



2004 Relazione
sullo Stato dell'Ambiente
della Regione Emilia-Romagna

AMBIENTE, SALUTE E QUALITÀ DELLA VITA

CAMPI ELETTROMAGNETICI



INTRODUZIONE

Sulla Terra è presente un fondo naturale di radiazione elettromagnetica di origine cosmica, prodotto dal sole e dalle stelle, e di origine atmosferica, dovuto a fenomeni meteorologici (scariche elettrostatiche). Le radiazioni elettromagnetiche si propagano nello spazio sotto forma di onde (onde elettromagnetiche), le cui caratteristiche dipendono dalla frequenza, ossia dal numero di oscillazioni compiute in un secondo, che si misura in cicli al secondo o Hertz (Hz). Maggiore è la frequenza, maggiore è l'energia trasportata dall'onda.

L'insieme di tutte le possibili onde elettromagnetiche, in funzione della frequenza, costituisce lo spettro elettromagnetico. Al suo interno si possono distinguere due grandi zone, quella delle radiazioni ionizzanti (IR), che hanno un'energia tale da rompere i legami atomici che tengono unite le molecole e quella delle radiazioni non ionizzanti (NIR), che viceversa non hanno energia sufficiente per ionizzare la materia: è in questa regione dello spettro che si parla comunemente di campi elettromagnetici.

Un campo elettromagnetico è costituito da due grandezze che variano periodicamente nel tempo: il campo elettrico e il campo magnetico. Il primo si definisce come una proprietà o perturbazione dello spazio, dovuta alla presenza di cariche elettriche, la sua intensità si misura in volt per metro (V/m). Analogamente, il campo magnetico è una proprietà dello spazio legata alla presenza di cariche elettriche in movimento (correnti elettriche), la sua intensità si esprime in ampère per metro (A/m) o in microtesla (μ T).

Accanto alle sorgenti naturali, il progresso tecnologico ha introdotto un contributo sostanziale dovuto alle sorgenti legate alle attività umane. L'uso sempre crescente delle nuove tecnologie ha infatti portato, negli ultimi decenni, ad un aumento della presenza di sorgenti di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, rendendo di sempre maggiore attualità la problematica dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti.

Le principali sorgenti artificiali di campi elettromagnetici nell'ambiente sono gli impianti per distribuzione ed utilizzo di energia elettrica e gli apparati per radiotelecomunicazione, che operano a frequenze comprese tra 0 e 300 GHz. Precisamente i sistemi per la trasmissione, distribuzione e utilizzo dell'energia elettrica funzionano nell'intervallo di frequenza da 0 a 300 Hz ed i campi elettromagnetici da essi prodotti sono chiamati ELF (extremely low frequency: campi a frequenza estremamente bassa o semplicemente a bassa frequenza), mentre gli impianti per radiotelecomunicazione operano nell'intervallo di frequenza da 100 kHz a 300 GHz e generano campi elettromagnetici RF (campi a radiofrequenza e microonde o ad alta frequenza).

I sistemi di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica, comunemente detti elettrodotti, sono costituiti dalle linee elettriche e dalle stazioni e cabine di trasformazione elettrica. Le caratteristiche principali di una linea elettrica sono la tensione di esercizio, che si misura in kilovolt (kV) e la corrente trasportata, che si esprime in ampère (A). La tensione di esercizio, che determina l'intensità del campo elettrico generato, è un parametro costante all'interno della linea. La tensione di esercizio delle linee elettriche in Italia sono 0,4 e 15 kV per la bassa e media tensione, 132, 220 e 380 kV per l'alta e altissima tensione. La corrente trasportata, parametro dal quale dipende l'intensità del campo magnetico generato, è variabile nel tempo in funzione delle richieste di energia e mediamente può assumere valori da alcuni ampère ad un migliaio di ampère, a seconda della linea elettrica.

Gli elettrodotti distribuiti sul territorio danno luogo nel loro complesso alla rete elettrica. La rete elettrica nazionale è articolata in una rete di trasmissione e in tre reti di distribuzione ad alta, media e bassa tensione. La Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) comprende le reti di trasmissione ad altissima tensione (AAT: 380 kV e 220 kV) e ad alta tensione (AT: 132 kV) e le stazioni elettriche AAT/AT (380-220/132 kV). La RTN costituisce l'ossatura principale della rete elettrica nazionale e svolge il ruolo di interconnessione degli impianti di produzione nazionale e di collegamento con la rete elettrica internazionale. La Rete di Distribuzione ad alta tensione (AT: 132-50 kV) collega le stazioni elettriche AAT/AT e le centrali di produzione alle cabine primarie (CP) AT/MT (132/15 kV) ubicate nel territorio provinciale e precisamente nelle aree interessate dai più elevati fabbisogni di potenza ed energia elettrica. La Rete



di distribuzione a media tensione (MT: 15 kV) serve a garantire l'energia elettrica per le diverse aree territoriali ed i diversi settori produttivi. Tale rete è composta da linee principali denominate "dorsali" (la cui alimentazione è garantita dalle cabine primarie), che interessano, di norma, il territorio di più Comuni e servono ad alimentare grandi clienti, e da linee secondarie dette "derivazioni" (derivate appunto dalle dorsali medesime), che di norma interessano i singoli territori comunali. Le linee dorsali collegano tra loro le cabine secondarie MT/BT (15/0, 380 kV). Infine la Rete di distribuzione a bassa tensione (BT: 380-220 V) costituisce il sistema di distribuzione al servizio delle piccole utenze (abitazione, commercio, artigianato, piccola industria e similari). L'alimentazione delle linee a bassa tensione che interessano il territorio è garantita dalle cabine secondarie MT/BT.

Le principali sorgenti di campi elettromagnetici ad alta frequenza nell'ambiente sono gli impianti per radiotelecomunicazione (stazioni radio base, sistemi di diffusione radiotelevisiva, ponti radio, radar, etc); una delle caratteristiche principali delle sorgenti RF, da cui dipende il campo elettrico generato, è la potenza immessa in antenna, espressa in Watt (W).

Nei centri abitati assumono particolare importanza gli impianti fissi per la telefonia mobile o stazioni radio base (SRB). Le frequenze attualmente utilizzate da questa tipologia di impianti sono comprese tra i 900 ed i 2200 MHz, a seconda del tipo di servizio (GSM, DCS, E-TACS, UMTS), mentre le potenze in antenna vanno da qualche milliwatt (impianti microcellulari) ad alcune decine di Watt; le potenze emesse variano comunque nel tempo in base al numero di utenti del servizio. Le SRB sono distribuite in modo capillare sul territorio, per garantire la copertura del servizio, avendo raggi di azione al massimo dell'ordine di qualche chilometro. L'altezza delle installazioni, le potenze impiegate e la tipologia delle antenne utilizzate, fanno sì che generalmente nelle aree circostanti le installazioni i valori di campo elettromagnetico generati dai singoli impianti risultino ampiamente al di sotto dei valori di riferimento normativo.

I sistemi radiotelevisivi (RTV) esistenti, generalmente dislocati in aree collinari, sono caratterizzati da frequenze all'incirca comprese tra 50 MHz e 870 MHz e, dovendo diffondere il segnale su aree piuttosto vaste e coprire bacini di utenza che interessano anche più Province, possono avere potenze anche molto superiori a 1000 Watt, assai poco variabili nel tempo. Per le potenze impiegate, gli impianti RTV risultano essere sorgenti più critiche delle SRB per quanto riguarda l'entità dei campi elettromagnetici generati e l'esposizione della popolazione. Attualmente i sistemi per radiotelecomunicazione sono in fase di evoluzione tecnologica, con lo sviluppo di tecniche di trasmissione più avanzate, di tipo digitale e multimediale sia per la diffusione radiotelevisiva, sia per la telefonia cellulare.

Le modalità d'interazione delle radiazioni non ionizzanti con la materia ed i sistemi biologici, gli effetti di tali interazioni e le possibili applicazioni dipendono strettamente dalla frequenza e di conseguenza anche i riferimenti normativi sono differenziati.



PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

Raccomandazione 1999/512/CE del 12 luglio 1999	“Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz”, G.U.C.E. 30 luglio 1999, n. L199
DM 381 del 10 settembre 1998	“Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana”, G.U. 3 novembre 1998, n. 257.
L. 22 febbraio 2001, n. 36	“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, G.U. 7 marzo 2001, n.55.
L. 20 marzo 2001, n. 66	Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 23 gennaio 2001, n. 5, recante disposizioni urgenti per il differimento di termini in materia di trasmissioni radiotelevisive analogiche e digitali, nonché per il risanamento di impianti radiotelevisivi, G.U. 24 marzo 2001, n. 70
DPCM 28 marzo 2002	“Modalità di utilizzo dei proventi derivanti dalle licenze UMTS”, G.U. 13 giugno 2002, n.137
Dlgs 4 settembre 2002, n. 198 (abrogato da ottobre 2003)	“Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, a norma dell’articolo 1, comma 2, della legge 21 dicembre 2001, n. 443”, G.U. 13 settembre 2002, n. 215.
L 16 gennaio 2003, n. 3	“Disposizioni ordinamentali in materia di pubblica amministrazione”, G.U. 20 gennaio 2003, n.15
DPCM 8 luglio 2003	“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”, G.U. 28 agosto 2003, n. 199
DPCM 8 luglio 2003	“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, G.U. 28 agosto 2003, n. 200
Dlgs 1 agosto 2003, n. 259	“Codice delle comunicazioni elettroniche”, G.U. 15 settembre 2003, n. 214
LR 22 febbraio 1993, n. 10	“Norma in materia di opere relative a linee ed impianti elettrici fino a 150 mila volts. Delega di funzioni amministrative”, B.U.R. 25 febbraio 1993, n. 16
DGR 2 febbraio 1999, n. 1965	“Direttiva per l’applicazione della LR 22 febbraio 1993, n. 10 recante Norme in materia di opere relative a linee e impianti elettrici fino a 150.000 volts. Delega Funzioni Amministrative”, B.U.R. 1 dicembre 1999, n. 142
LR 21 aprile 1999, n.3	“Riforma del sistema regionale e locale” (art.90), B.U.R. 21 aprile 1999, n. 52
LR 31 Ottobre 2000, n. 30	“Norme per la tutela e la salvaguardia dell’ambiente dall’inquinamento elettromagnetico”, B.U.R. 3 novembre 2000, n. 154
DGR 20 febbraio 2001, n. 197	“Direttiva per l’applicazione della LR 31/10/2000, n. 30 recante Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell’ambiente dall’inquinamento elettromagnetico”, B.U.R. 16 marzo 2001, n. 40
DGR 17 luglio 2001, n. 1449	“Modifiche per l’inserimento di alcuni elementi di semplificazione alla delibera 20 febbraio 2001, n. 197 Direttive per l’applicazione della L.R. 31/10/2000, n. 30 recante Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell’ambiente dall’inquinamento elettromagnetico”, B.U.R. 5 settembre 2001, n. 127
LR 13 novembre 2001, n. 34	“Modifica all’art. 8 della L.R. 31 ottobre 2001, n. 30 Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell’ambiente dall’inquinamento elettromagnetico”, B.U.R. 15 novembre 2001, n.161
LR del 25 Novembre 2002, n. 30	“Norme concernenti la localizzazione di impianti fissi per l’emittenza radio e televisiva e di impianti per la telefonia mobile”, B.U.R. 25 novembre 2002, n. 162
DGR 31 marzo 2003, n. 553	“Approvazione protocollo d’intesa tra la regione Emilia-Romagna, Fondazione Ugo Bordoni ed ARPA per la realizzazione del monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetico”, B.U.R. 30 aprile 2003, n. 64
LR 14 aprile 2004, n.7	“Disposizioni in materia ambientale. Modifiche ed integrazioni a leggi regionali” (art.48), B.U.R. 15 aprile 2004, n. 48



COSA STA ACCADENDO?

Negli ultimi anni, ovvero a partire dal 1998, sia a livello nazionale che a livello regionale, si è assistito ad una notevole evoluzione della normativa inerente i campi elettromagnetici ad alta frequenza. Ciò ha portato ad un aumento dei controlli effettuati dagli enti preposti, attraverso misure e monitoraggi in continuo, nei siti ritenuti più critici per numero e tipologia di sorgenti e destinazione d'uso del territorio.

La maggior parte delle campagne di monitoraggio in continuo effettuate nelle diverse province nel corso del 2002-2003, sia per le alte, sia per le basse frequenze, ha evidenziato livelli di campo elettromagnetico ampiamente al di sotto dei valori di riferimento fissati dal DM 381/98 e dal successivo DPCM 08/07/03 (limite di esposizione, pari a 20 V/m, valore di cautela/attenzione, pari a 6 V/m, ed obiettivo di qualità, pari a 6 V/m).

In alcuni casi, tuttavia, i controlli effettuati hanno permesso di evidenziare situazioni in cui si è rilevato il superamento dei valori di riferimento normativo.

La LR 30/00 e successive modifiche stabilisce, per i titolari degli impianti per radiotelecomunicazione esistenti che non rispettano i valori di riferimento normativo, l'obbligo di un Piano di risanamento nel caso di sistemi radiotelevisivi e di un Programma di interventi di risanamento, nel caso di impianti di telefonia cellulare, che prevedano la riconduzione a conformità rispetto alla normativa vigente (adeguamento ai limiti) e/o la delocalizzazione degli impianti, indicando modalità e tempi del risanamento.

Per gli elettrodotti, occorre sottolineare l'attuale situazione di transitorietà e di incertezza normativa, che non permette di definire chiaramente i superamenti rispetto al DPCM 08/07/03, né di procedere efficacemente agli eventuali risanamenti programmati, vista la mancata emanazione, ad oggi, delle Linee Guida relative alle procedure di misura e valutazioni per l'individuazione dei superamenti del valore di attenzione a dell'obiettivo di qualità, e del Decreto attuativo della L Quadro 36/01, che dovrebbe determinare i criteri di elaborazione dei piani di risanamento.

STATO

Nome Indicatore / Indice	Copertura	
	Spaziale	Temporale
Superamenti dei valori di riferimento normativo per campi elettromagnetici generati da impianti per radiotelecomunicazione, azioni di risanamento	Provincia	1998-2003
Valori massimi di campo elettrico rilevati in continuo, generati da impianti per radiotelecomunicazione	Provincia	2002-2003
Superamenti dei valori di riferimento normativo per campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti, azioni di risanamento	Provincia	1997-2003



INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Superamenti dei valori di riferimento normativo per campi elettromagnetici generati da impianti per radiotelecomunicazione, azioni di risanamento
DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	Numero superamenti, percentuale
FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia
COPERTURA TEMPORALE DATI	1998-2003

DESCRIZIONE

Per ogni Provincia, vengono riportati il numero di superamenti dei valori di riferimento normativo rilevati a partire dal 1998, distinti per tipologia di impianti presenti (radiotelevisivi: RTV e stazioni radio base: SRB), e la percentuale dei superamenti per i quali risultano programmati, in corso o conclusi, i risanamenti previsti per legge, sempre distinta per tipologia di impianti.

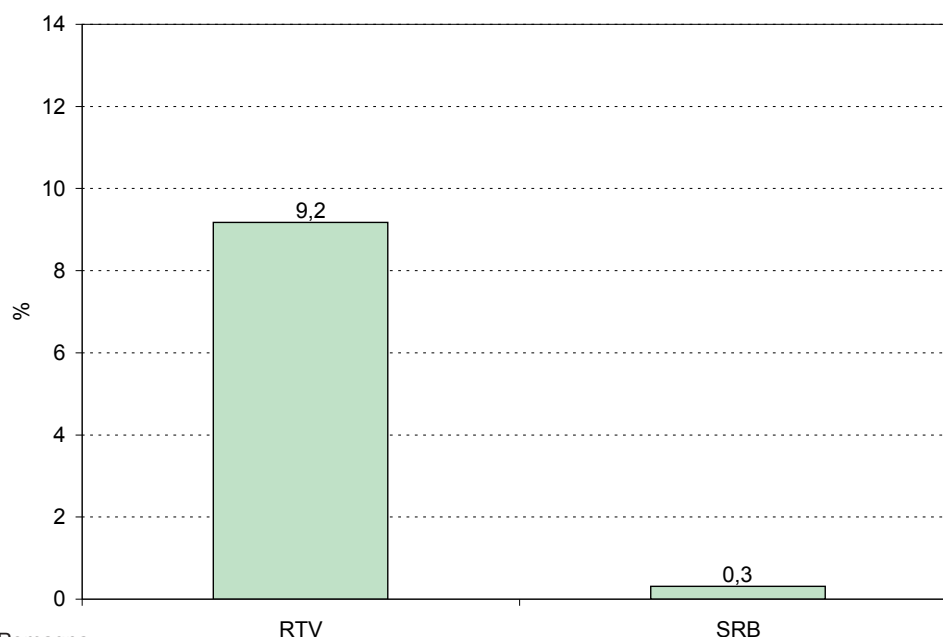
I superamenti, fino a luglio 2003, riguardano le situazioni nelle quali sono stati misurati livelli superiori al limite di esposizione o al valore di cautela/attenzione o ad entrambi, ed in seguito all'introduzione del DPCM 08/07/03, anche all'obiettivo di qualità.

SCOPO

Quantificare le situazioni di non conformità rilevate dall'attività di controllo sulle sorgenti ad alta frequenza presenti sul territorio (impianti RTV e SRB) e lo stato di attuazione dei risanamenti.

DATI

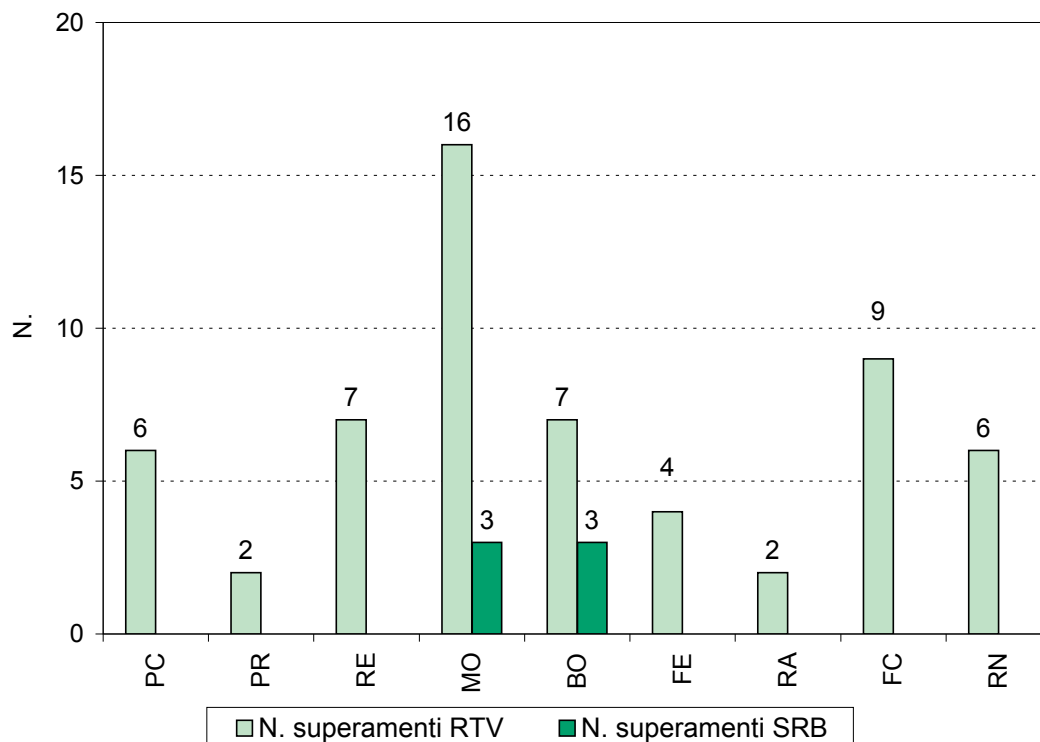
Figura 1: Percentuale dei siti nei quali è stato rilevato un superamento a causa di impianti RTV e SRB sul totale dei siti esistenti



