Rapporto sulle criticità ambientali relative ai campi elettromagnetici

Arpa Lazio

Aprile 2009

Hanno collaborato: Tommaso Aureli, Davide Ceccarelli

INDICE

1. INTRODUZIONE …….3

2. SORGENTI, CONTROLLI ED ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE …….…….. 3

2.1. Sorgenti e trend di crescita …….…..... 3
2.2. Controlli.…….…….. 3
2.3. Superamenti e risanamenti ……..... 3
2.4. Studi sulla popolazione esposta …….. 3
2.5. Considerazioni sull'impatto ambientale a livello regionale (valutazione finale)……..... 4

3. PERCEZIONE DEL RISCHIO, PRESSIONI SOCIALI, INFORMAZIONI …….....… 5

3.1 - Percezione del rischio e pressioni sociali ……...…..... 5
3.1.1 – Esposti da parte del pubblico …….. 5
3.1.2 – Episodi di conflitto sociale …… 5
3.1.3 – Rassegna stampa ……...….. 8
3.2 - Esperienze informativo-comunicazionali istituzionali ……....9
3.2.1 - Pubblicazioni di ARPA- LAZIO ……..9
3.2.2 - Iniziative rilevanti a livello regionale e provinciale ……..…….10
3.3.3 - Blubus Fondazione Ugo Bordoni……10
3.3 Considerazioni finali sull'impatto sociale a livello regionale …….……..…11

4. CRITICITÀ A LIVELLO NORMATIVO ……....…11

4.1. Quadro normativo incompleto e incongruente (nazionale e regionale) …….…….11
4.2. Problematiche regolatorie e pianificatorie a livello locale …….....12
4.3. Stato di attuazione delle norme (es. catasto, risanamenti) …….….13

5. AZIONI POSITIVE ……....…13

5.1. Sistemi a supporto dell'azione di prevenzione, controllo e informazione ……..…13
5.1.1 - Il sito Web sui CEM di Arpa Lazio …….…..…13
5.1.2 – Applicativo gestione dati campi elettromagnetici "Sistema CEM"……..…..13
5.2. Campagne di monitoraggio e risultati ottenuti ……..…14
5.3. Esperienze a livello regionale di azioni di risanamento importanti ……....…..17
5.4. Accordi con i Gestori …….……...…....…20

1. INTRODUZIONE

Il presente report è stato redatto da Arpa Lazio in accordo con quanto previsto nell'ambito della Convenzione stipulata con Apat (ora Ispra) di durata 10 mesi a partire dal Dicembre 2007 (Tabella 9, punto d) Punto d) "Predisposizione di un Rapporto finalizzato ad illustrare le criticità locali in termini di livelli ambientali di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da impianti sia ad alta che a bassa frequenza oppure in termini di conflitti sociali derivanti dalla presenza dei suddetti impianti sul territorio, secondo le specifiche fornite da Apat. Il report è stato strutturato secondo le indicazioni contenute nell' "indice ragionato del rapporto sulle criticità ambientali relative ai campi elettromagnetici" inviato da Apat alle Agenzie per l'Ambiente nel mese di Luglio 2008.

2. SORGENTI, CONTROLLI ED ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

2.1. Sorgenti e trend di crescita (sviluppato da ISPRA sulla base dei dati contenuti nell'Osservatorio NIR)

2.2. Controlli (sviluppato da ISPRA sulla base dei dati contenuti nell'Osservatorio NIR)

2.3. Superamenti e risanamenti (sviluppato da ISPRA sulla base dei dati contenuti nell'Osservatorio NIR)

2.4. Studi sulla popolazione esposta

A livello della Regione Lazio sono stati effettuati diversi studi epidemiologici sulla popolazione esposta alle radiazioni non ionizzanti (NIR). Tali studi hanno riguardato sia le esposizioni ai campi elettromagnetici ad alta frequenza sia le esposizioni ai campi magnetici generati da sorgenti alla frequenza di 50 Hz.

