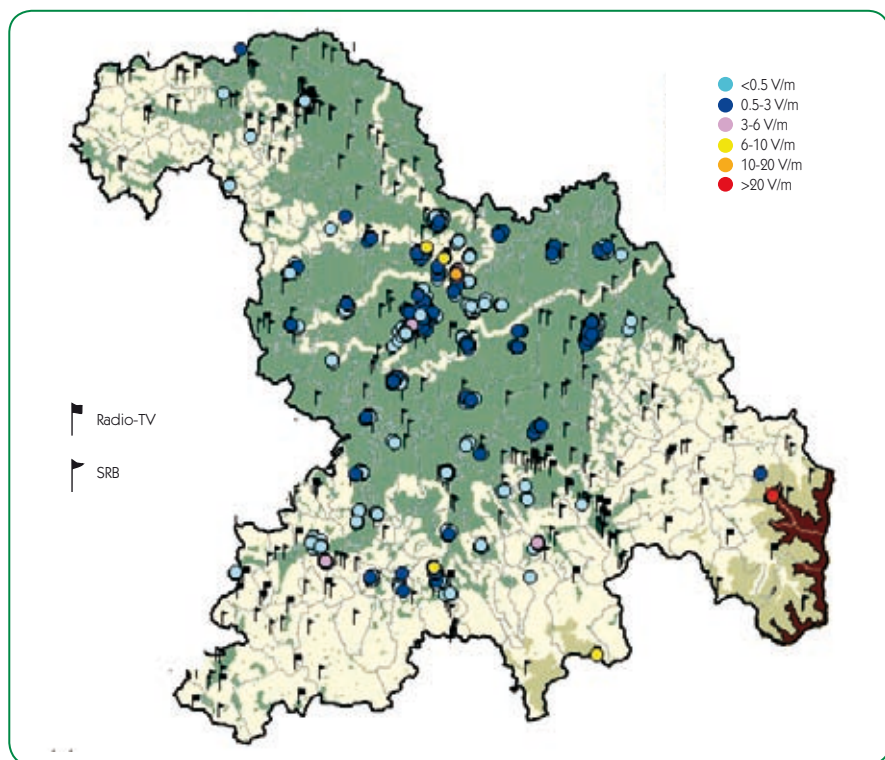
In **figura 50** è riportata la potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni presenti sul territorio provinciale negli anni. L'aumento dell'indicatore è costante negli anni e rispecchia il pro-

gressivo sviluppo della rete di telefonia e la progressiva regolarizzazione degli impianti radiotelevisivi con loro conseguente acquisizione nel catasto Arpa (soprattutto negli anni 2005 e 2006).

4.1.3 Distribuzione degli impianti e siti monitorati e livelli di campo misurati

In **figura 51** è riportata la distribuzione degli impianti sia di telefonia sia radiotelevisivi nella provincia e i livelli di campo misurati sul territorio nel 2007. Le stazioni radio base sono distribuite in modo capillare su tutta la provincia, con una mag-

Figura 51
Distribuzione degli impianti di telecomunicazione e valori di campo nei siti monitorati



giore concentrazione in corrispondenza del capoluogo, dove il numero di utenti è maggiore.

Gli impianti radiotelevisivi sono maggiormente concentrati in corrispondenza delle aree collinari. I livelli di campo superiori sono stati misurati in corrispondenza degli impianti e in particolare in prossimità degli impianti radiotelevisivi.

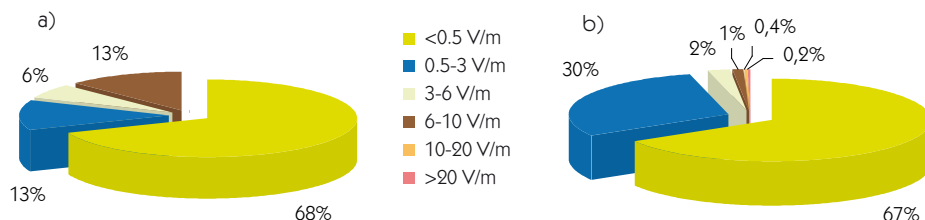


Figura 52 Distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti (a) e nell'ambito della rete di monitoraggio con centraline (b)

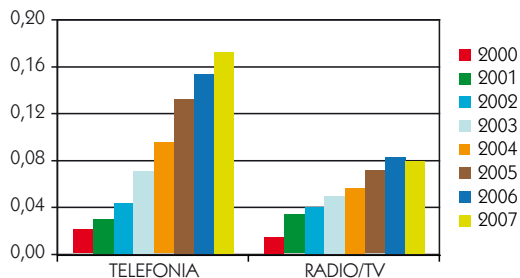
In **figura 52** sono riportate le distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti per telecomunicazione (a) e nell'ambito della monitoraggio con centraline e con strumentazione a banda larga (b).

In prossimità degli impianti, non è mai stato riscontrato superamento del limite di esposizione di 20 V/m. In nessun caso si è registrato superamento del valore di attenzione di 6 V/m, dove applicabile, anche se nel 12.5% delle misure si sono misurati livelli superiori a 6 V/m. Livelli più rappresentativi dell'esposizione media sul territorio sono quelli misurati nel monitoraggio. In questo caso nel 67% delle misure si sono ottenuti valori di campo trascurabili (inferiori a 0.5 V/m), nello 0.2% delle misure si è riscontrato superamento del limite di esposizione e nello 0.2% delle misure del valore di attenzione, a fronte di un totale dell'1.3% di valori misurati superiori a 6 V/m.

Figura 53 Densità degli impianti per telecomunicazione

4.2 PROVINCIA DI ASTI

4.2.1 Densità di impianti per telecomunicazione



In **figura 53** è riportata la densità degli impianti per telecomunicazione presenti nella provincia negli anni. È evidente un progressivo aumento di questo indicatore, soprattutto negli anni 2005 e 2006, sia per le stazioni radio base sia per gli impianti radiotelevisivi, aumento legato alla maggiore diffusione

della telefonia mobile e alla maggiore completezza del catasto degli impianti radiotelevisivi.

4.2.2 POTENZA COMPLESSIVA DEGLI IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONI

In **figura 54** è riportata la potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni presenti sul territorio provinciale negli anni. Si nota un notevole aumento nell'anno 2005, dovuto all'entrata in vigore della L.R. 19/04 e alla conseguente regolarizzazione di molti impianti soprattutto radiotelevisivi.

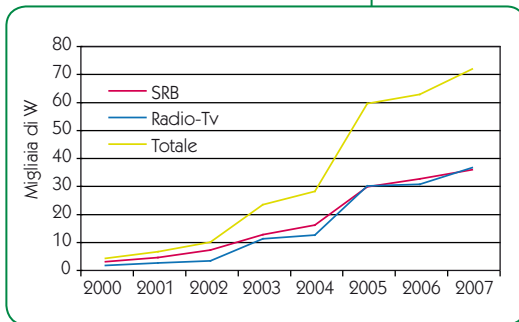
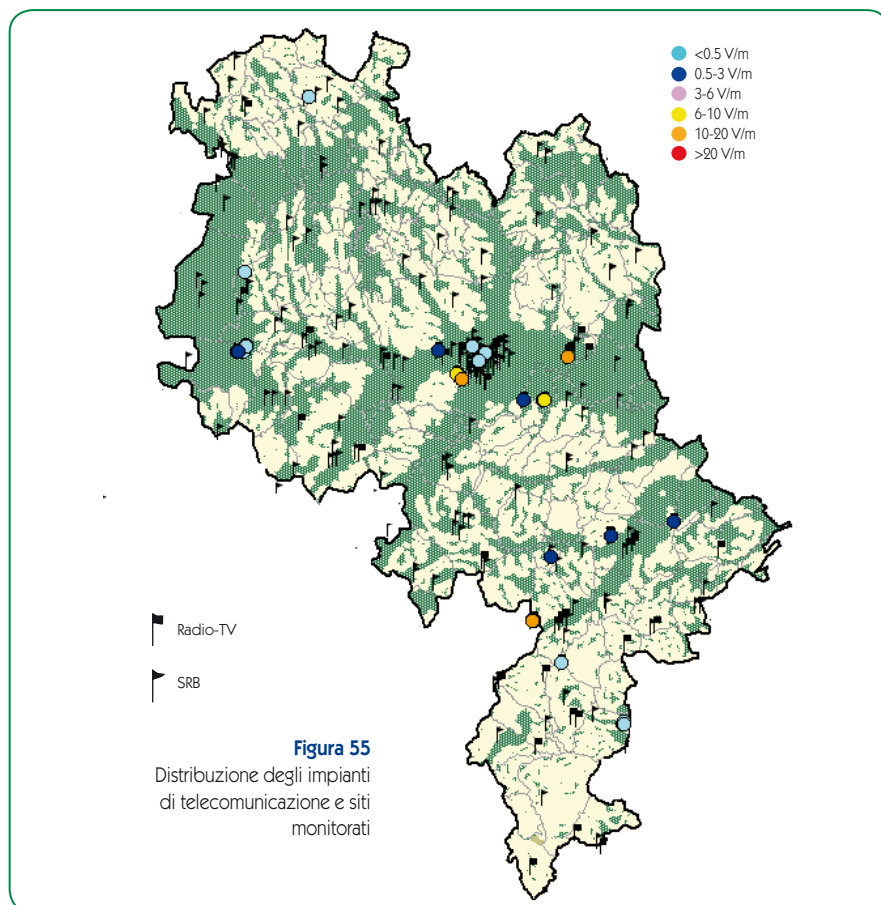


Figura 54
Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

4.2.3 Distribuzione degli impianti e siti monitorati e livelli di campo misurati

In **figura 55** è riportata la distribuzione degli impianti sia di telefonia sia radiotelevisivi nella provincia e i livelli di campo-



po misurati sul territorio nel 2007. Le stazioni radio base sono distribuite in modo capillare su tutta la provincia con una

maggiore concentrazione in corrispondenza del capoluogo, dove il numero di utenti è maggiore.

Gli impianti radiotelevisivi sono maggiormente concentrati in corrispondenza delle aree collinari.