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

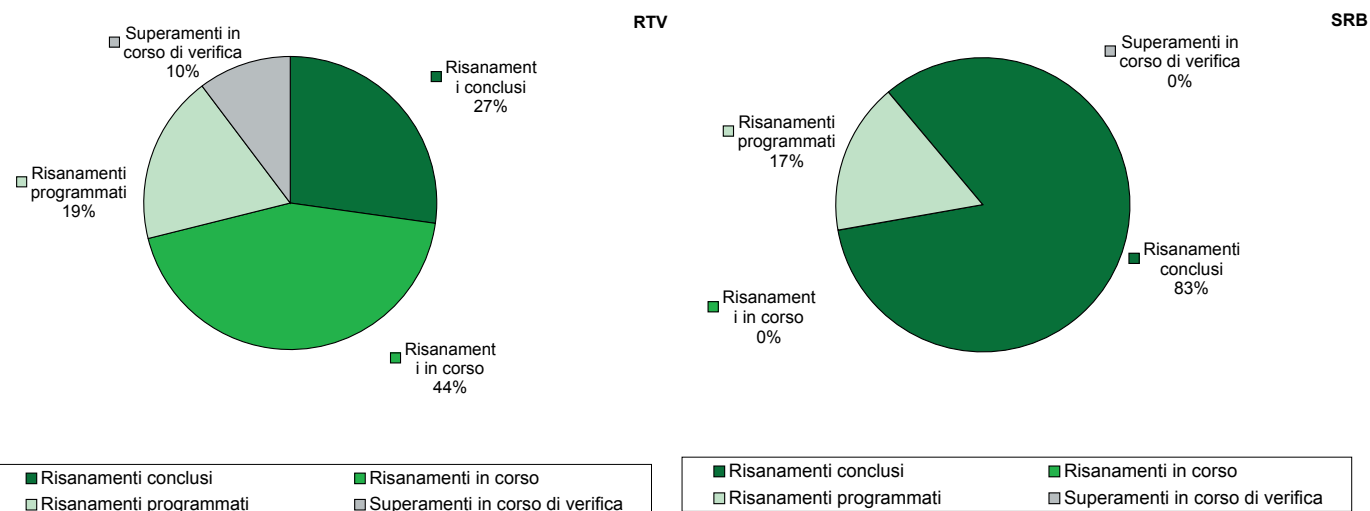


Figura 2: Numero di superamenti rilevati a causa di impianti RTV e SRB, per Provincia



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3: Stato delle azioni di risanamento nei siti in cui è stato rilevato un superamento, diversificati per impianti RTV e SRB



Fonte: Arpa Emilia-Romagna



COMMENTO

I dati riportati evidenziano che in Regione, dal '98, sono stati accertati 65 superamenti dei valori di riferimento normativo dettati a tutela della popolazione dal DM 381/98 e successivamente dal DPCM 08/07/03. Soltanto 5 di questi superamenti sono stati causati dalla presenza di stazioni radio per la telefonia cellulare ed 1 dalla presenza contemporanea di stazioni radio base e impianti radiotelevisivi. Tutti gli altri casi riguardano sistemi radiotelevisivi: pur essendo basse le percentuali dei siti in cui si è rilevato un superamento sul totale dei siti, si riscontra un numero molto più elevato di siti con superamento per gli impianti RTV (9.2 %) rispetto a quello relativo alle SRB (0.3%).

Attualmente, dei 65 siti con superamento rilevati, 21 sono già stati risanati, 26 sono in corso di risanamento, per 12 è in programma il risanamento, mentre per 6 sono ancora in corso verifiche.

Per gli impianti RTV, il risanamento viene effettuato in relazione a quei siti ove il superamento è stato verificato in collaborazione con l'Ispettorato territoriale del Ministero delle Comunicazioni che controlla per quanto di sua competenza lo stato di funzionamento degli impianti rispetto all'autorizzazione rilasciata. Le due tipologie di sorgenti si differenziano nella distribuzione tra risanamenti conclusi ed in corso: dove un'azione è stata intrapresa, per i siti SRB risulta per la maggior parte conclusa ("risanamenti conclusi" pari al 83% del totale), mentre per i siti RTV la differenza numerica tra le azioni in corso e quelle concluse è assai minore ("risanamenti conclusi" e "risanamenti in corso" pari rispettivamente al 27% e 44% del totale). Ciò è determinato dal fatto che, per quest'ultima tipologia di sorgente, l'azione di riduzione a conformità è tecnicamente più complessa, poiché coinvolge più impianti e spesso non consente di mantenere la stessa qualità del servizio di cui gli atti di concessione.

In riferimento ai siti RTV, inoltre, in alcuni casi i risanamenti sono sospesi, perché in alcune province della regione non è ancora stato approvato il PLERT e pertanto non sono stati individuati gli ambiti territoriali per la delocalizzazione degli impianti.



INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Valori massimi di campo elettrico rilevati in continuo, generati da impianti per radiotelecomunicazione
DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	Percentuale
FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia
COPERTURA TEMPORALE DATI	2002-2003

DESCRIZIONE

Il campo elettrico E (V/m) è il parametro da prendere in considerazione ai fini del monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici generati da impianti per radiotelecomunicazione. Quello emesso da una sorgente RF dipende dalle caratteristiche di quest'ultima ed in particolare dalla potenza immessa in antenna.

Per ogni punto di monitoraggio indagato, si è preso come riferimento il valore massimo tra le medie, relative ad intervalli temporali di sei minuti, dei valori misurati di campo elettrico; tali valori massimi sono stati raggruppati, su base provinciale, nelle cinque seguenti classi di valori, aventi ad estremi il limite di esposizione di 20 V/m, il valore di attenzione ed obiettivo di qualità di 6 V/m e le rispettive metà, ovvero 10 V/m e 3 V/m (DM 381/98, Allegato B):

- E (media 6 min max) < 3 V/m
- $3 \text{ V/m} < E$ (media 6 min max) < 6 V/m
- $6 \text{ V/m} < E$ (media 6 min max) < 10 V/m
- $10 \text{ V/m} < E$ (media 6 min max) < 20 V/m
- E (media 6 min max) $\geq 20 \text{ V/m}$

L'indicatore è quindi rappresentato dalla distribuzione percentuale di appartenenza alle classi sopra indicate dei valori massimi misurati nel corso delle campagne di monitoraggio svolte nelle varie Province, distinti per tipologia di impianti presenti (radiotelevisivi: RTV, stazioni radio base: SRB e mista: sia RTV che SRB).