I contenuti di questi studio possono sono riassunti all'interno dei documenti di seguito indicati e che si allegano al presente rapporto:

1) Regione Lazio Assessorato alla Salvaguardia e Cura della Salute Agenzia in collaborazione con L'Osservatorio, "Indagine Epidemiologica tra i residenti in prossimità della stazione Radio Vaticana di Roma", 1999
(**ALLEGATO** REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_2_4_1.pdf);

2) Istituto Superiore di Sanità – Rapporto ISTISAN 01/25 – "Esposizione a campi a radiofrequenza e leucemia infantile: stato attuale delle conoscenze scientifiche in rapporto alla problematiche dell'Area di Cesano, 2001
(**ALLEGATO** REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_2_4_2.pdf);

3) Studio di una popolazione esposta ad elevati livelli di campi magnetici a 50 Hz: finalità, procedure, risultati preliminari

(**ALLEGATO** REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_2_4_3.pdf).

I risultati riguardanti le esposizioni della popolazione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_2_4_1) mostrano come all'interno di una circonferenza di 10 Km dal sito della Radio Vaticana non si evidenzino aumenti di rischio per patologie tumorali in entrambe i sessi. Utilizzando come indicatore dell'esposizione la distanza dagli emettitori e suddividendo la popolazione in residenti entro 4 Km ed oltre 4 Km di distanza, si è evidenziato nel primo gruppo un aumento di mortalità per leucemia nella popolazione maschile adulta. Lo studio sottolinea come tale analisi non sia esaustiva, in quanto tale aumento non e' riscontrato in tutte le fasce della popolazione; infatti la differenziazione riscontrata sul carattere sessuale potrebbe essere riconducibile maggiormente a cause di esposizioni di tipo lavorativo. Inoltre l'indicatore scelto per caratterizzare l'esposizione non risulta essere un parametro sufficiente vista anche la complessità della sorgente. Il secondo lavoro (REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_2_4_2) conferma le conclusioni ottenute dal primo e invita gli organismi competenti ad approfondire le tematiche indicate.

Il terzo lavoro (REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_2_4_3), svolto nella zona della Longarina del Municipio XIII del Comune di Roma, ha focalizzato la propria attenzione non sui campi elettromagnetici RF, ma su quelli a 50 Hz. Il risultato ottenuto da tale studio mostra un aumento dei tumori del sistema linfoematopoietico basato su due casi di leucemia, evidenziando così l'esigenza di ricorrere a campioni statistici numericamente più consistenti. Come si evince da quanto riportato nei tre studi eseguiti, l'attenzione deve essere focalizzata maggiormente sulle due seguenti problematiche:

- Individuare indicatori dell'esposizione della popolazione alle Radiazioni non Ionizzanti più efficienti di quelli precedentemente utilizzati.
- Identificare campioni statistici numericamente più consistenti.

2.5. Considerazioni sull'impatto ambientale a livello regionale (valutazione finale)

Relativamente alle *stazioni radio base,* i valori previsti dalla normativa per l'esposizione della popolazione sono sostanzialmente rispettati: dal 2002 al 2008 infatti solo in due casi sono stati rilevati valori prossimi ai limiti stabiliti dalla normativa senza tuttavia eccedere i limiti stessi.	☺
Per quanto riguarda *gli impianti radiotelevisivi* la situazione è sicuramente più critica. Gli unici superamenti riscontrati nel territorio regionale coinvolgono siti complessi con elevata concentrazione di tali impianti. Inoltre a parte qualche raro caso di risanamento in siti più semplici, elevato è ancora il numero di quelli in attesa di risanamento.	☹
Per quanto riguarda *gli elettrodotti* c'è ancora carenza di informazioni sui fattori di pressione. Tuttavia Sia pure nella difficoltà di un quadro normativo incompleto, in cui manca il decreto attuativo relativo ai risanamenti, si è riusciti a risanare i due superamenti riscontrati su cabine elettriche di trasformazione.	😐