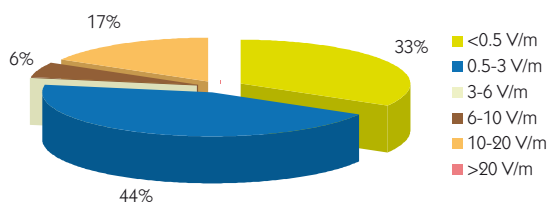


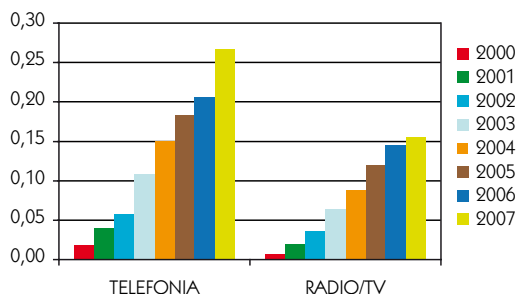
Figura 56
Distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti e nell'ambito della rete di monitoraggio in continuo

Non essendo in numero significativo le misure effettuate in prossimità degli impianti, in **figura 56** vengono riportate nello stesso grafico le distribuzioni dei livelli di campo misurati sia in prossimità degli impianti sia nell'ambito della rete di monitoraggio in continuo. Nel 33% delle misure si sono registrati livelli di campo trascurabili, e nel restante 67% dei casi i livelli misurati sono sempre inferiori ai livelli limite di campo fissati dalla normativa vigente.

Figura 57
Densità degli impianti per telecomunicazione

4.3 PROVINCIA DI BIELLA

4.3.1 DENSITÀ DI IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONI



In **figura 57** è riportata la densità degli impianti di telecomunicazioni presenti nella provincia negli anni. È evidente un progressivo aumento di questo indicatore, sia per le stazioni radio base sia per gli impianti radiotelevisivi, aumento legato alla maggiore diffusione della telefonia mobile e alla maggiore completezza del catasto degli impianti radiotelevisivi.

4.1.2 Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

In **figura 58** è riportata la potenza complessiva degli impianti di tele-

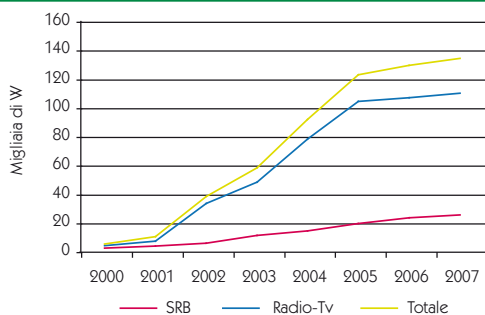


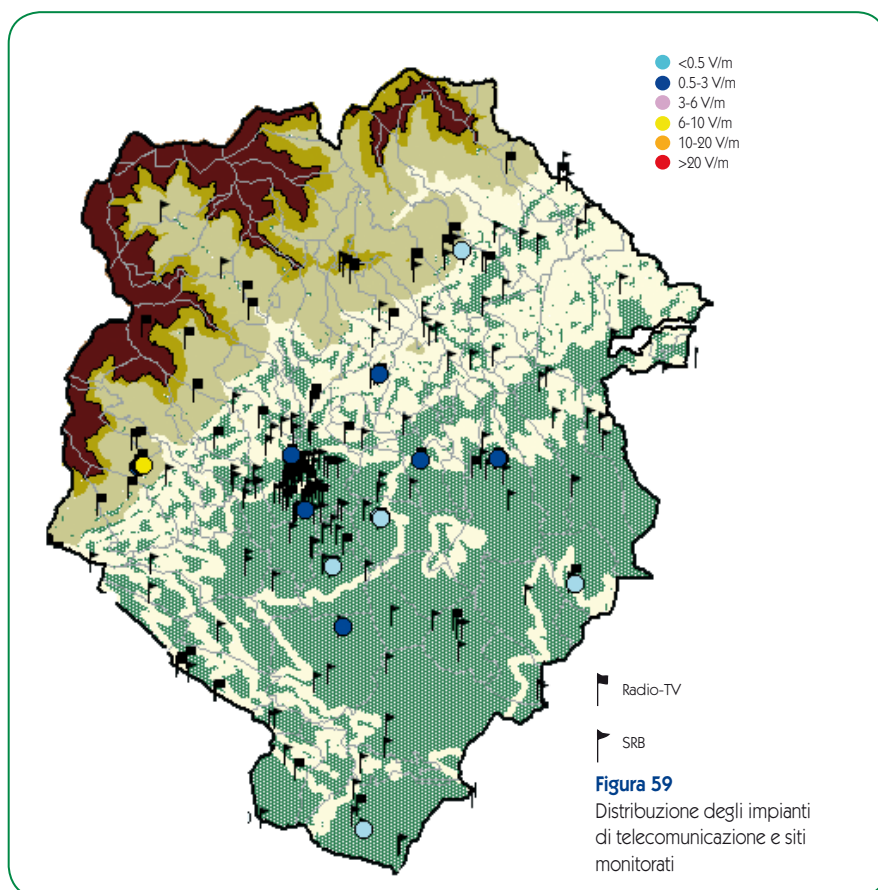
Figura 58

Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

comunicazioni presenti sul territorio provinciale negli anni. Si nota un costante aumento dell'indicatore negli anni, aumento che rispecchia il progressivo sviluppo della rete di telefonia e la progressiva regolarizzazione degli impianti radiotelevisivi con loro conseguente acquisizione nel catasto Arpa.

4.2.3 Distribuzione degli impianti e siti monitorati e livelli di campo misurati

In **figura 59** è riportata la distribuzione degli impianti sia di telefonia sia radiotelevisivi nella provincia e i livelli di campo misurati sul territorio nel 2007. Le stazioni radio base sono distribuite in modo capillare su tutta la provincia con una maggio-



re concentrazione in corrispondenza del capoluogo, dove il numero di utenti è maggiore. La concentrazione delle stazioni è

minore nelle aree montane essendo minore il numero di utenti. Gli impianti radiotelevisivi sono maggiormente concentrati in corrispondenza delle aree collinari. I livelli di campo superiori sono stati misurati in corrispondenza degli impianti e in parti-

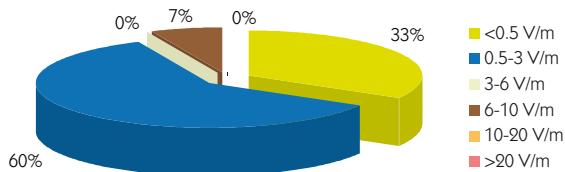


Figura 60

Distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti e nell'ambito della rete di monitoraggio in continuo

colare in prossimità degli impianti radiotelevisivi.

Non essendo in numero significativo le misure effettuate in prossimità degli impianti, in **figura 60** vengono riportate nello stesso grafico le distribuzioni dei livelli di campo misurati sia in prossimità degli impianti sia nell'ambito della rete di monitoraggio in continuo. Nel 33% delle misure si sono registrati livelli di campo trascurabili, nel 93% dei casi i livelli misurati sono inferiori ai livelli limite di campo fissati dalla normativa vigente, mentre nel 7% dei casi (corrispondente ad un caso) si è registrato superamento del valore di attenzione.

4.4 PROVINCIA DI CUNEO

4.4.1 Densità di impianti di telecomunicazioni

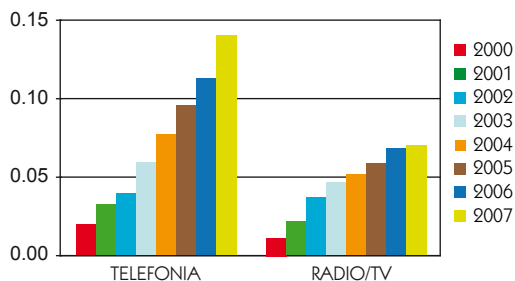


Figura 61

Densità degli impianti per telecomunicazione

radiotelevisivi, aumento legato alla maggiore diffusione della telefonia mobile e alla maggiore completezza del catasto degli impianti radiotelevisivi.

In **figura 61** è riportata la densità degli impianti per telecomunicazione presenti nella provincia negli anni.

È evidente un progressivo aumento di questo indicatore, soprattutto negli anni 2005 e 2006 sia per le stazioni radio base sia per gli impianti

4.4.2 Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

In **figura 62** è riportata la potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni presenti sul territorio provinciale negli anni. Si nota un costante aumento dell'indicatore negli anni, aumento legato al progressivo sviluppo della rete di telefonia e alla progressiva regolarizzazione degli impianti radiotelevisivi con loro conseguente acquisizione nel catasto Arpa.

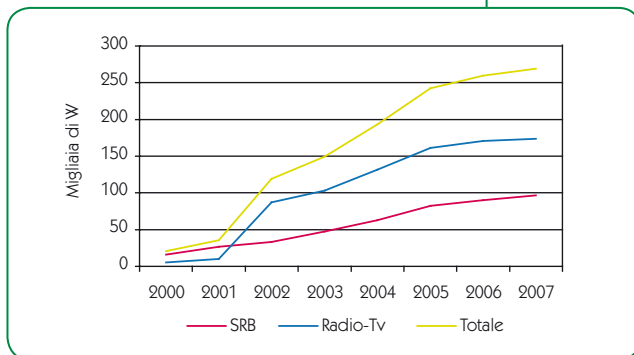
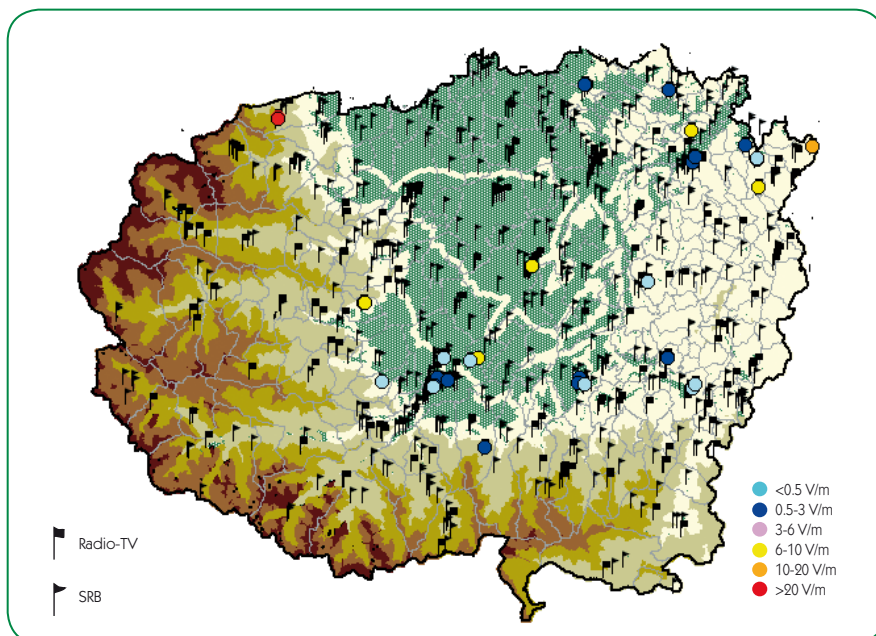


Figura 62
Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

4.4.3 Distribuzione degli impianti e siti monitorati e livelli di campo misurati

In **figura 63** è riportata la distribuzione degli impianti sia di telefonia sia radiotelevisivi nella provincia e i livelli di campo misurati nel 2007. Le stazioni radio base sono distribuite in modo capillare su tutta la provincia con una maggiore concentrazione in corrispondenza del capoluogo, dove il numero di utenti è

Figura 63
Distribuzione degli impianti di telecomunicazione e siti monitorati



maggiore. Nelle aree montane, la concentrazione è minore, essendo minore il numero di utenti.