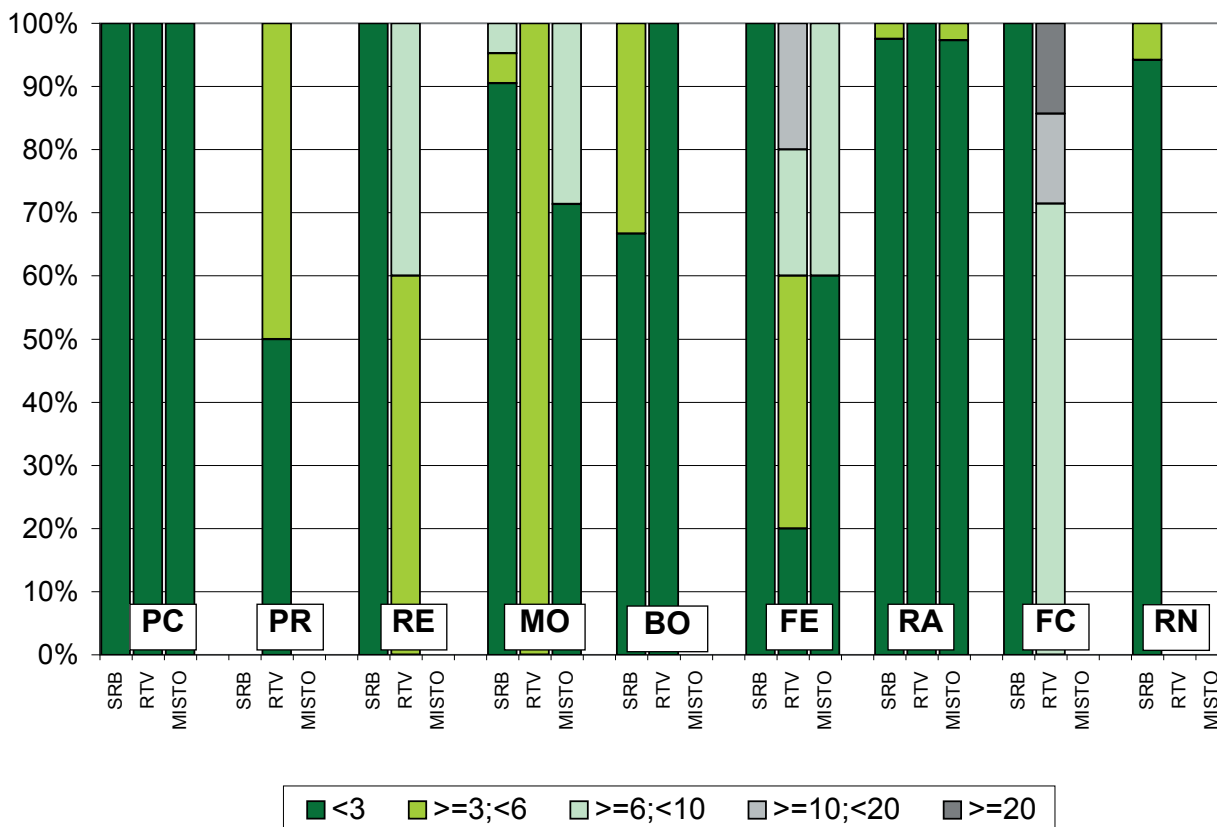
SCOPO

Quantificare i livelli di campo elettrico generati da impianti per radiotelecomunicazione presenti sul territorio regionale, rapportandoli ai valori di riferimento normativo, ed individuare situazioni di potenziale criticità da sottoporre ad ulteriori indagini.



DATI

Figura 4: Classificazione dei valori massimi delle medie su sei minuti di campo elettrico misurato nelle varie Province, per tipologia di impianti presenti (SRB, RTV, mista)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

COMMENTO

La maggior parte delle campagne di misura effettuate nel 2003 nelle diverse Province ha evidenziato livelli di campo elettrico ampiamente al di sotto dei valori di riferimento normativo: i valori inferiori a 3 V/m rappresentano l'86,5% del totale, mentre quelli tra 3 e 6 V/m il 7,2%. Valori superiori a 6 V/m sono stati rilevati nel 6,4%: di questi, i valori compresi tra 6 e 10 V/m sono il 5,2%, tra 10 e 20 V/m lo 0,8% ed infine il superamento dei 20 V/m si è riscontrato solo per una frazione esigua del totale dei rilevamenti, lo 0,4%, nella provincia di Forlì Cesena, in corrispondenza di un unico sito, la cui situazione critica era già nota e costantemente monitorata da ARPA. I potenziali superamenti dei valori di riferimento normativo sono stati complessivamente 16 (su un totale di 251 campagne di misura), di cui 1 dovuto a SRB, 11 a RTV e 4 ad entrambe le tipologie.

Si parla di potenziali superamenti in quanto in caso di rilevamento di valori superiori alle soglie di riferimento normativo con strumenti di misura in continuo, si procede ad ulteriori verifiche strumentali tramite metodi di misura più accurati.

La distribuzione dei valori di campo è più spostata verso le classi di valori elevati in corrispondenza dei siti con impianti RTV e di tipo misto rispetto ai siti con solo sistemi SRB. Nei primi, i valori inferiori a 3 V/m sono appena il 33,3% dei casi, nei siti di tipo misto l'81%, mentre nei siti SRB il 94,1%. Per contro, nei siti con sistemi RTV i valori superiori a 6 V/m rappresentano il 40,7% del totale, nei siti di tipologia mista il 19%, mentre nei siti con impianti SRB tale percentuale scende addirittura allo 0,5%. Tali differenze si mantengono anche se si considera la soglia dei 10 V/m e dei 20 V/m: nei siti con presenza solo di sistemi RTV si rilevano valori superiori a 10 V/m per l'11,1% dei casi e superiori a 20 V/m per il 3,7%, mentre sia nei siti misti sia nei siti con solo impianti SRB le percentuali corrispondenti sono entrambe nulle (tutti i valori rilevati sono al di sotto dei 10 V/m). Emerge pertanto la maggiore criticità degli impianti RTV rispetto alle SRB per quanto riguarda i livelli di campo elettromagnetico generati.



INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Superamenti dei valori di riferimento normativo per campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti, azioni di risanamento
DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	Chilometri, percentuale
FONTE	Regione Emilia-Romagna, Enel Distribuzione, Enel Terna, Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia
COPERTURA TEMPORALE DATI	1997-2003

DESCRIZIONE

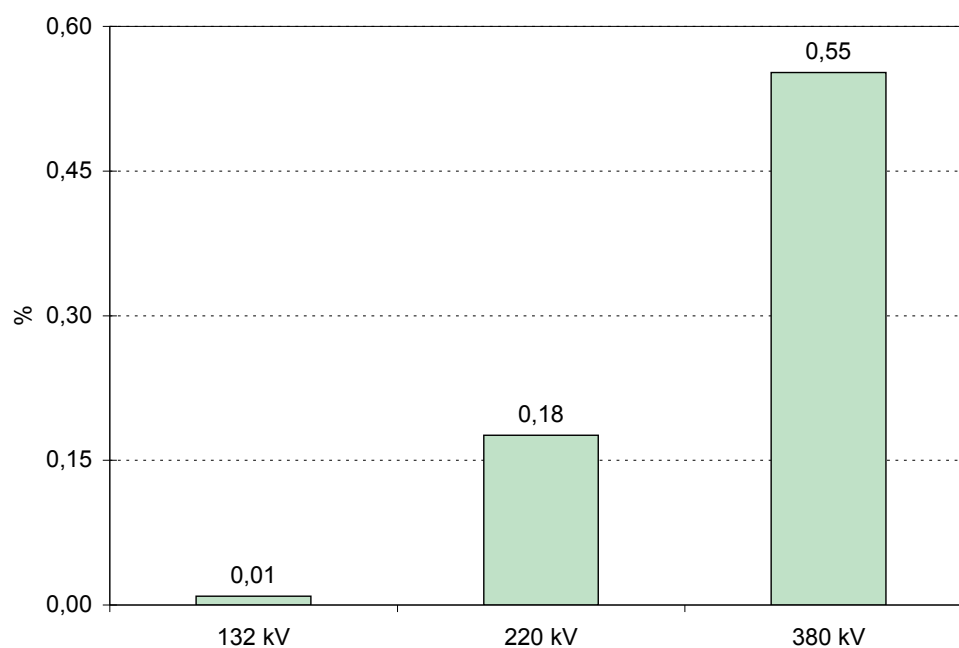
L'indicatore quantifica le situazioni di non conformità ai valori di riferimento fissati dalla normativa per gli elettrodotti e lo stato di attuazione dei risanamenti, in funzione dei diversi livelli di tensione delle linee.

SCOPO

Quantificare le situazioni di non conformità per sorgenti a bassa frequenza (ELF) presenti sul territorio regionale e le relative azioni di risanamento intraprese.

DATI

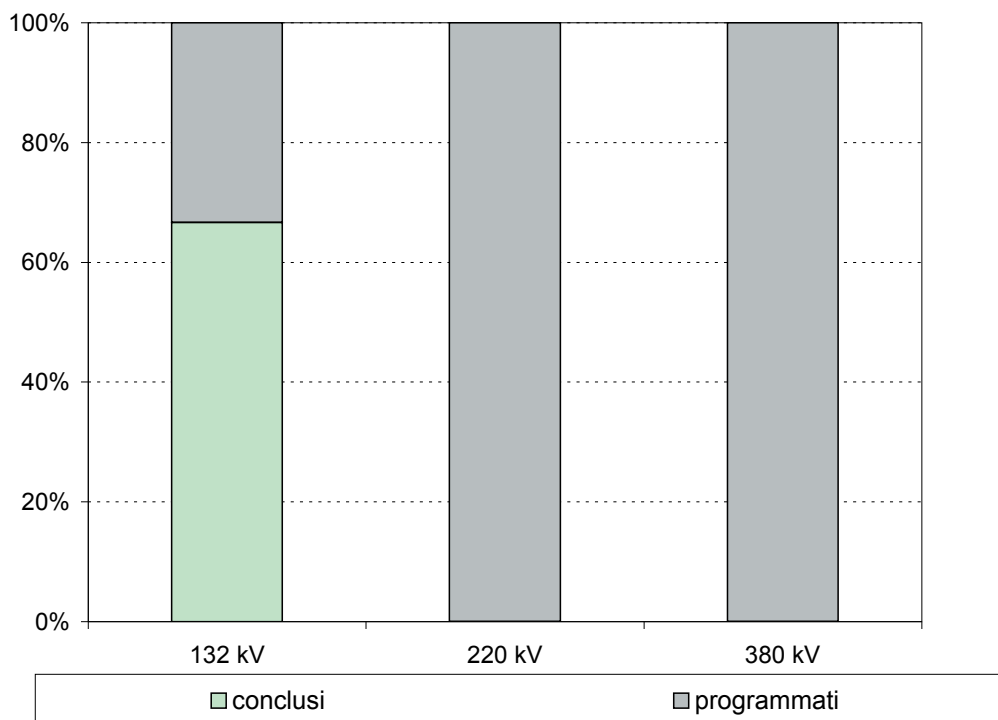
Figura 5: Percentuale della lunghezza delle linee interessate da progetti di risanamento, conclusi e programmati, sul totale delle linee, diversificate per tensione



Fonte: Regione Emilia-Romagna



Figura 6: Stato di attuazione dei progetti di risanamento approvati, diversificati per tensione delle linee



Fonte: Enel Distribuzione, Enel Terna

COMMENTO

Per l'anno 2003, dai dati disponibili non si desumono situazioni con superamenti dei valori di riferimento normativo.