La situazione del comparto ambientale delle radiazioni non ionizzanti si può definire in costante miglioramento stazionaria, essendo da un lato in via di costante miglioramento il quadro conoscitivo acquisito nel corso degli anni relativamente ai fattori di pressione ed ai livelli di campo

elettromagnetico presenti sul territorio, grazie anche al monitoraggio in continuo, ma permanendo d'altro canto ancora situazioni critiche e irrisolte dal punto di vista dell'esposizione della popolazione ai cem, con particolare riferimento agli impianti radiotelevisivi. L'attuazione dei risanamenti in questi siti si presenta infatti difficoltosa e complessa, richiedendo il coinvolgimento di diversi soggetti privati (emittenti) ed enti istituzionali (Regione, CoReCom, ARPA, Ispettorati territoriali del Ministero delle Comunicazioni). Con il progresso tecnologico si ravvisa la continua comparsa sul mercato e quindi la continua diffusione sul territorio di differenti tipologie di impianti ad alta frequenza, che contribuiscono ad aumentare numericamente la pressione ambientale, ma d'altra parte, essendo caratterizzati da tecnologie avanzate, orientate al digitale comportano in genere l'utilizzo di potenze contenute e conseguentemente livelli di cem assai più ridotti rispetto alle tecnologie tradizionali. Si evidenzia in ogni caso la necessità di tenere costantemente sotto controllo questo comparto, proprio per la continua evoluzione tecnologica in essere. Per quanto riguarda i campi a bassa frequenza, si rileva una maggiore richiesta di controlli e monitoraggi da parte di istituzioni e cittadini, si riscontrano tuttavia, anche in questo settore, i primi superamenti dei valori normativi nazionali fissati con DPCM del 08/07/2003 riguardanti essenzialmente le cabine elettriche di trasformazione MT/BT, che come già segnalato in precedenza sono stati risanati.
Si sottolinea altresì che il monitoraggio per le basse frequenze si configura come una modalità obbligata per il controllo del rispetto dei limiti ed è pertanto destinato ad assumere una crescente importanza.

3. PERCEZIONE DEL RISCHIO, PRESSIONI SOCIALI, INFORMAZIONI

3.1.1. Esposti da parte del pubblico

Le richieste di misura prodotte dai cittadini sulle sorgenti a RF risultano costantemente in numero maggiore rispetto a quelli su sorgenti ELF. Tuttavia nel corso degli anni le richieste sono in leggero decremento per quanto concerne le sorgenti RF mentre si rileva un trend di crescita per le richieste di misura su sorgenti ELF. Vale la pena di segnalare che nell'ambito delle richieste su sorgenti RF prevalgono quelle su stazioni radio base piuttosto che per la presenza di impianti radiotelevisivi. Il motivo può essere ricercato nel notevole aumento, nel corso degli ultimi anni, delle SRB - la cui concentrazione sul territorio aumenta in rapporto all'urbanizzazione. Questo genera maggiore percezione visiva e aumento della sensibilizzazione da parte della popolazione.

3.1.2 Percezione del rischio ed episodi di conflitto sociale

La percezione del rischio da parte della popolazione è indubbiamente legata alla tipologia della sorgente. Infatti la problematica legata agli impianti di telecomunicazione è sicuramente più sentita di quella legata alle linee di distribuzione, trasporto e trasformazione di energia. Solo negli ultimi anni, forse anche a seguito di una particolare attenzione e sforzo in termini di risorse umane dedicate, si è ridotto il numero di richieste per sorgenti in alta frequenza.

I casi che vengono riportati di seguito rappresentano gli esempi più significativi delle diverse situazioni che si sono verificate nel territorio della Regione Lazio, con particolare riferimento al periodo temporale esaminato.

Si riportano alcune riflessioni che emergono dall'esame dei casi esposti e dalle esperienze acquisite da Arpa nell'ambito del supporto fornito alle Amministrazioni locali per la loro gestione:

1. Sito con presenza di Stazioni Radio Base “Torre ACEA” Via della Vittoria - Loc. Ostia nel Comune di Roma

L’insieme degli impianti denominato “Torre ACEA” di Via della Vittoria in località Ostia è un sito nato nei primi tempi della diffusione dei servizi di telefonia mobile ed è stato negli anni soggetto a diverse modifiche ed ampliamenti che hanno portato ad una realizzazione molto spesso disordinata e di forte impatto visivo.
Allo stato attuale, la torre piezometrica ospitante il sito è caratterizzata dalla presenza di 4 Stazioni Radio Base (una per ogni gestore di telefonia mobile) ognuna delle quali presenta i diversi sistemi trasmissivi associati ai servizi di telefonia (GSM 900 – DCS - UMTS e DVB-H).
A causa dei diversi ampliamenti condotti negli anni sono state impiegate singole antenne per ogni sistema trasmissivo installato con il risultato di avere oltre 20 elementi radianti posizionati sulla superficie della torre piezometrica. La caratteristica imponente della struttura unitamente alla presenza di un cospicuo numero di antenne, sono la causa di una forte percezione del rischio da parte della popolazione residente nelle aree limitrofe.
Numerosi interventi di misura e numerose campagne di monitoraggio negli edifici più prossimi all’impianto, i quali hanno sempre evidenziato valori di campo elettromagnetico compresi tra 2 e 3 V/m e quindi ampiamente inferiori ai limiti stabiliti dalla normativa, non sono riusciti a fugare una preoccupazione più legata all’impatto visivo della struttura che a quello reale del rischio.
Con tutta probabilità la forte tensione sociale è collegata a diversi casi di patologie tumorali riscontrate in uno dei due edifici, paradossalmente quello con i valori di campo elettrico più contenuti. Questo fenomeno ha generato un allarmismo fortemente amplificato dai mezzi di comunicazione locali a cui la politica non ha saputo dare una risposta efficace in termini di governo del fenomeno.
Oggi, sfruttando anche le nuove tecnologie (antenne dual-band tri-band) e grazie anche alla collaborazione tra Arpa Lazio, Municipio e Gestori, il numero degli elementi radianti e’ stato fortemente ridotto; tale miglioramento ha comportato anche una rilocazione delle antenne, tesa alla minimizzazione dell’esposizione della cittadinanza residente in prossimità del sito.

2. Radio Vaticana – Via Braccianese Loc. Cesano - Roma

La radio fu inaugurata da papa Pio XI nel 1931 e occupa una vasta superficie all'interno del Comune di Roma nei pressi di Cesano chiamata Santa Maria di Galeria. Per riuscire a coprire praticamente l'intero Globo Terrestre, la radio dispone di una trentina di antenne alte più di 100 metri. Negli ultimi decenni è aumentato l'impulso di crescita dell'area metropolitana di Roma. La sempre maggior richiesta di abitazioni, ha portato alla costruzione di case a ridosso del centro radio. Questo sviluppo ha quindi portato gli abitanti di Cesano a percepire un forte rischio nei confronti dell'emissione di tale sorgente, e a seguito di segnalazione di disagi di ogni tipo, da "citofoni parlanti" a bizzarri comportamenti di numerose apparecchiature elettriche, nel 2002 è stato stabilito un protocollo internazionale che incaricava l'APAT (oggi ISPRA), l'ARPA Lazio e il Ministero delle Comunicazioni di eseguire delle misurazioni congiunte in diversi siti rappresentativi intorno gli impianti. Al di là di alcuni situazioni riscontrate nei primi anni, dalla campagna di rilevamenti effettuata nel 2004 i valori di campo elettrico e campo magnetico nei siti in questione erano contenuti entro i limiti stabiliti dalla normativa italiana. Recentemente, nel 2008, sono state effettuate delle nuove misure di controllo sempre ad opera dell'Ispra, di Arpalazio e del Ministero delle Telecomunicazioni insieme agli esperti di Radio Vaticana, che hanno confermato i precedenti risultati.

Per ulteriori informazioni e approfondimenti vedi:

(**ALLEGATO** REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1.2.pdf)

3. Scuola Leopardi - Monte Mario - Roma.

Sul finire degli anni novanta scoppia a Roma il caso della Scuola Leopardi di Monte Mario.
All'interno del Parco Regionale di Monte Mario, in viale del Parco Mellini è situato un polo scolastico, la forte vicinanza di tale struttura ad un sito ricco di impianti di telecomunicazioni spinse molti genitori degli studenti a sollevare il problema elettrosmog nell'area.

A seguito anche di una campagna di stampa che sosteneva le problematiche sottoposte dai comitati sorti, l'Arpa Lazio ha iniziato a monitorare i livelli di campo elettromagnetico presenti all'interno dell'area dedicata alla scuola. Il risultato di tali analisi ha mostrato valori di intensità non trascurabili ma inferiori ai limiti stabiliti dalla normativa. Nonostante tale conclusione il problema, sostenuto e amplificato sempre dalla stampa, ha continuato ad esercitare una forte pressione sociale

fino al 2003, anno in cui, grazie ad un'ordinanza del sindaco, che rilevava che gli impianti erano abusivi, ne decretava la demolizione.