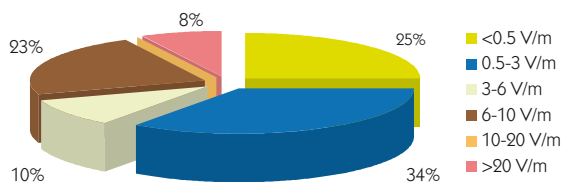


Figura 64

Distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti e nel monitoraggio sul territorio

Non essendo in numero significativo le misure effettuate in prossimità degli impianti, in **figura 64** vengono riportate nello stesso grafico le distribuzioni dei livelli di campo misurati sia in prossimità degli impianti sia nell'ambito della rete di monitoraggio in continuo.

Nel 25% delle misure si sono registrati livelli di campo trascurabili. Per quanto riguarda il confronto con i limiti, i superamenti dei valori di attenzione sono risultati il 20% delle misure, a fronte di un totale del 30% di livelli superiori ai 6 V/m, mentre nel 7.5% dei casi si è registrato superamento dei limiti di esposizione.

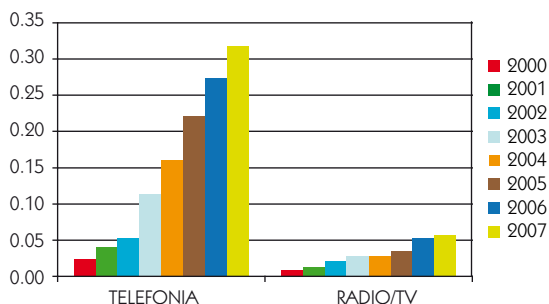
4.5 PROVINCIA DI NOVARA

4.5.1 Densità di impianti per telecomunicazione

Figura 65

Densità degli impianti di telecomunicazioni

In **figura 65** è riportata la densità degli impianti per telecomunicazione presenti nella provincia negli anni. È evidente un progressivo aumento di questo indicatore, sia per le stazioni radio



base sia per gli impianti radiotelevisivi, aumento legato alla maggiore diffusione della telefonia mobile e alla maggiore completezza del catasto degli impianti radiotelevisivi.

4.5.2 Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

In **figura 66** è riportata la potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni presenti sul territorio provinciale negli anni. L'indicatore aumenta negli anni, l'aumento rispecchia il progressivo sviluppo della rete di telefonia e la progressiva regolarizzazione degli impianti radiotelevisivi con loro conseguente acquisizione nel catasto Arpa.

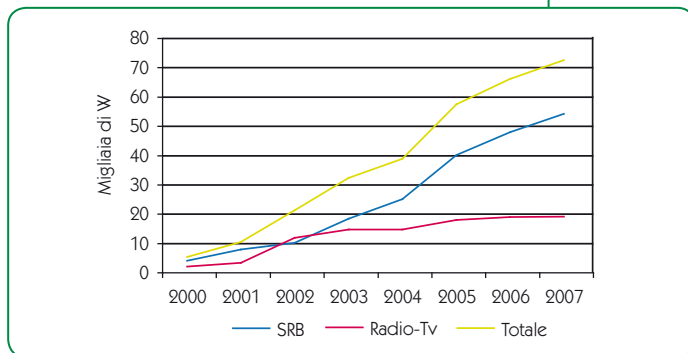


Figura 66
Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

4.5.3 Distribuzione degli impianti e siti monitorati e livelli di campo misurati

In **figura 67** è riportata la distribuzione degli impianti sia di telefonia sia radiotelevisivi nella provincia e i livelli di campo misurati sul territorio nel 2007.

Le stazioni radio base sono distribuite in modo capillare su tutta la provincia con una maggiore concentrazione in corrispondenza del capoluogo, dove il numero di utenti è maggiore. Gli impianti radio-televisivi sono maggiormente concentrati in corrispondenza delle aree collinari. Rispetto ad altre province, caratterizzate da un territorio in cui sono presenti più aree collinare e montane, il

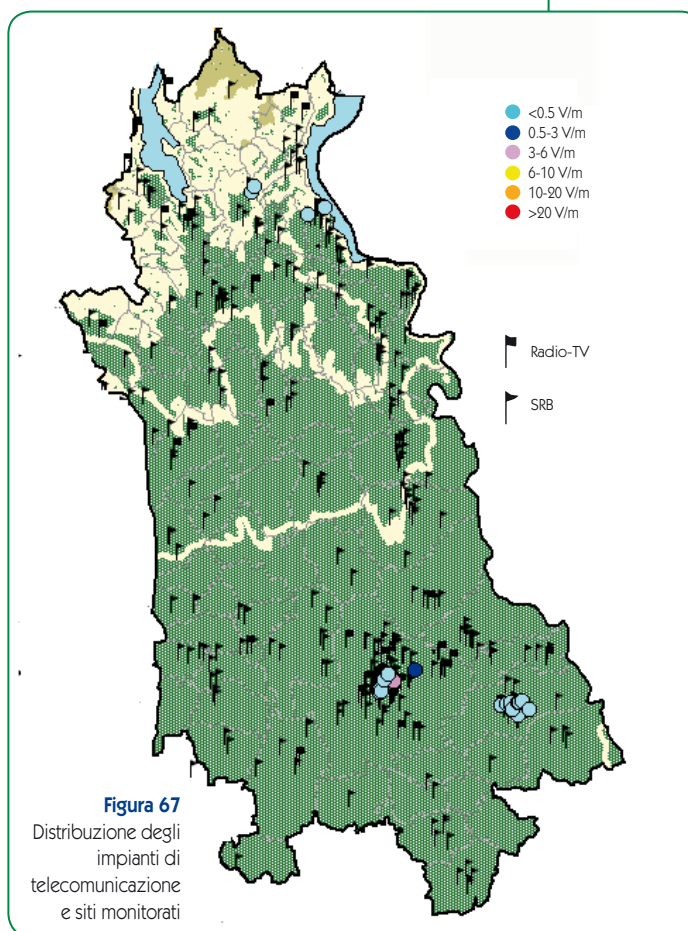
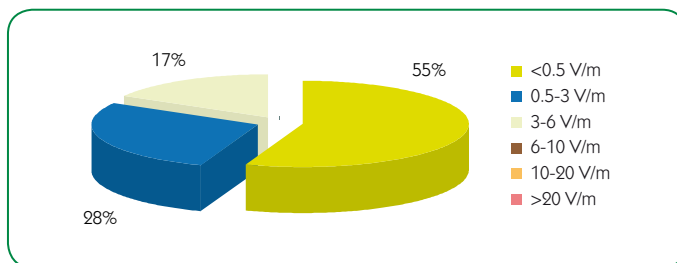


Figura 67
Distribuzione degli impianti di telecomunicazione e siti monitorati

numero di impianti radiotelevisivi è decisamente minore. Non essendo in numero significativo le misure effettuate in prossimità degli impianti, in **figura 68** vengono riportate nello stesso grafico le distribuzioni dei livelli di campo misurati sia in prossimità degli impianti sia nell'ambito della rete di monitoraggio.

Figura 68
Distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti e nel monitoraggio in continuo capillare sul territorio



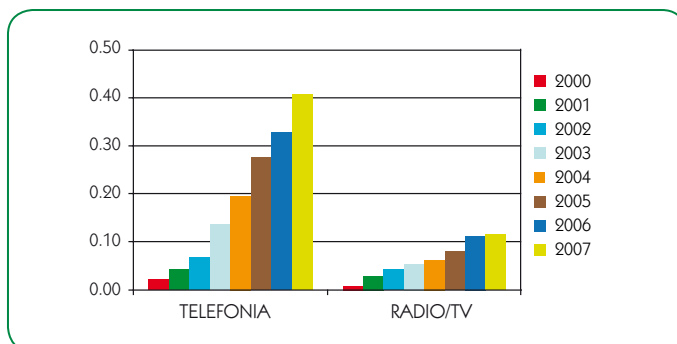
Nel 55% delle misure si sono registrati livelli di campo trascurabili e nel restante 45% dei casi i livelli misurati sono risultati ampiamente inferiori ai livelli limite di campo fissati dalla normativa vigente.

4.6 PROVINCIA DI TORINO

4.6.1 Densità di impianti per telecomunicazione

In **figura 69** è riportata la densità degli impianti per telecomunicazione presenti nella provincia negli anni. È evidente un progressivo aumento di questo indicatore, sia per le stazioni radio base sia per gli impianti radiotelevisivi, aumento legato alla maggiore diffusione della telefonia mobile e alla maggiore completezza del catasto degli impianti radiotelevisivi.

Figura 69
Densità degli impianti di telecomunicazioni



Rispetto alle altre province la densità di impianti è generalmente maggiore.

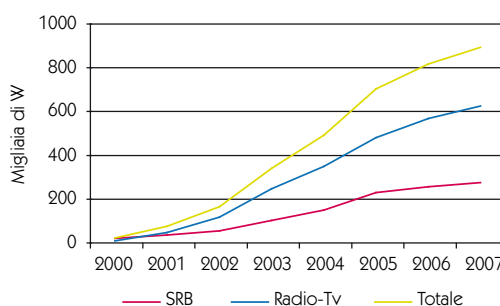
Nella provincia di Torino sono infatti concentrate quasi la metà delle stazioni radio base presenti in tutta la regione e circa un terzo delle antenne radiotelevisive. Circa un quinto dei trasmettitori radiotelevisivi presenti nella provincia sono concentrati al Colle della Maddalena, sito che, a causa della presenza di numerosi impianti radiotelevisivi e dall'elevata potenza complessiva, è responsabile di un forte impatto ambientale.

4.6.2 Potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione

In **figura 70** è riportata la potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione presenti sul territorio provinciale negli anni. L'aumento dell'indicatore è costante negli anni e rispecchia il progressivo sviluppo della rete di telefonia e la progressiva regolarizzazione degli impianti radiotelevisivi con loro conseguente acquisizione nel catasto Arpa.

La potenza complessiva di emissione, sia per le stazioni radio base sia per le antenne radiotelevisive, se confrontata con quella presente nelle altre province, è notevolmente maggiore. La potenza complessiva delle stazioni radio base presenti nella provincia di Torino è circa la metà di quella delle stazioni radio base presenti nella regione. Discorso analogo per la potenza delle antenne radiotelevisive. Circa la metà della potenza delle antenne radiotelevisive presenti nella provincia è poi dovuta alle antenne radiotelevisive presenti al Colle della Maddalena.