Per quanto riguarda la situazione evidenziata nel 2002, risulta che ad oggi sono stati approvati dal Ministero dell'Ambiente 8 progetti di risanamento per elettrodotti ad alta ed altissima tensione, presentati da ENEL Distribuzione ed ENEL Terna. Tali progetti interessano un totale di circa 6 km di linee elettriche (ovvero solo lo 0.01% della lunghezza della rete); relativamente agli interventi ipotizzati, in alcuni casi sono previste varianti di tratte di linee comprese tra sostegni, in altri interventi puntuali (ad es. modifiche degli attacchi dei conduttori o risanamento delle interferenze tra sostegni). Da informazioni ricevute da ENEL Distribuzione ed ENEL Terna, risulta che la quasi totalità dei risanamenti inerenti le linee a 132 kV è stata portata a termine, mentre sono ancora da definire, anche alla luce dell'emanazione della normativa più recente (DPCM 08/07/03), gli iter relativi a tutti i progetti di risanamento riguardanti le linee a 380 ed a 220 kV, oltre a quello di una linea a 132 kV.



PERCHÉ STA ACCADENDO?

Alla fine del 2003 risultavano installati sul territorio regionale 3471 impianti per la telefonia mobile (intendendo con il termine di impianti i singoli servizi di diversa tecnologia: E-TACS, GSM, DCS e UMTS) e 2486 sistemi per la diffusione radiotelevisiva.

Il numero degli impianti radiotelevisivi non ha subito variazioni significative nel corso degli ultimi cinque anni; la loro consistenza attuale dipende, infatti, dalla proliferazione incontrollata dei sistemi di tipo analogico che si è registrata nell'arco degli scorsi decenni, a causa della mancanza di una regolamentazione specifica.

Lo sviluppo della telefonia mobile è invece avvenuto in un periodo più recente ed ha avuto ritmi di crescita vertiginosi: tra il 1999 e il 2003 il numero delle stazioni radio base in regione è aumentato di circa il 230%.

Per entrambe le tipologie di impianti comunque, la tendenza evolutiva, se si considerano i sistemi a tecnologia tradizionale, pare essersi ad oggi sostanzialmente stabilizzata: per la telefonia mobile, sono addirittura in fase di progressivo smantellamento gli impianti di più vecchia concezione (sistemi E-TACS).

La novità fondamentale nel panorama delle radiotelecomunicazioni è che è in atto una vera e propria rivoluzione tecnologica dei sistemi di diffusione dei segnali. Negli ultimi anni si è infatti affermata l'esigenza di rendere disponibili agli utenti una sempre maggiore quantità di servizi, trasmettendo una grande mole di informazioni tra loro eterogenee e garantendo al tempo stesso un'elevata efficienza dei servizi offerti; questo ha portato alla necessità di mettere a punto tecnologie dedicate.

La rapida evoluzione, tuttora in corso, delle reti di radiotelecomunicazione ha riguardato sia le reti di telefonia mobile, con l'avvio, anche se con qualche cautela, del sistema cellulare multimediale di terza generazione UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), sia la rete per la distribuzione dei segnali radiotelevisivi, con la transizione dalla tecnica di trasmissione analogica a quella digitale e quindi la comparsa dei primi sistemi DAB (Digital Audio Broadcasting) e DVB (Digital Video Broadcasting).

Nel settore dell'emittenza radio e televisiva, l'evoluzione della rete si configura attraverso tappe obbligate, le cui scadenze sono state fissate tramite provvedimenti legislativi. In particolare, entro il 31 dicembre 2006 dovrà completarsi la fase di transizione al digitale terrestre, con l'abbandono delle trasmissioni in tecnica analogica; dal 1 gennaio 2004 è stata ufficialmente avviata, in Italia, la fase di sperimentazione del servizio di televisione digitale terrestre, dando inizio al periodo di transizione caratterizzato dalla coesistenza di trasmissioni sia in tecnica analogica che in tecnica digitale.

I nuovi sistemi di diffusione in tecnica digitale dovrebbero garantire un minor impatto ambientale, dal momento che le potenze utilizzate per questo tipo di trasmissione risultano inferiori a quelle tradizionalmente usate per le trasmissioni in tecnica analogica.

Un discorso analogo riguarda l'evoluzione delle reti di telefonia mobile: in questo caso i cambiamenti per l'adeguamento ai nuovi servizi sono fortemente legati all'andamento dei mercati ed alle esigenze dei singoli operatori. Dal punto di vista della struttura di rete, comunque, la piena integrazione fra i servizi di telefonia e i servizi multimediali offerti dai cellulari di terza generazione prevede l'installazione di un elevato numero di stazioni radio base, numero maggiore rispetto alle stazioni radio base del sistema GSM, ma, come per la televisione digitale, anche per il sistema UMTS saranno in gioco potenze di trasmissione inferiori rispetto a quelle attualmente in uso.

Il territorio regionale è percorso da una rete di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica che si estende complessivamente per 93506 km; su di esso sono inoltre distribuite stazioni elettriche a 380 kV (AAT/AT), cabine primarie a 132 kV (AT/MT) e cabine di trasformazione MT/BT per un totale di 42884 (dati aggiornati al 31/12/03).

La rete regionale è costituita in maggioranza da linee MT, BT e cabine di trasformazione MT/BT; tali impianti elettrici sono quelli che subiscono le maggiori variazioni nel tempo, a causa della richiesta di energia elettrica per nuovi sviluppi di tipo abitativo, industriale ed artigianale.

Essendo il territorio regionale sostanzialmente già elettrificato e dal momento che spesso le nuove



costruzioni comportano la demolizione delle vecchie linee, si osserva, come dato ormai stabilizzato nel tempo, il molto basso incremento annuo della consistenza totale di linee elettriche, da tempo inferiore all'uno per cento.

PRESSIONI

Nome Indicatore / Indice	Copertura	
	Spaziale	Temporale
Densità degli impianti e siti per radiotelecomunicazione in rapporto alla superficie territoriale, potenza complessiva degli impianti per radiotelecomunicazione	Provincia	1999-2003
Lunghezza delle linee elettriche in rapporto alla superficie territoriale, numero di stazioni e cabine di trasformazione, in rapporto alla superficie territoriale	Provincia	1999-2003



INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Densità degli impianti e siti per radiotelecomunicazione in rapporto alla superficie territoriale, potenza complessiva degli impianti per radiotelecomunicazione
DPSIR	D/P
UNITA' DI MISURA	Numero impianti-siti/chilometri quadrati, chilowatt
FONTE	Arpa Emilia-Romagna, gestori degli impianti di telefonia mobile, Ispettorato Territoriale per l'Emilia-Romagna del Ministero Comunicazioni, ISTAT, Province, Comuni
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia
COPERTURA TEMPORALE DATI	1999-2003

DESCRIZIONE

L'indicatore riporta, per ogni Provincia, il numero e la densità degli impianti e dei siti per radiotelecomunicazione, distinti per tipologia (stazioni radio base: SRB e sistemi radiotelevisivi: RTV), e la potenza complessiva degli impianti.

Per impianto si intende il sistema emittente alla specifica frequenza (quindi per le SRB il singolo sistema GSM, DCS, UMTS, E-TACS), per sito la località d'installazione in cui possono essere presenti più impianti.

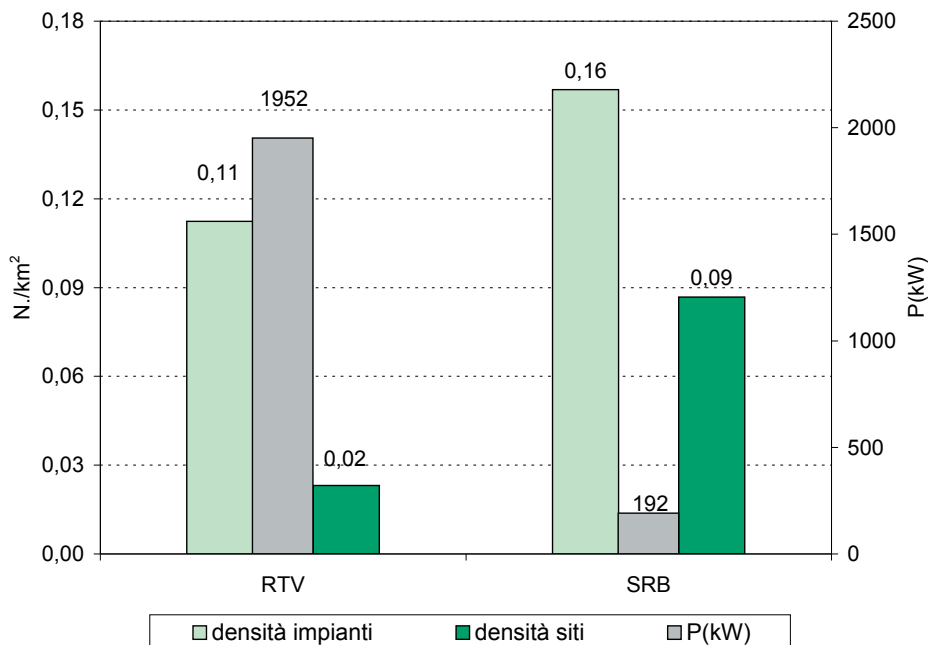
SCOPO

Quantificare le fonti principali di pressione sull'ambiente per quanto riguarda i campi elettromagnetici ad alta frequenza, generati da impianti per radiotelecomunicazione.