4. Hotel Hilton – Traliccio di Rai-Way – Via Alberto Cadlolo – Roma

Sempre nei pressi della collina di Monte Mario è presente il traliccio di Rai-Way, tale sito, anche questo ricco di impianti per la telecomunicazione è posizionata all'interno del centro abitato della capitale nella sua zona più elevata. L'impatto visivo di tale impianto e' sicuramente di forte entità.

Le emissione di tale sito sono inoltre incrementate dalla presenza di altri impianti localizzati sulla sommità di un edificio molto prossimo al traliccio stesso, ovvero l'hotel "Hilton – Cavalieri". L'Arpa Lazio ha iniziato a monitorare i livelli di campo elettromagnetico a partire dal 2003. Anche in questo caso le pressioni sociali esercitate dai comitati e dai mezzi di stampa sono state molto forti. A differenza dei precedenti casi illustrati, nelle vicinanze dell'hotel Hilton sono stati rilevati superamenti dei valori di normativa, questo a portato l'agenzia a redigere numerose relazioni con corrispondenti indicazioni necessarie ad eseguire le corrispondenti riduzioni a conformità. Solo durante il 2008, attraverso una più razionale collocazione degli impianti il problema è stato risolto.

La percezione del rischio e le pressioni sociali legate a sorgenti di campo in bassa frequenza pur essendo presenti in maniera uniforme sul territorio sono meno intense e non hanno mai avuto una grossa rilevanza mediatica.

3.1.3 – Rassegna stampa

In allegato al documento vengono riportati alcuni degli articoli inerenti i casi presentati nel paragrafo 3.1.2. , di tali documenti ne riportiamo di seguito la lista:

- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_1.pdf
- **ALLARME ANTENNE Un consiglio comunale alla Leopardi**
- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_2.pdf
  LA VITTORIA DEI BAMBINI Leopardi, via le prime antenne
- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_3. pdf
  Elementare Leopardi:la "scalata" di Montino
- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_4.pdf
  Il ministro Bordon alla scuola Leopardi: "E' sconvolgente, anche per il paesaggio"

- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_5.pdf
  Il Tar: via le antenne dalla Leopardi
- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_6.pdf
  Storace:sposteremo le antenne dalla Leopardi
- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_7.pdf
  Radio Vaticana e onde nocive. Deve decidere il ministro Dini
- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_8.pdf
  Radio Vaticana, cardinale condannato
- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_9.pdf
  Elettrosmog, processo da rifare niente assoluzione a Radio Vaticana
- REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_1_3_10.doc
  Parco della Vittoria, dismissione prevista già da due settimane. Vizzani: «Vigileremo»

3.2 Esperienze informativo - comunicazionali

L'agenzia proprio per risolvere il problema legato alla formazione e alla comprensione da parte dei cittadini della tematica dell'inquinamento elettromagnetico ha messo utilizzato diversi strumenti.

3.2.1 - Pubblicazioni di ARPA - LAZIO

➢ "Rapporto sullo Stato dell'Ambiente"
(ALLEGATO REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_2_1.pdf)

Il documento è stato pubblicato dalla Regione Lazio nel 2004. Le finalità di questo documento sono di seguito riassunte:

- Sensibilizzazione pubblica
- Educazione ambientale
- Supporto alla progettazione di interventi
- Valutazione e monitoraggio delle politiche e delle misure adottate

tale documento voleva essere uno strumento agile, di pronta e facile consultazione, in grado di garantire ai cittadini laziali adeguate risposte all'esigenza di conoscere meglio i problemi dell'ambiente, nell'ottica di una politica ambientale partecipativa; nello stesso tempo è utile a tutti coloro che progettano, operano, programmano interventi e iniziative in campo ambientale.
Questo è articolato in 3 sezioni che riprendono il modello europeo DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte) che stabilisce una relazione causale fra attività umane, modifiche da esse prodotte alla quantità e qualità delle risorse naturali e politiche ambientali messe in atto in risposta a tali modifiche.