Figura 70
Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni



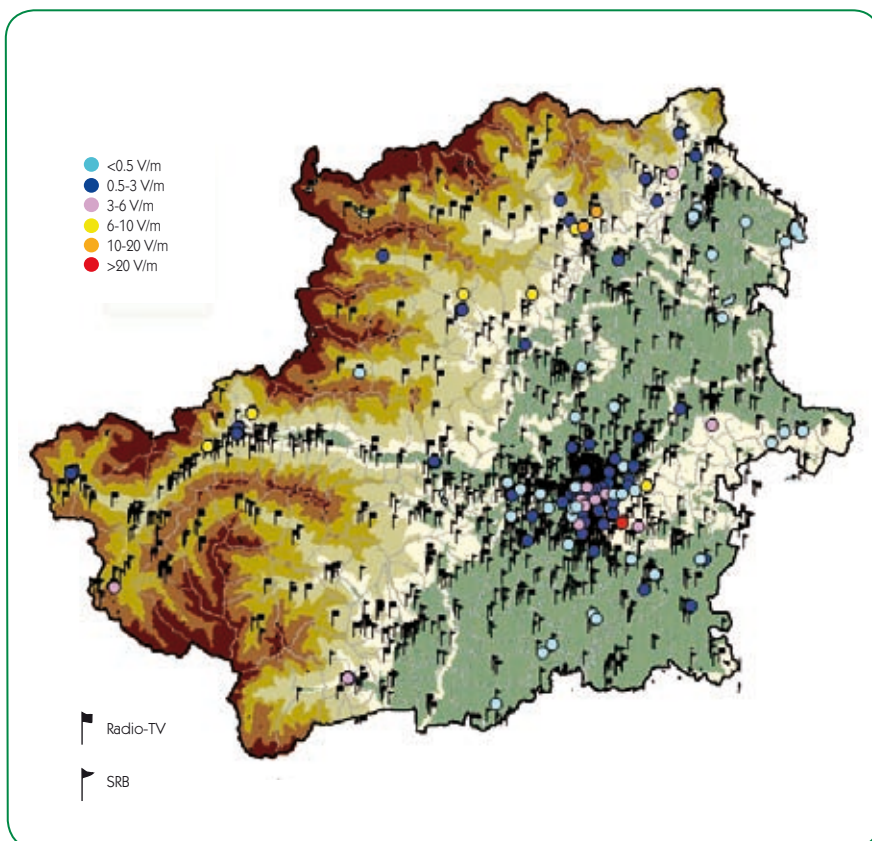
4.6.3 Distribuzione degli impianti e siti monitorati e livelli di campo misurati

In **figura 71** è riportata la distribuzione degli impianti sia di telefonia sia radiotelevisivi nella provincia e i livelli di campo misurati nel 2007.

Le stazioni radio base sono distribuite in modo capillare su tutta la provincia con una maggiore concentrazione in corrispondenza del capoluogo, dove il numero di utenti è maggiore. Gli impianti radiotelevisivi sono maggiormente concentrati in corrispondenza delle aree collinari.

Figura 71
Distribuzione degli impianti di telecomunicazione e siti monitorati

I livelli di campo superiori sono stati misurati in corrispondenza degli impianti e in particolare in prossimità degli impianti radiotelevisivi.



In **figura 72** sono riportate le distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti, di telefonia (a) e radiotelevisivi (b) e nell'ambito della rete di monitoraggio (c).

I livelli di campo rilevati in prossimità delle stazioni radio base sono minori rispetto a quelli rilevati in prossimità dei trasmettitori radio-tv, perché le potenze utilizzate sono inferiori. In prossimità delle stazioni radio base non si sono riscontrati superamenti dei livelli limite fissati dalla normativa vigente.

Valori più alti sono stati rilevati in prossimità dei siti radiotelevisivi: nel 17% delle misure si ha un superamento del valore di attenzione di 6 V/m, dove applicabile, a fronte di un totale del 41% di valori misurati superiori a 6 V/m. Nel 13.8% dei casi viene inoltre superato il limite di esposizione di 20 V/m.

La maggior parte dei superamenti è stata registrata in corrispondenza del Colle della Maddalena. Per quanto riguarda i livelli di campo misurati nell'ambito della rete di monitoraggio, i livelli misurati nel 45% dei casi sono trascurabili (inferiori a 0.5 V/m) e comunque nel 90% dei casi inferiori a 3V/m. Nel 3.7% dei casi si ha il superamento del valore di attenzione. Il limite di esposizione non viene mai superato.

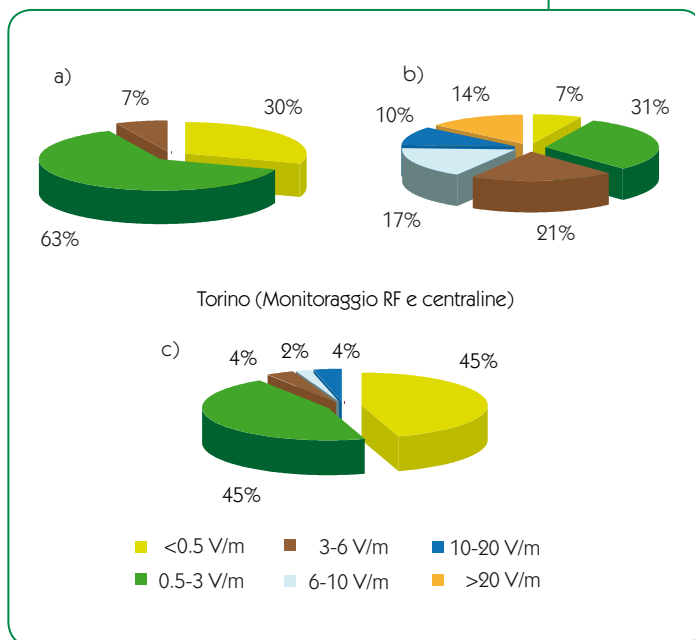


Figura 72 Distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti, di telefonia (a) e radiotelevisivi (b) e nel monitoraggio in continuo capillare sul territorio (c).

WWW BOX
Progetto Indagine sui possibili superamenti dei limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità sui campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti nella provincia di Torino

Nell'ambito di quanto previsto dalla legge 36/01 e dal D.P.C.M. 08/07/2003, questo progetto, finanziato dalla Provincia di Torino, ha voluto mettere a disposizione di Provincia e Comuni uno strumento per la gestione del territorio in seguito ad eventuali superamenti dei limiti o valori di attenzione fissati dal decreto (e quindi ai possibili risanamenti degli elettrodotti), e in accordo alla definizione delle fasce di rispetto dagli elettrodotti stessi

(come previste dalla legge 36/01).

Pertanto, al fine di individuare le criticità presenti sul territorio della provincia di Torino dovute alla rete elettrica ad alta e altissima tensione, è stata effettuata un'analisi cartografica delle interferenze tra gli elettrodotti e i fabbricati. Questa analisi ha fornito la base, insieme a opportuni criteri di priorità, per l'individuazione di aree di monitoraggio nelle quali eseguire le misurazioni.

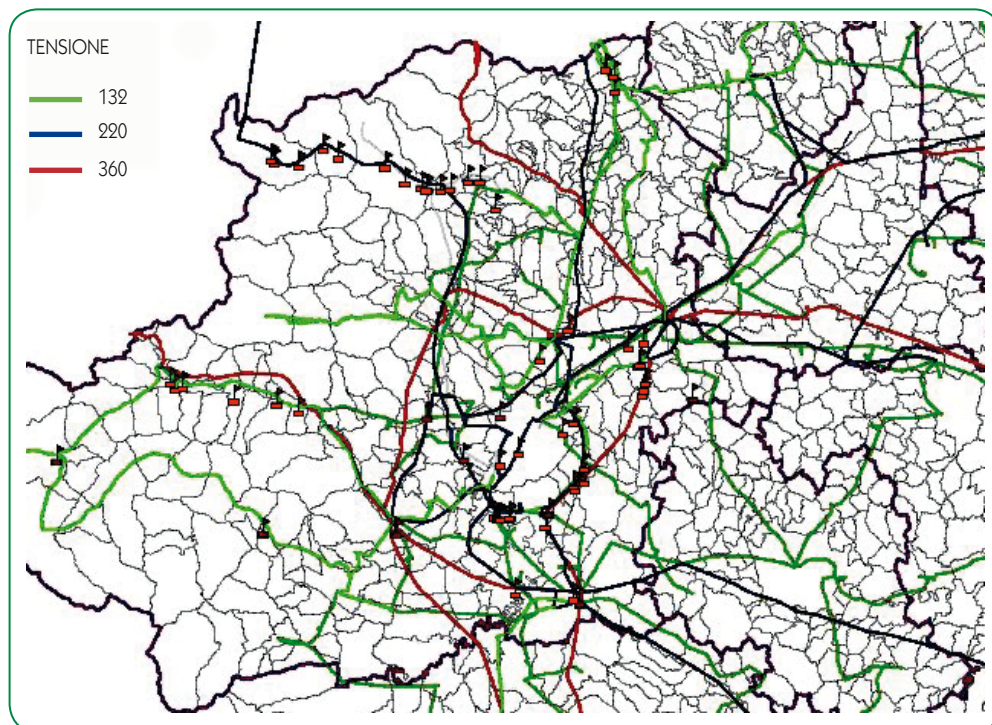


Figura a

Punti di misura nella provincia di Torino (indicati con bandierine) con la mappatura degli elettrodotti

WWW BOX

Questa fase del progetto prevedeva il supporto dei Comuni interessati per l'individuazione dei punti di misura e per l'accesso alle abitazioni, ma soltanto il 30% circa dei comuni interpellati ha fornito una risposta.

Sulla base pertanto dell'analisi cartografica, (figura a) ove possibile incrociata con le segnalazioni degli enti comunali che hanno fornito risposta, sono stati monitorati 22 comuni, per un totale di 81 punti di misura su 34 linee ad alta e altissima tensione (4 linee a 380 kV, 10 a 220 kV e 20 a 132 kV).

I risultati delle misure, integrate da valutazioni teoriche (calcolo delle emissioni della linea, ad esempio, in aree non accessibili per la misura), hanno identificato un quadro delle criticità sul territorio provinciale che viene riassunto nella **tabella A**.