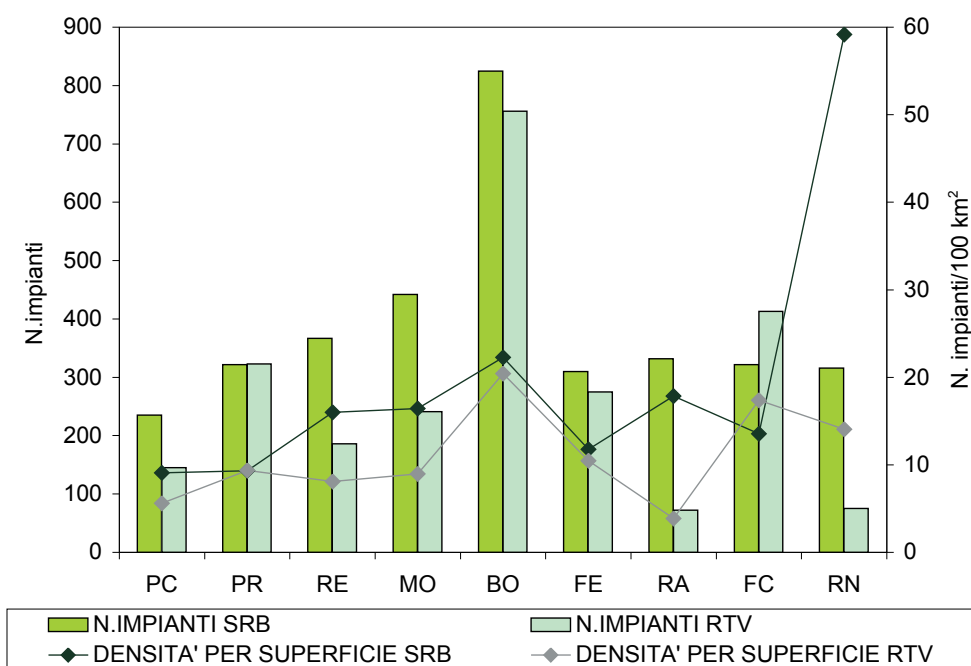
DATI

Figura 7: Densità di impianti e siti per radiotelecomunicazione, diversificati per tipologia, e potenza complessiva per tipologia di impianti (anno 2003)



Fonte: Arpa, gestori impianti di telefonia mobile, ISTAT, Ispettorato Territoriale Emilia-Romagna Ministero Comunicazioni, Comuni, Province (PLERT)

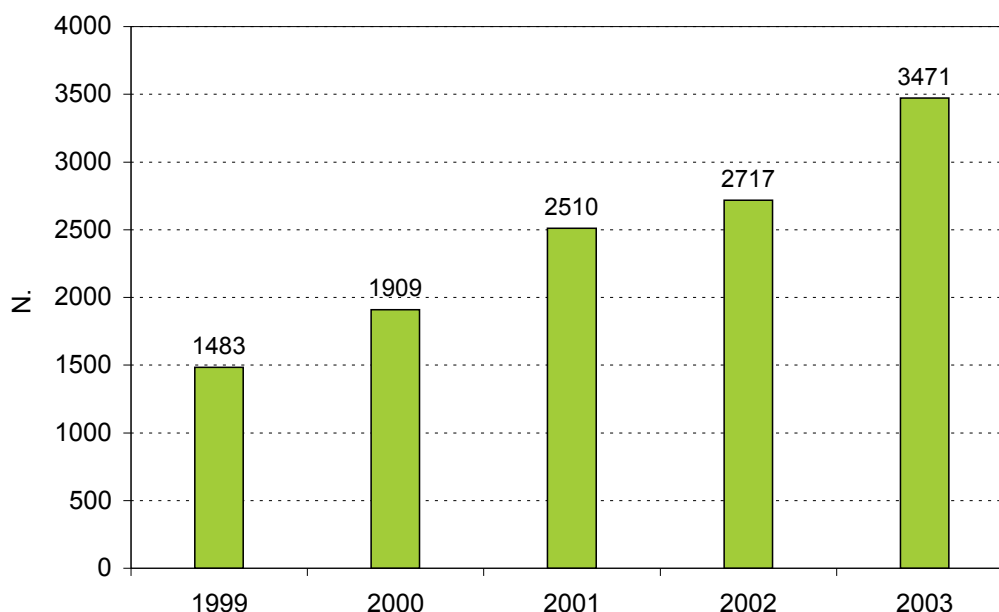
Figura 8: Numero di impianti per radiotelecomunicazione e densità per superficie territoriale, diversificati per tipologia e per Provincia (anno 2003)



Fonte: Arpa, gestori impianti di telefonia mobile, ISTAT, Ispettorato Territoriale Emilia-Romagna Ministero Comunicazioni, Comuni, Province (PLERT)



Figura 9: Trend temporale del numero di impianti SRB (anni 1999-2003)



Fonte: Arpa, gestori impianti di telefonia mobile, Ispettorato Territoriale Emilia-Romagna Ministero Comunicazioni, Comuni, Province (PLERT)

COMMENTO

Gli impianti RTV e SRB presentano all'incirca la stessa densità sul territorio, ma i sistemi RTV risultano concentrati in un numero minore di siti rispetto agli impianti SRB; questi ultimi devono infatti essere distribuiti in modo più uniforme sul territorio per garantire la copertura del servizio. Dal confronto delle potenze in gioco, emerge che la pressione più consistente per quanto concerne i campi elettromagnetici è esercitata dagli impianti RTV.

Relativamente alla densità degli impianti, si ravvisano alcune differenze tra le varie realtà provinciali; ad es. per quanto riguarda le SRB, si rileva una densità nettamente maggiore alla media nella Provincia di Rimini.

In riferimento all'evoluzione temporale dell'indicatore, si rileva che nel corso degli ultimi cinque anni è considerevolmente aumentato il numero di SRB. Per gli impianti RTV, pur non essendo possibile un'analisi precisa del trend temporale, per l'arretratezza degli strumenti conoscitivi disponibili (catasti), si può comunque indicativamente affermare che nel periodo più recente il numero di impianti e siti non ha subito variazioni significative.



INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Lunghezza delle linee elettriche in rapporto alla superficie territoriale, numero di stazioni e cabine di trasformazione, in rapporto alla superficie territoriale
DPSIR	D/P
UNITA' DI MISURA	Chilometri/chilometri quadrati, numero stazioni-cabine/chilometri quadrati
FONTE	ENEL Distribuzione, ENEL Terna, Edison, Meta, Hera, AMPS
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia
COPERTURA TEMPORALE DATI	1999-2003

DESCRIZIONE

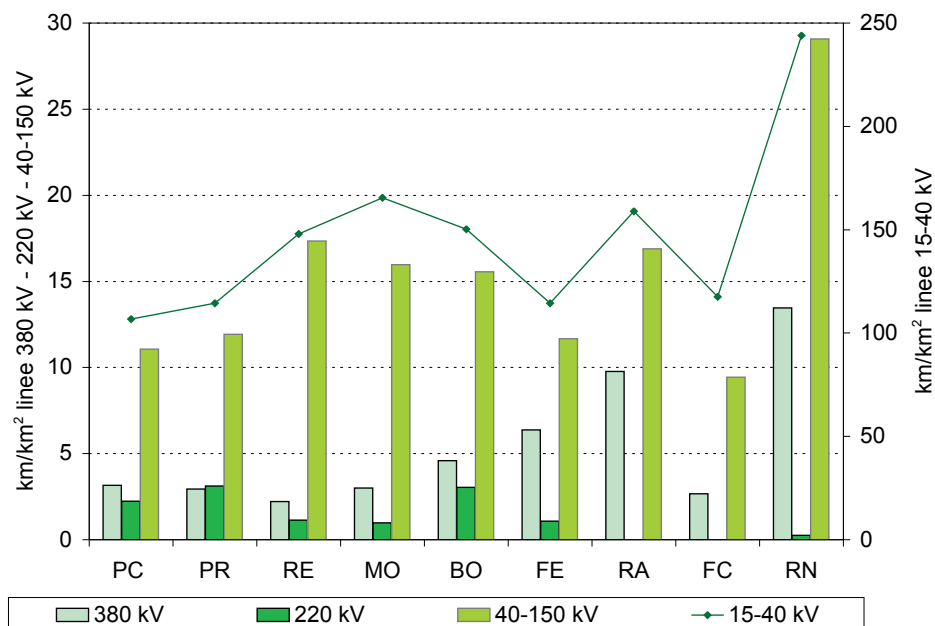
L'indicatore riporta, per ogni Provincia, la lunghezza e la densità delle linee elettriche, diversificate per tensione di esercizio, ed il numero e la densità delle stazioni e cabine di trasformazione, diversificate per livelli di tensione. Per le linee BT è disponibile solo il dato regionale.

SCOPO

Quantificare le fonti principali di pressione sull'ambiente per quanto riguarda i campi elettromagnetici a bassa frequenza, generati da elettrodotti.