In questa tabella, sono indicati come punti con valore significativo di campo magnetico quei punti in cui il livello di campo (valutato come mediana su 24 ore nelle condizioni

massime di esercizio annuale delle linee) è superiore a $2 \mu\text{T}$, ossia ad 1/5 del valore di attenzione fissato dal D.P.C.M. del 08/07/2003. Sono indicati invece come possibili superamenti quei casi in cui il superamento del valore di attenzione è stato riscontrato all'esterno dei fabbricati e non è stato possibile accedere alle zone di permanenza prolungata per effettuare misure di conferma oppure quei casi in cui l'effettivo superamento si riscontrerebbe soltanto in caso di raggiungimento dei carichi di corrente massimi tollerabili dal tipo di conduttore installato sull'elettrodotto (evento possibile ma mai registrato dai dati storici delle linee).

Si osserva che il mancato rispetto del limite di campo elettrico è stato riscontrato esclusivamente in prossimità di linee a tensione 380 kV (la più elevata tra quelle in uso in Italia) e in meno del 5% del totale dei punti di monitoraggio.

I casi critici per quanto riguarda l'esposizio-

	Linee a 380 kV (4 linee monitorate)	Linee a 220 kV (10 linee monitorate)	Linee a 132 kV (20 linee monitorate)
Punti con valore significativo di campo magnetico	6	11	8
Possibili superamenti del valore di attenzione sul campo magnetico	1	7	0
Superamenti del valore di attenzione sul campo magnetico	1	2	0
Superamenti del limite di campo elettrico	4	0	0

Tabella A

Sintesi dei risultati del monitoraggio della provincia di Torino

WWW BOX

ne al campo magnetico (valori significativi, possibili superamenti e superamenti) sono invece in maggioranza localizzati in prossimità di linee a 220 kV: questa tipologia di linee è in effetti caratterizzata, nella nostra regione, da carichi mediamente alti e da tracciati che frequentemente passano molto vicino ad aree edificate, cioè da due elementi che possono causare livelli elevati di campo magnetico in fabbricati e aree in cui è possibile la permanenza prolungata della popolazione. Gli effettivi superamenti costituiscono comunque meno del 4% del totale dei punti monitorati.

Per quanto riguarda le linee a tensione 132 kV, è stato verificato che, pur essendo presenti in alcuni casi valori significativi di campo magnetico, non si riscontrano particolari criticità né per quanto riguarda il campo magnetico, né tantomeno per quanto concerne il campo elettrico.

All'interno di questo progetto è stata prevista anche un'attività di valutazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti monitorati, ai sensi della normativa vigente: le fasce calcolate, con metodologia di calcolo provvisoria fornita dal Ministero dell'Ambiente, sono corridoi all'esterno dei quali è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità

($3 \mu\text{T}$ nelle condizioni di massimo carico tollerabile dalla linea per tempi prolungati). Un esempio di corridoio è visibile nella figura seguente.

Le ampiezze di tali corridoi variano da linea



Figura b

Esempio di fascia di rispetto, intesa come corridoio a cavallo dell'asse dell'elettrodotto (linea rossa)

a linea, anche per diverse tratte della stessa linea, in funzione delle caratteristiche geometriche ed elettriche della stessa. Nella tabella seguente sono riportati gli intervalli di valori di ampiezza dei suddetti corridoi ricavati per le linee analizzate, e raggruppati per tipologia di tensione.

Linee a 380 kV	Linee a 220 kV	Linee a 132 kV
Da 62 a 92 m	Da 50 a 74 m	Da 28 a 40 m

Tabella B

Sintesi dei risultati del calcolo delle fasce di rispetto

4.6.4 Città di Torino

Densità di impianti per telecomunicazione

In **figura 73** è riportata la densità degli impianti per telecomunicazione presenti in Torino. Confrontando la densità delle stazioni radio base presenti in Torino (7.1 impianti/km²) con quella degli impianti presenti nella provincia di Torino (0.41 impianti/km²), si nota che la prima è nettamente superiore alla seconda, in quanto nella città di Torino sono concentrati circa un terzo degli impianti per telefonia mobile presenti nella provincia.

Potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione

In **figura 74** è riportata la potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione presenti in Torino. L'aumento dell'indicatore è costante negli anni e rispecchia il progressivo sviluppo della rete di telefonia e la progressiva regolarizzazione degli impianti radiotelevisivi con loro conseguente acquisizione nel catasto Arpa. Confrontando la potenza degli impianti per telefonia mobile presenti in Torino (80 MW), con quella degli impianti presenti nella provincia torinese (269 MW), si nota che la prima costituisce il 30% della seconda ed evidenzia il notevole sviluppo della rete di telefonia nella città. Nonostante l'elevato numero di stazioni radio base presenti nella città, l'impatto ambientale non è significativo, non essendo elevate le potenze di emissione, come si evince dai livelli di campo misurati nel monitoraggio, riportati nel paragrafo successivo.

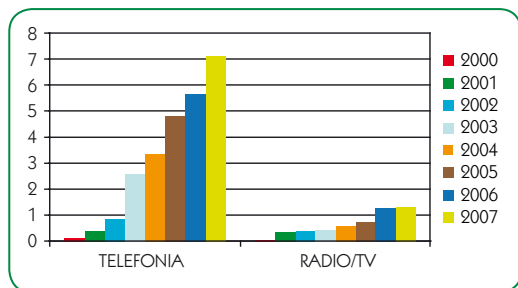


Figura 73
Densità degli impianti per telecomunicazione

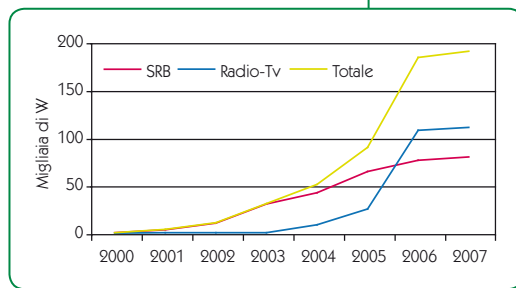


Figura 74
Potenza complessiva degli impianti di telecomunicazioni

Distribuzione degli impianti e siti monitorati e livelli di campo misurati

In **figura 75** è riportata la distribuzione degli impianti sia per telefonia mobile sia di quelli radiotelevisivi nella città di Torino

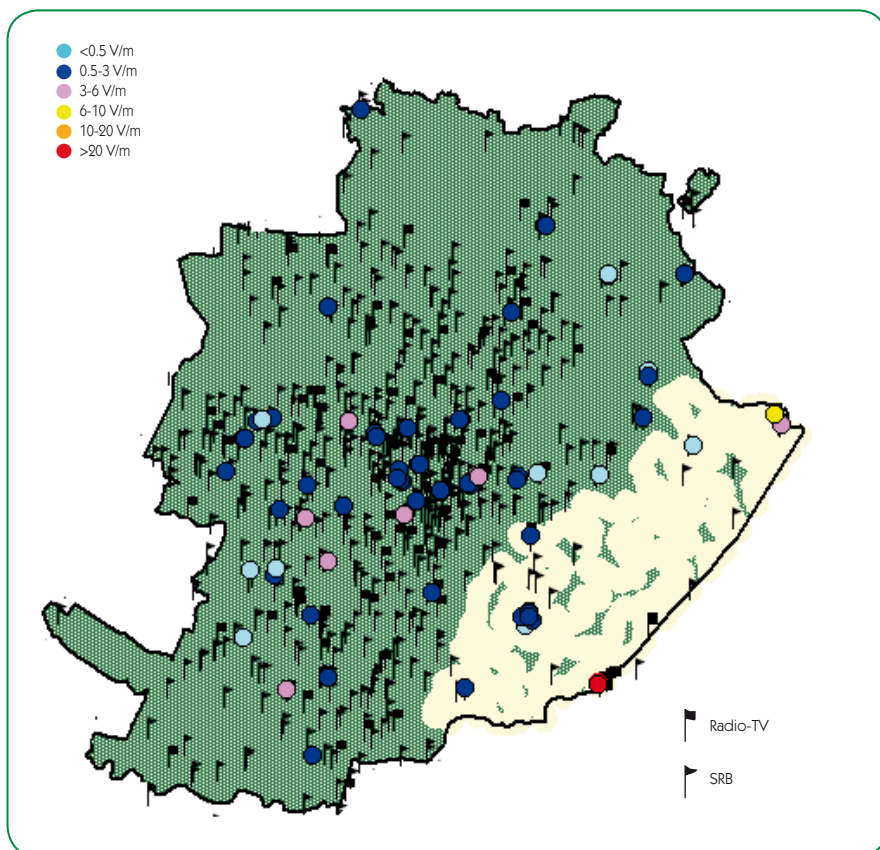


Figura 75
Distribuzione degli
impianti di telecomunica-
zione e siti monitorati

e cintura e i livelli di campo misurati nel corso del 2007. Le stazioni radio base per telefonia mobile sono distribuite uniformemente su tutta la città, con una concentrazione molto elevata rispetto al resto della regione.

In **figura 76** sono riportate le distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti (a) e nel monitoraggio sul territorio (b).

In prossimità degli impianti non è mai stato riscontrato supera-

mento del limite di esposizione di 20 V/m. Nel 3.5% delle misure si ha superamento del valore di attenzione di 6 V/m, dove applicabile, a fronte di un totale del 3.5% di valori misurati superiori a 6 V/m. Livelli più rappresentativi dell'esposizione media della popolazione sono quelli misurati nel monitoraggio con centraline e con strumentazione in banda larga. Nella totalità delle misure i livelli di campo registrati sono risultati inferiori a 3 V/m, metà del limite inferiore fissato dalla vigente normativa

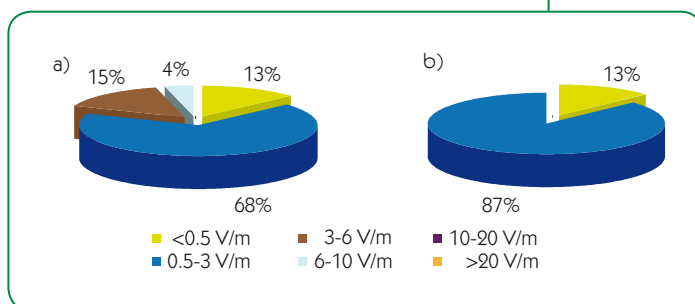


Figura 76

Distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti (a) e nel monitoraggio in continuo capillare sul territorio (b)

4.6.5 Colle della Maddalena

La maggiore concentrazione di trasmettitori radiotelevisivi in Piemonte è presente presso il sito del Colle della Maddalena, nei pressi della città di Torino, dove sono installati, tra l'altro, 36 trasmettitori televisivi e 58 trasmettitori radiofonici, con potenze in antenna variabili tra 2 W e 7.5 kW, per un totale di circa 315 kW. Tra le aree residenziali interessate dalle emissioni elettromagnetiche provenienti da questo sito, la più critica è quella riportata in **figura 77**, posta al confine tra i comuni di Torino, Pecetto e Moncalieri, dove sono presenti abitazioni in vicinanza dei tralicci che ospitano il maggior numero di antenne trasmettenti del sito e che sono anch'essi evidenziati in figura.

Da alcuni anni nell'area rappresentata in **figura 77** si registrano



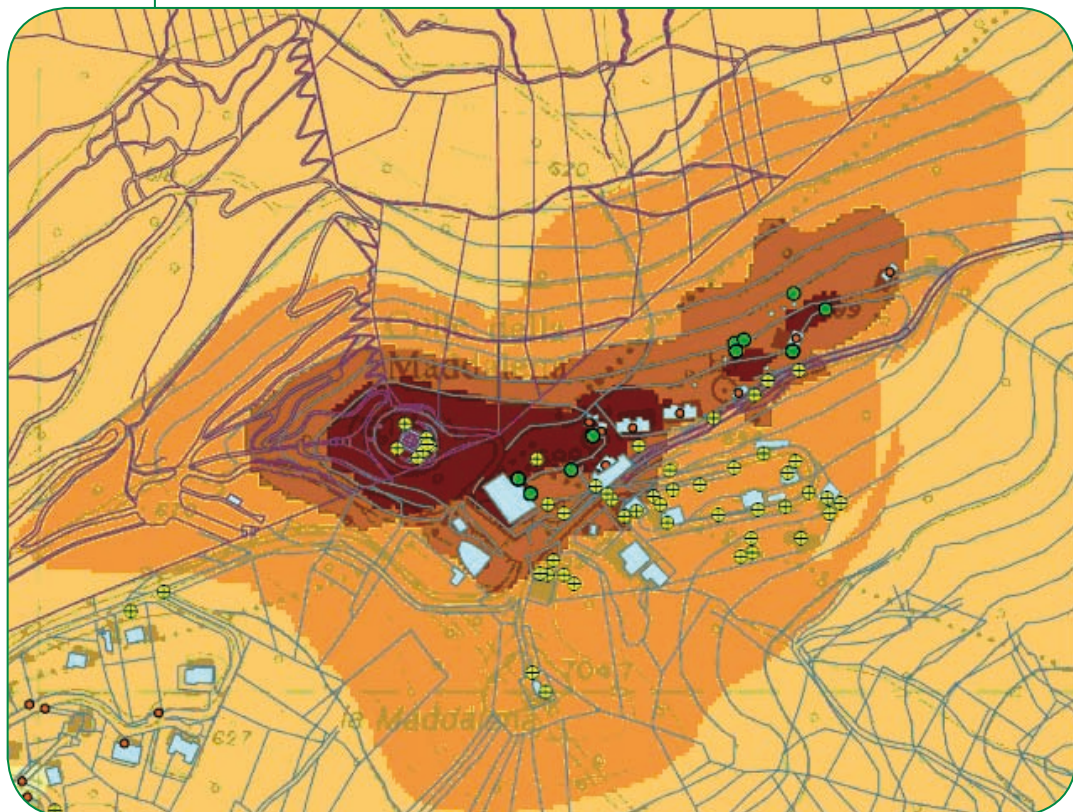
Figura 77

Dislocazione dei principali impianti

livelli di esposizione della popolazione superiori sia al limite di 20 V/m, nel parco della Rimembranza, che al valore di attenzione di 6 V/m, in alcune abitazioni.

In **figura 78** è riportata la distribuzione, calcolata sulla base delle caratteristiche tecniche e localizzative degli impianti, dei livelli di campo elettromagnetico su un'area di circa 1 km² alla quota di 1.5 m dal terreno: gli impianti sono visualizzati in verde, i punti di misura in giallo e in celeste le abitazioni. Dall'analisi della figura emerge che livelli di campo superiori al limite di esposizione di 20 V/m sono valutabili in un'area circoscritta intorno agli impianti che interessa, all'interno del Parco della Rimembranza, il piazzale Faro e l'ex parco giochi. Livelli di campo superiori al valore di attenzione di 6 V/m, che non deve essere superato nelle aree adibite a permanenza prolungate, interessano un'area

Figura 78
Valutazione teorica dei livelli di campo elettromagnetico su un'area di circa 1 km² centrata sugli impianti per telecomunicazioni presenti al Colle della Maddalena



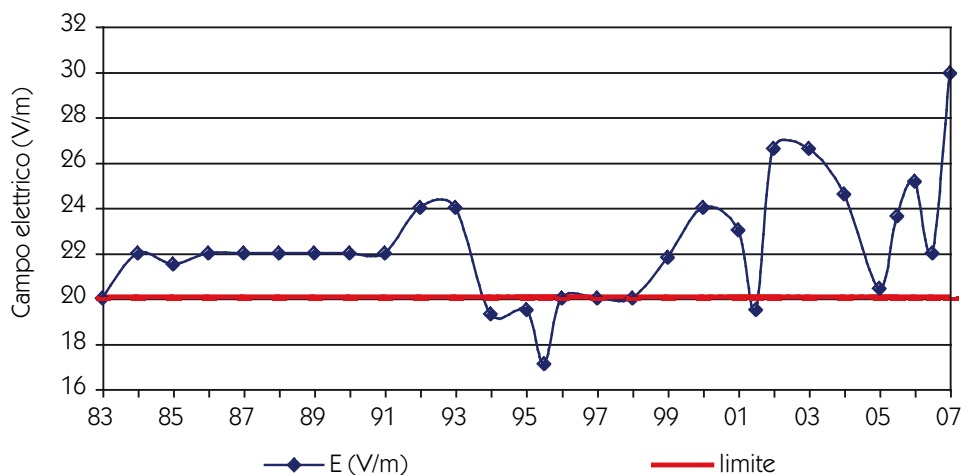
più estesa che include alcune abitazioni.

A partire da circa 600 m di distanza dagli impianti, anche grazie all'orografia del terreno, i livelli di campo elettromagnetico si riducono sensibilmente, al di sotto della metà del valore di attenzione. È opportuno infine sottolineare che queste valutazioni sono cautelative in quanto non tengono conto della presenza di ostacoli e del terreno che, causa di riflessioni e diffrazioni delle onde elettromagnetiche, possono attenuare il campo elettromagnetico.

L'inquinamento elettromagnetico al Colle della Maddalena è stato ampiamente trattato nel Rapporto sull'elettromagnetismo edito da Arpa Piemonte nel 2007, a cui si rimanda mentre in questa trattazione ci si limiterà ad aggiornare i dati con le misure eseguite nel 2007.

In **figura 79** viene riportato l'andamento negli anni dei livelli di campo elettrico misurati nel piazzale Faro (indicato con punto F nella precedente trattazione), punto che, trovandosi in visibilità diretta degli impianti, è stato scelto come riferimento negli anni. L'andamento dei livelli di campo misurati

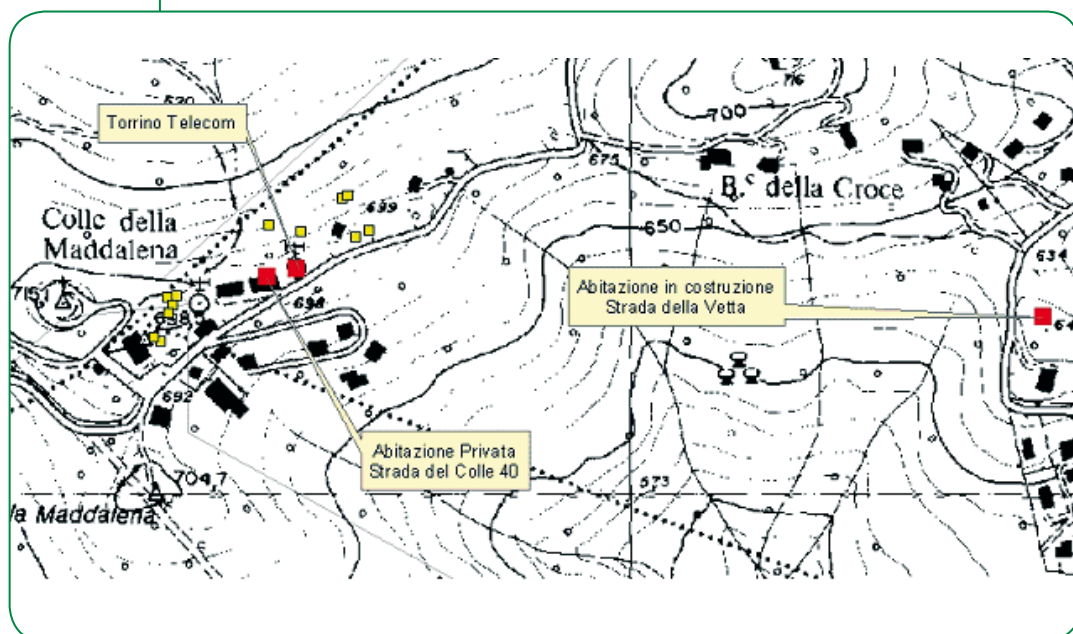
Figura 79
Livello di campo elettrico misurato nel piazzale Faro negli anni



indica un persistente superamento del valore di 20 V/m, assunto come limite dall L.R. 6/89 e dalla normativa nazionale a partire dal 1998 (D.M. 381/98). Si nota inoltre l'aumento del livello di campo registrato nell'intervento effettuato nel 2007. Tali valori indicano quindi una persistente situazione di violazione della normativa nazionale, da circa dieci anni, e della normativa regionale, da circa 20 anni.

Nel corso del 2007 è continuata la campagna di misura in continuo mediante centraline. Tale monitoraggio ha interessato tre punti di misura (**figura 80**). Due di essi, e precisamente l'abitazione privata di strada del Colle 40 e il Torino Telecom, sono oggetto di campagne di misura in continuo ormai sin dal 2004. In entrambi i siti le centraline sono tuttora presenti e in misura. L'installazione presso il Torino Telecom, luogo presidiato e accessibile solamente agli addetti ai lavori, non ha la finalità di quantificare il livello di campo in quel punto quanto invece quella di valutare l'andamento del campo nel tempo e la sua variabilità. Come risultato si è verificata nel corso del

Figura 80
Punti di misura monitorati
con centraline nel 2007



2007 una sostanziale invariabilità dei livelli di campo, con un valore medio che si è attestato all'incirca sui 20 V/m.

In **figura 81** viene riportata, per ogni mese di monitoraggio la statistica dei livelli misurati.