DATI

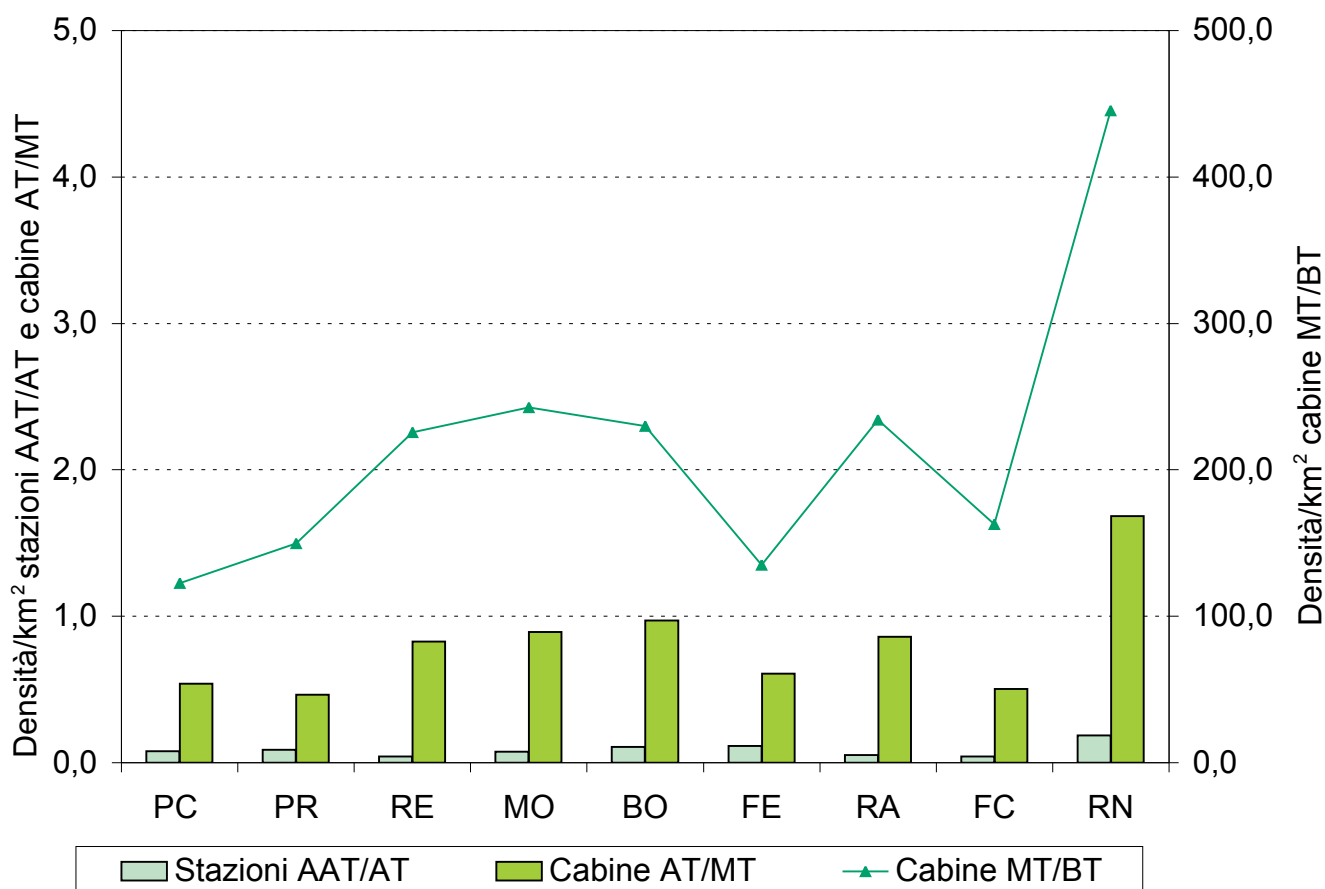
Fig. 10: Densità delle linee elettriche, diversificate per tensione e per provincia (anno 2003)



Fonte: ENEL Terna, ENEL Distribuzione, Edison, AMPS, Meta, Hera



Figura 11: Numero delle stazioni/cabine elettriche, diversificate per tensione e per provincia (anno 2003)



Fonte: ENEL Terna, ENEL Distribuzione, Edison, AMPS, Meta, Hera

COMMENTO

Le linee elettriche a bassa tensione raggiungono una lunghezza di circa 60000 km, con una densità pari a 266.2 km/km², le linee a media tensione hanno una lunghezza complessiva di circa 30200 km, con densità 136.4 km/km², quelle ad alta tensione misurano circa 3100 km (con densità 14 km/km²) ed infine quelle ad altissima tensione circa 1300 km, con densità pari a 6 km/km².

Per quanto riguarda le stazioni/cabine di trasformazione, il loro numero in regione è di 42884; la loro densità sul territorio è di circa 194 cabine/stazioni per 100 km².



COME POSSIAMO MIGLIORARE? QUANTO È EFFICACE LA RISPOSTA?

Con l'emanazione della LR 30/00 e successive modifiche, la Regione Emilia-Romagna ha inteso fornire risposte concrete alle problematiche connesse alla presenza sul territorio degli impianti per radiotelecomunicazione e degli elettrodotti.

Nel campo dell'emittenza radio e televisiva, si è voluto porre ordine alla situazione di caos e deregolamentazione, perdurante da diversi decenni, che aveva visto la proliferazione degli impianti al di fuori di qualsiasi logica pianificatoria, in mancanza di una specifica normativa nazionale di disciplina del settore e rimanendo costantemente inapplicati i diversi Piani nazionali di Assegnazione delle frequenze emanati dall'Autorità delle Garanzie.

La legge regionale impone il divieto di localizzazione di nuovi impianti su edifici abitativi ed in determinate aree territoriali, che vengono chiaramente identificate, e prescrive l'obbligo di autorizzazione da parte dei Comuni, previa acquisizione del parere Arpa-AUSL, sia per i nuovi impianti che per i sistemi esistenti alla data di entrata in vigore della legge.

Anche per quanto riguarda la telefonia mobile, la Regione ha anticipato la promulgazione del Dlgs 198/02 ("Decreto Gasparri", successivamente abrogato) e del Dlgs 259/03 ("Codice delle comunicazioni elettroniche"), primi provvedimenti a livello nazionale che introducono una regolamentazione alla costruzione e all'esercizio degli impianti per radiotelecomunicazione. Ai sensi della normativa regionale, i gestori di telefonia mobile hanno l'obbligo di presentare annualmente il Piano delle installazioni fisse che intendono realizzare; il piano e le singole installazioni devono essere quindi autorizzate dai Comuni, con la valutazione preliminare di Arpa e AUSL.

In particolare per le stazioni radio base, maggiormente diffuse in ambiente urbanizzato, si è voluto garantire un elevato livello informativo della popolazione, con l'obbligo per i Comuni di rendere nota la presentazione dei Piani Annuali delle installazioni da parte dei gestori, anche attraverso la pubblicazione su un quotidiano ad ampia diffusione locale.

Con la pianificazione annuale, si dà luogo ad un procedimento concertato tra gestori e Amministrazioni comunali, con la possibilità per queste ultime di coordinare ed orientare le varie richieste ai fini di un'ottimizzazione delle installazioni e del loro inserimento armonico e razionale nel contesto urbanistico.

Con la medesima finalità, nel settore radiotelevisivo la legge regionale introduce una pianificazione a lungo termine, tramite lo strumento del PLERT (Piano provinciale di localizzazione dell'emittenza radio e televisiva) in capo alle Province.

Oltre a dettare norme che disciplinano l'installazione dei sistemi, la legge regionale, sia per quanto riguarda gli impianti radiotelevisivi che per la telefonia cellulare, prescrive l'adozione di adeguati piani di risanamento in situazioni critiche per il superamento dei valori di riferimento normativo (interventi di riconduzione a conformità) o per la collocazione in sito inidoneo ai sensi della stessa legge (interventi di delocalizzazione). In tal senso nel 2004 sono stati previsti, attraverso un bando regionale che stanziava oltre un milione di euro, incentivi ai gestori per la delocalizzazione degli impianti collocati in zone di divieto ai sensi della LR 30/00 e successive modifiche, nelle aree individuate dai PLERT.

Va infine sottolineato che ultimamente i gestori di telefonia mobile, nel clima di crescente sensibilità della popolazione alla problematica dei campi elettromagnetici e su spinta degli enti di controllo ed istituzionali, cercano di proporre, nell'ambito delle richieste di nuove installazioni, soluzioni tecnologiche a sempre minore impatto ambientale.

Anche per gli elettrodotti la normativa regionale persegue la logica della pianificazione territoriale, sia per quanto riguarda i nuovi impianti sia per i nuovi insediamenti edilizi in prossimità di impianti esistenti, con riferimento al rispetto degli obiettivi di qualità. Per effetto delle leggi regionali in materia (LR 20/00 e LR 30/00), la metodologia di localizzazione degli elettrodotti è sempre più spesso frutto di una pianificazione concertata tra Enti locali territoriali, che pianificano lo sviluppo urbanistico del territorio a cui abbisogna nuova energia, e Società elettriche. A ciò si aggiunge che, a seguito della riduzione dei costi di realizzazione e per la sempre maggiore richiesta di attenzione alla problematica da parte della



popolazione, la costruzione di nuovi impianti, a differenza del passato, avviene per lo più attraverso linee interrato e comunque via cavo, riducendo l'impatto ambientale, sia dal punto di vista visivo, sia per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici.

La LR 30/00 all'art. 19 prevede che la Regione e gli Enti locali favoriscano "la ricerca, lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie che consentano di minimizzare le emissioni degli impianti ovvero realizzare sistemi di monitoraggio in continuo delle sorgenti", con la possibilità di attuare intese ed accordi di programma con i soggetti gestori.