Per quanto riguarda l'abitazione di Strada del Colle 40, la campagna di misura ivi effettuata ha confermato il superamento costante del valore di attenzione (6 V/m) fissato dal D.P.C.M. del 08/07/2003 sia presso i balconi esterni, sia all'interno dell'abitazione nel soggiorno. Complessivamente il valore medio del campo elettrico rilevato dalla centralina posizionata sul balcone lato nord al terzo piano fuori terra è stato superiore a 14 V/m. La statistica per ogni mese di monitoraggio è riportata in **figura 82**.

È stato inoltre possibile, anche se per pochi giorni (dal 29/03/2007 al 03/04/2007), effettuare una campagna di misura presso un'abitazione in costruzione situata a circa un chilometro in linea d'aria dagli impianti, in strada della Vetta. Qui è stato rilevato un valore di campo elettrico di circa 1.8 V/m confermato dalla centralina. La statistica dei livelli misurati è riportata in **tabella 5**.

Il monitoraggio effettuato in diversi punti del Colle della Maddalena ha permesso di caratterizzare l'andamento nel tempo dei livelli di campo presenti nel sito (sia in esterno che in abitazioni). Gli aspetti più problematici sono risultati il cambiamento nell'utilizzo delle frequenze radiofoniche, soprattutto se effettuato in assenza di comunicazione all'ente preposto al

Figura 81
Livelli misurati dalla centralina di monitoraggio sita nel Torino Telecom

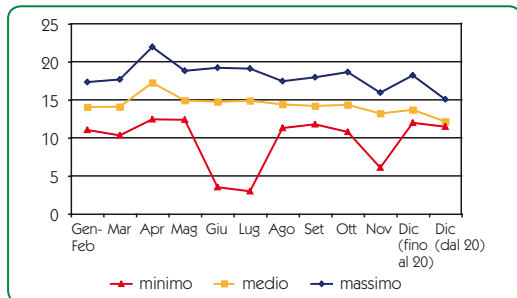
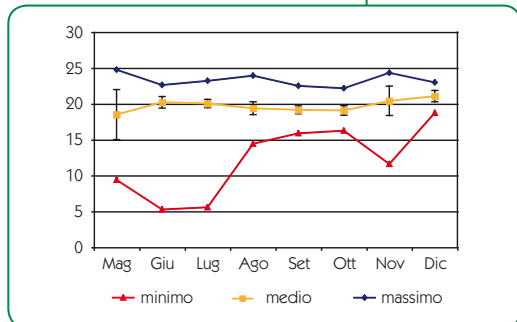


Figura 82
Statistica dei livelli misurati dalla centralina di monitoraggio sita sul balcone lato nord dell'abitazione sita in Strada del Colle 40

Tabella 5
Statistica dei livelli misurati dalla centralina di monitoraggio sita nell'abitazione in costruzione

PERIODO	STATISTICA	
dal 29.03 al 03.04	LIV. MAX	1.88 V/m REG. 29.03 h 16:36
	LIV. MEDIO	1.70 ± 0.10 V/m
	LIV. MIN	1.50 V/m REG. tra le 23:00 del 31.03 e le 04:00 del 01.04

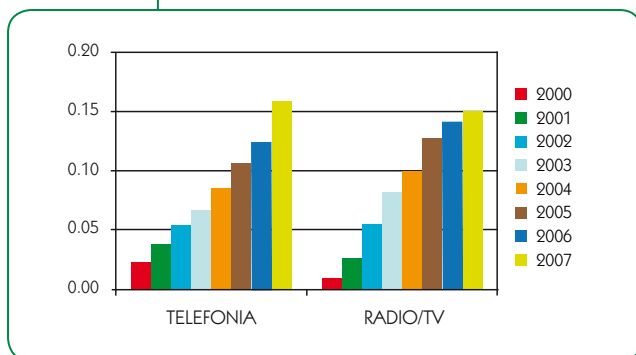
controllo, e l'elevata variabilità temporale dei singoli segnali. Questi due aspetti contribuiscono a creare un quadro estremamente mutevole e quindi difficilmente perseguibile.

Le misure effettuate durante il 2007 e negli anni passati evidenziano il perdurare, presso il Colle della Maddalena, di una situazione estremamente critica e problematica sia per quanto riguarda il superamento dei limiti, che per la variabilità dei livelli di emissione delle singole radio e televisioni e in taluni casi di condizioni di trasmissione quali le frequenze del segnale emesso.

4.7 PROVINCIA DI VERBANIA

4.7.1 Densità di impianti per telecomunicazione

Figura 83 In **figura 83** è riportata la densità degli impianti per telecomunicazione presenti nella provincia negli anni.



È evidente un progressivo aumento di questo indicatore, sia per le stazioni radio base sia per gli impianti radiotelevisivi, aumento legato alla maggiore diffusione della telefonia mobile e alla maggiore completezza del catasto degli impianti radiotelevisivi.

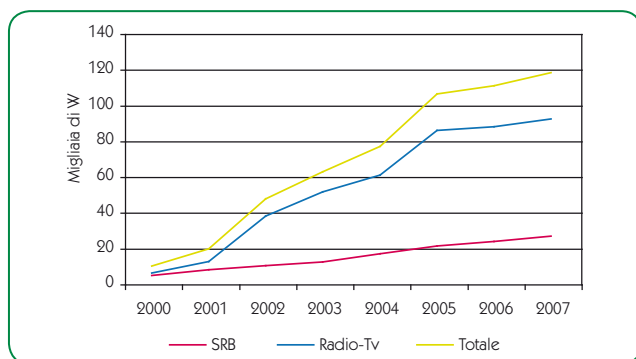


Figura 84
Potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione

4.7.2 Potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione

In **figura 84** è riportata la potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione presenti sul territorio provinciale negli anni. Si nota un costante aumento dell'indicatore negli anni che rispecchia il progressivo sviluppo della rete di telefonia e la progressiva regolarizzazione

degli impianti radiotelevisivi con loro conseguente acquisizione nel catasto Arpa.

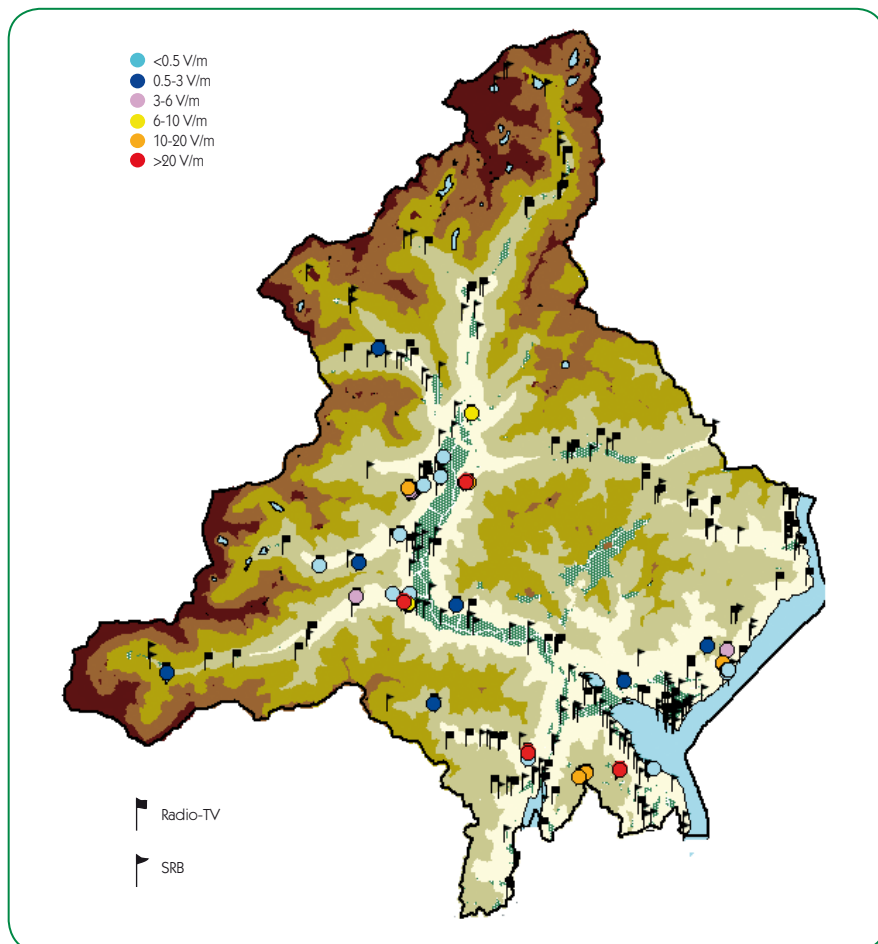
4.7.3 Distribuzione degli impianti e siti monitorati e livelli di campo misurati

In **figura 85** sono riportati la distribuzione degli impianti per telefonia mobile, gli impianti radiotelevisivi e i livelli di campo misurati nella provincia nel 2007. Le stazioni radio base per telefonia mobile non sono distribuite uniformemente su tutta la provincia, a causa della presenza di molte aree montuose prive di utenti.

Gli impianti radiotelevisivi sono maggiormente concentrati in corrispondenza di aree collinari in posizione che permettano

Figura 85

Distribuzione degli impianti per telecomunicazione e siti monitorati



al segnale emesso di servire le singole valli della provincia. I livelli di campo superiori sono stati misurati in corrispondenza degli impianti e in particolare in prossimità degli impianti

radiotelevisivi. In **figura 86** vengono riportate nello stesso grafico le distribuzioni dei livelli di campo misurati sia in prossimità degli impianti sia nell'ambito della rete di monito-

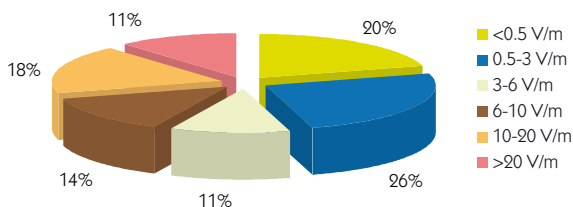


Figura 86
Distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti e nel monitoraggio sul territorio

raggio con centraline. Nell'11.4% delle misure si sono registrati livelli di campo superiori al valore di attenzione, dove applicabile, a fronte di un totale del 43.18% di livelli di campo superiori a 6 V/m. Nell'11.4% dei casi i livelli di campo misurati sono risultati superiori al limite di esposizione. Questi ultimi superamenti sono comunque tutti stati registrati in aree collinari e montane in prossimità degli impianti a scarso impatto sulla popolazione.