Dopo l'entrata in vigore della LR 30/00 è stata posta particolare attenzione nei riguardi dei recettori sensibili situati in prossimità di elettrodotti ad alta tensione. Nel corso del 2000, Arpa ha coordinato per la Regione Emilia-Romagna il censimento del Ministero dell'Ambiente, volto ad individuare gli spazi dedicati all'infanzia: asili nido, scuole materne, elementari e medie inferiori, collocati in prossimità di tratte delle linee elettriche ad alta tensione, ovvero entro fasce di 100 m per lato per le linee a 132 kV e 150 m per lato per linee a 220 e 380 kV.

Si segnala, infine, la presenza sul territorio regionale della rete di monitoraggio dei campi elettromagnetici ad alta frequenza gestita da Arpa, attiva dal 2002 e costituita da stazioni di misura in continuo ricollocabili, distribuite nelle nove Province, che rilevano i livelli di campo elettromagnetico presenti e loro variazioni nel tempo, con priorità per i siti ritenuti più critici (per numero e tipologia di impianti presenti) o più delicati (per la presenza di recettori sensibili, quali asili, scuole, etc).

La rete regionale si integra a livello nazionale con la rete di monitoraggio in fase di realizzazione da parte della Fondazione Ugo Bordoni (FUB), su finanziamento del Ministero delle Comunicazioni ed in ottemperanza al DPCM 28/03/02 ed alla L 3/03, gestita operativamente dalle Agenzie Regionali per l'Ambiente. Per le ELF non esiste una vera e propria rete di monitoraggio strutturata, ma sono comunque a disposizione di Arpa stazioni di misura rilocabili con sensore idoneo, che permettono di monitorare aree in prossimità di elettrodotti tramite campagne di misura specifiche.

Per il futuro è necessario il consolidamento dell'attività di pianificazione territoriale di competenza dei vari Enti, prevista dalla legge regionale, sia nel campo delle alte frequenze, in particolare con l'adozione dei PLERT in tutte le Province, sia nel campo delle basse frequenze, con il completamento dell'individuazione dei corridoi di fattibilità per elettrodotti nell'ambito degli strumenti urbanistici comunali.

Dovrà, inoltre, essere intensificata l'attività di controllo e monitoraggio nei siti maggiormente critici ed in particolare nelle aree a potenziale permanenza prolungata di persone ed in corrispondenza dei recettori sensibili.

RISPOSTE

Nome Indicatore / Indice	Copertura	
	Spaziale	Temporale
Stazioni di monitoraggio in continuo del campo elettrico generato da impianti per radiotelecomunicazione, punti di monitoraggio in prossimità di impianti per radiotelecomunicazione	Provincia	2002-2003



INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Stazioni di monitoraggio in continuo del campo elettrico generato da impianti per radiotelecomunicazione, punti di monitoraggio in prossimità di impianti per radiotelecomunicazione
DPSIR	R
UNITA' DI MISURA	Numero stazioni, numero punti
FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia
COPERTURA TEMPORALE DATI	2002-2003

DESCRIZIONE

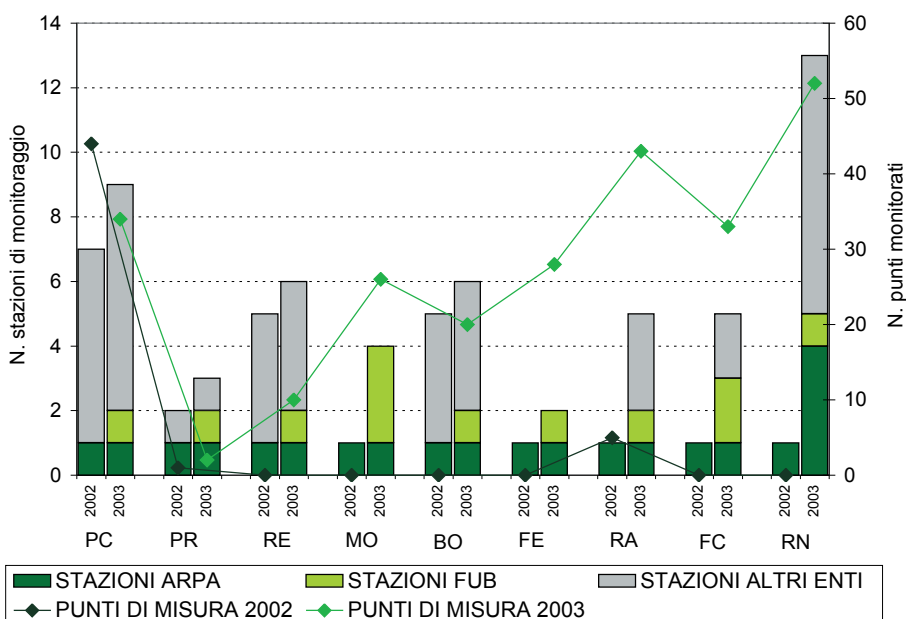
Per ogni Provincia, viene riportato il numero di stazioni di monitoraggio in continuo in dotazione alle singole Sezioni Arpa, diversificate per ente proprietario (ARPA, FUB o altro ente), ed il numero di punti di monitoraggio in siti con sorgenti a radio frequenza.

SCOPO DELL'INDICATORE

Quantificare la risposta di Arpa in termini di attività di monitoraggio in prossimità di impianti per radiotelecomunicazione, attraverso la dotazione strumentale per le misure in continuo ed il numero di punti di monitoraggio.

DATI

Figura 12: Numero di stazioni di monitoraggio per alta frequenza in dotazione ad Arpa, diversificate per ente proprietario e per Provincia, numero di punti di monitoraggio in siti con sorgenti RF, diversificati per Provincia



Fonte: Arpa Emilia-Romagna



COMMENTO

Al 31/12/03, la rete di monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici per sorgenti RF regionale-nazionale, gestita da Arpa è composta da 53 stazioni, di cui 12 di proprietà di Arpa, 12 fornite da FUB, e le restanti 29, oltre la metà del totale, fornite a vario titolo da Amministrazioni Pubbliche (Province, Comuni) e soggetti privati (es. gestori), talvolta sulla base di specifici accordi, convenzioni, sperimentazioni etc. La dotazione strumentale non è ripartita uniformemente a livello provinciale né proporzionata alle dimensioni ed alla popolazione delle Province, essendo legata piuttosto al diverso grado di attenzione rivolto dagli Enti locali alla specifica problematica.

Tra il 2002 e il 2003 in regione sono state realizzate da Arpa con stazioni di misura in continuo per RF campagne di monitoraggio in 298 punti.

Tra il 2002 e il 2003 si è assistito, anche grazie alla maggiore dotazione strumentale, ad un rilevante incremento del numero di punti monitorati, che è praticamente quintuplicato.



BIBLIOGRAFIA

1. ANPA, 2000 a, "Il controllo dell'inquinamento elettromagnetico. Le attività del sistema delle Agenzie ambientali e l'evoluzione normativa", Roma, Serie Stato dell'Ambiente, 13/2000.
2. ANPA, 2002 b, "Criteri per la progettazione di reti nazionali di monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici", RTI CTN_AGF n. 1/2002.
3. APAT, 2002, "Annuario dei dati ambientali", Stato dell'ambiente 7/2002.
4. ANPA, 2000 c, "Rassegna di indicatori e indici per il rumore, le radiazioni non ionizzanti e la radioattività ambientale", RTI CTN_AGF 4/2000.
5. ARPA Emilia-Romagna, 2000 a, "Inquinamento elettromagnetico da impianti di radiotelecomunicazioni", Bologna, I quaderni di Arpa.
6. ARPA Emilia-Romagna, 2001 b, "Campi elettromagnetici. Prevenzione, comunicazione, controllo e ricerca", Bologna, I quaderni di Arpa.
7. Arpa Emilia-Romagna, 2003 c, "Annuario regionale dei dati ambientali – Edizione 2003", <http://www.arpa.emr.it/annuario2003/index.html>
8. Arpa Emilia-Romagna, 2004 d, "Annuario regionale dei dati ambientali – Edizione 2004", <http://www.arpa.emr.it/annuario2003/index.html>
9. Arpa Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna, 2002, "Sina - Proposta di organizzazione di una rete di monitoraggio delle radiazioni non ionizzanti", programma Sina - progetto Analisi e progettazione delle reti di monitoraggio ambientale a scala regionale e sub-regionale – sottoprogetto Monitoraggio degli agenti fisici.
10. Bevitori P., 1997 a, "Inquinamento elettromagnetico – Aspetti tecnici, sanitari e normativi – Campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (50-60 Hz) generati da elettrodotti ed apparecchi elettrici", Rimini, Maggioli editore.
11. Bevitori P., 2000 b, "Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza – Aspetti tecnici, sanitari e normativi – Campi elettromagnetici generati da sistemi fissi di telecomunicazione e dispositivi elettronici", Rimini, Maggioli editore.
12. Calzolaio V., 2001, "Onda su onda. Le politiche contro l'inquinamento elettromagnetico", Napoli, Cuen editore.
13. Commission of the European Communities, 2000, "Communication from the Commission on the precautionary principle", COM (2000) 1, http://europa.eu.int/comm/off/con/health_consumer/precaution.htm.
14. Ministero dell'Ambiente, 2001, Cap. "Le problematiche emergenti", Relazione sullo Stato dell'Ambiente.
15. Organizzazione Mondiale della Sanità, "Promemoria (Fact sheet). Campi elettromagnetici e salute pubblica. Politiche cautelative", www.who.int/peh/em.
16. Petrini C. et al., 2000, "Il principio di precauzione nella protezione dei campi elettromagnetici", Ancona, XXXI Congresso Nazionale AIRP.