4.8 PROVINCIA DI VERCELLI

4.8.1 Densità di impianti per telecomunicazione

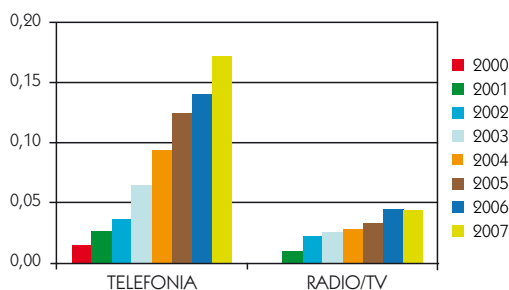


Figura 87
Densità degli impianti di telecomunicazione

L'indicatore relativo alle antenne radiotelevisive si sta invece stabilizzando, a dimostrare che la quasi totalità delle antenne radiotelevisive risulta ormai censita.

In **figura 87** è riportata la densità degli impianti per telecomunicazione presenti nella provincia negli anni.

È evidente un progressivo aumento di questo indicatore, soprattutto per le stazioni radio base, legato alla maggiore diffusione della telefonia mobile.

4.8.2 Potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione

In **figura 88** è riportata la potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione presenti sul territorio provinciale negli anni. L'indicatore relativo agli impianti di telefonia è in costante aumento, a rispecchiare il progressivo sviluppo della rete di telefonia mobile. L'indicatore relativo alle antenne radiotelevisive si sta invece stabilizzando, a dimostrare che la quasi totalità delle antenne radiotelevisive risulta ormai censita.

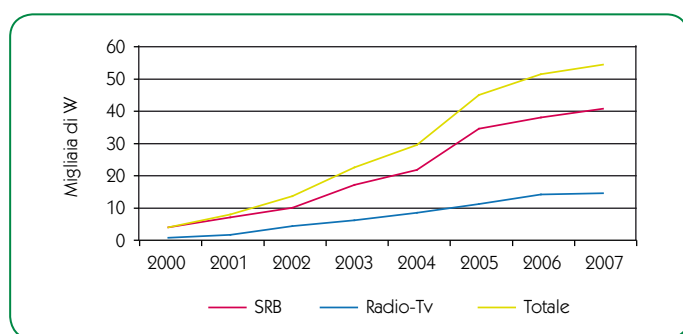


Figura 88
Potenza complessiva degli impianti per telecomunicazione

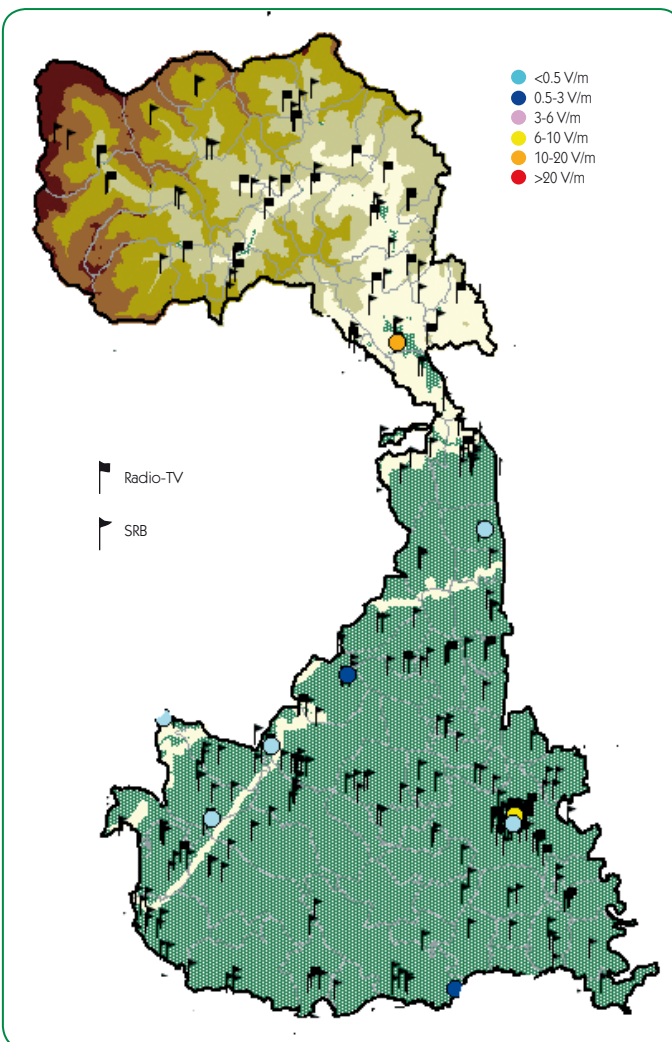
4.8.3 Distribuzione degli impianti e siti monitorati e livelli di campo misurati

In **figura 89** sono riportati la distribuzione degli impianti per telefonia mobile, gli impianti radiotelevisivi e i livelli di campo misurati nella provincia nel 2007. Le stazioni radio base per telefonia mobile sono distribuite in modo capillare su tutta la provincia con una maggiore concentrazione in corrispondenza del capoluogo, dove il numero di utenti è più elevato, e minore nelle zone montane. Gli impianti radiotelevisivi sono maggiormente concentrati in corrispondenza delle aree collinari.

Il numero delle misure effettuate in prossimità degli impianti non è significativo, pertanto in figura 89 vengono riportate nello stesso grafico le distribuzioni dei livelli di campo misurati sia in prossimità degli impianti sia nel monitoraggio sul territorio. Nel

Figura 89

Distribuzione degli impianti per telecomunicazione e siti monitorati

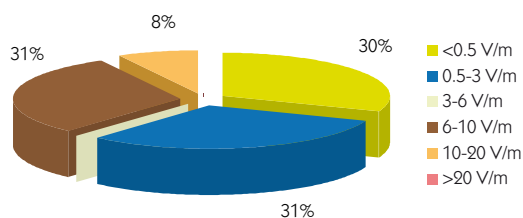
**Figura 90**

Distribuzioni dei livelli di campo misurati in prossimità degli impianti e nell'ambito della rete di monitoraggio con centraline

30% delle misure si sono registrati livelli di campo trascurabili.

In un unico caso (corrispondente al 7.7% delle misure) si sono misurati livelli di campo superiori ai valori di attenzione, a fronte

di un 38.5% di misure superiori a 6 V/m. In nessun caso si è registrato superamento del limite di esposizione.



CONCLUSIONI

I dati presentati in questo rapporto indicano che l'esposizione ambientale a campi elettromagnetici sul territorio piemontese presenta criticità legate a situazioni puntuali e localizzate sul territorio che rappresentano eccezioni in un quadro complessivamente positivo per i livelli di esposizione della popolazione contenuti ampiamente entro i limiti di esposizione previsti dalla normativa nazionale.

La tendenza, già evidenziata nel Rapporto dello scorso anno su dati del 2006, di un incremento degli impianti per telecomunicazione viene confermata anche dai dati del 2007. Ciò indica che lo sviluppo tecnologico connesso all'implementazione di nuovi servizi di telecomunicazione quali reti wireless (WiMax, WiFi), trasmissioni televisive digitali su ricevitori mobili (DVB-H) e televisione digitale terrestre (DVB-T) è ancora in pieno corso e non accenna a ridursi.

L'aumento del numero di impianti ha richiesto un maggiore impegno da parte di Arpa Piemonte che si è tradotto in un più elevato numero di misure così come rappresentato dall'indicatore di risposta riportato al paragrafo 3.2.6. Nel corso del 2007 sono stati controllati complessivamente 1821 impianti che costituiscono il 22% degli impianti presenti in Piemonte. Gli esiti di questi controlli, pur non evidenziando un aumento significativo dei livelli medi di esposizione della popolazione, hanno contribuito ad individuare le situazioni di criticità in termini di livelli di esposizione superiori ai limiti normativi, pari al 2.5% del totale delle situazioni indagate. A questo proposito si segnala un maggiore numero di situazioni non a norma rispetto all'anno precedente, dovute anche al permanere di situazioni storicamente critiche e alle difficoltà di procedere nelle operazioni di risanamento e riduzione a conformità. Tali difficoltà sono in gran parte imputabili ad una situazione normativa con-

fusa e non facilmente applicabile, oltre che ad una carenza di specifici strumenti normativi quali il catasto delle sorgenti di campo elettromagnetico.

I siti non a norma sono risultati complessivamente pari a 23, dei quali 21 con presenza di trasmettitori radiotelevisivi e 2 in prossimità di stazioni radio base per telefonia mobile. In 8 casi si è rilevato il superamento del valore limite di 20 V/m mentre nei restanti 13 casi, tra i quali rientrano i 2 riferiti ad impianti di telefonia mobile, si è riscontrato il solo superamento del valore di attenzione di 6 V/m. Tra i siti si rileva in particolare quello del Colle della Maddalena di Torino, dove permangono livelli di esposizione per la popolazione significativamente superiori al valore limite nell'area del parco e ai valori di attenzione in alcune abitazioni nel comune di Pecetto Torinese.

Per quanto riguarda l'esposizione a campi elettrici e magnetici a frequenze basse (ELF) si sono evidenziate, nel corso del 2007, alcune situazioni problematiche in provincia di Torino, oggetto di una specifica indagine, dove si sono rilevate, in prossimità di elettrodotti, 7 aree con superamento dei limiti di campo elettrico o magnetico e 25 aree con livelli prossimi ai limiti e, pertanto, da considerarsi critiche. Tali evidenze, riscontrate su 22 comuni della provincia di Torino, sottolineano l'importanza delle azioni di controllo da estendere all'intero territorio regionale, sia in termini di analisi teoriche di impatto che di misure mirate in prossimità di linee ad alta tensione.

Le carenze normative, già evidenziate per gli impianti per telecomunicazione, assumono particolare rilievo nel caso delle azioni di risanamento di elettrodotti da effettuare a seguito del rilevamento di superamenti dei limiti di esposizione. In questo caso, l'assenza dello specifico decreto attuativo della legge 36/01 non permette di definire le modalità e le responsabilità sull'attuazione dei risanamenti che, di fatto, non vengono realizzati.

RIFERIMENTI

[1] L. Anglesio, G. d'Amore, S. Maggiolo, L. Menini, S. Rebeschini, R. Sogni. Rassegna di indicatori e indici per il rumore, le radiazioni non ionizzanti e la radioattività ambientale. RTI CTN_AGF 4/2000.

[2] Arpa Piemonte. 100 Indicatori Ambientali per Valutare l'Ambiente in Piemonte. Giugno 2006

[3] APAT Annuario dei dati ambientali. Edizione 2004

[4] TERNA Rete Elettrica Nazionale, Piano di Sviluppo della Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale (gennaio 2006):
<http://www.terna.it/ita/sistemaelettrico/ProgrammaTriennaleDiSviluppo.asp>

[5] Arpa Piemonte, Provincia di Torino. Campi elettromagnetici a bassa frequenza. 2004

[6] Arpa Piemonte, Provincia di Torino. Campi elettromagnetici ad alta frequenza. 2004