➢ "I Campi Elettromagnetici nel Lazio: Definizioni, livelli di esposizione e azioni di tutela"
(ALLEGATO REPORT_CEM_LAZIO_ALLEGATO_3_2_1.1.pdf)

Un altro prodotto molto simile al precedente ma più specifico e' il "*REPORT C.E.M. – APQ8"*, redatto all'interno dell'Accordo di Programma Quadro "Sviluppo Sostenibile e promozione della qualità ambientale" le cui finalità sono:

• rafforzare le politiche di sviluppo sostenibile del sistema regionale anche attraverso un'attività preventiva di informazione e di educazione ambientale;

• definire con maggiore razionalità la spesa ambientale e quella rivolta allo sviluppo sociale ed economico, orientando i soggetti pubblici e privati verso un'azione locale capace di un utilizzo durevole e razionale delle risorse ambientali;
• individuare strumenti e sedi per la partecipazione ed il confronto permanente con i soggetti pubblici e privati, anche al fine di concertare le scelte di tutela e sviluppo sostenibile del territorio regionale;
• operare per una rinnovata capacità qualitativa di progettualità da intendersi quale elemento chiave per un effettivo miglioramento della tutela e della valorizzazione dell'ambiente in grado di produrre ricadute in termini economici e sociali sulla popolazione locale;
• promuovere iniziative regionali ed incentivare azioni locali a rilevante impatto occupazionale, con particolare attenzione alle nuove professioni in campo ambientale e a quelle innovative;

Ci si è preoccupati di raggiungere anche un pubblico più vasto partecipando ad alcune iniziative pubbliche.

3.2.2 - Iniziative rilevanti a livello regionale e provinciale

- "Ambiente E'

Questa iniziativa ha permesso al personale tecnico dell'agenzia di interagire direttamente con i cittadini, rispondendo ai quesiti che gli stessi ponevano riguardo le problematiche legate all'inquinamento causato ai CEM e mostrava le procedure usate per il controllo del territorio e per la tutela dei cittadini.

- "Forum PA"

L'Arpa Lazio ha partecipato anche alla mostra convegno dell'innovazione territoriale nella pubblica amministrazione e nei sistemi territoriali. Anche in tale occasione i tecnici hanno incontrato i cittadini mostrando le varie procedure usate per effettuare il controllo e la prevenzione dell'inquinamento ambientale causato delle emissioni di campo elettromagnetico.

- "Osservatorio permanente dei Campi Elettromagnetici del XIII Municipio"

Un'esperienza molto interessante portata avanti proprio dall'Agenzia e dal XIII municipio del Comune di Roma è "L'Osservatorio permanente dei Campi Elettromagnetici del XIII Municipio". In accordo con la giunta del XIII municipio e' stato istituito un tavolo in cui si incontrano i rappresentanti degli enti locali e dei cittadini per affrontare la problematica dei campi elettromagnetici nel territorio di tale circoscrizione. Sono stati quindi invitati a partecipare i rappresentanti del Comune, del Municipio, dell'Arpa Lazio, della Asl di zona, i gestori degli impianti di telecomunicazione e i rappresentanti dei comitati di quartiere. Attraverso tale strumento e' stato possibile spesso intercettare e prevenire alcune specifiche problematiche che avrebbero potuto aumentare la percezione del rischio nel territorio. L'Osservatorio mostra però nel suo complesso una lentezza legata alla presenza proprio degli organismi istituzionali, nella fattispecie della circoscrizione, che spesso sono legati ai tempi della politica.

3.2.3 – Blubus – Fondazione Ugo Bordoni

In occasione degli incontri organizzati sul territorio dal Progetto Blubus (Progetto nazionale di monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico) tra il 2003 e il 2005, Arpa Lazio ha affiancato il

mezzo della Fondazione Bordoni attrezzato misurare i campi elettromagnetici e diffondere informazioni sulle normative e sullo stato dei controlli che si effettuano in Italia, con propri mezzi mobili, attrezzati per il controllo e monitoraggio dei campi elettromagnetici. In occasione di questi appuntamenti, personale di Arpa è stato presente nelle ore di permanenza del mezzo per illustrarne il funzionamento e per fornire informazioni sullo stato dei controlli e sulla presenza delle fonti di campi elettromagnetici presenti a livello locale.

3.3 Considerazioni finali sull'impatto sociale a livello regionale

Come si può facilmente rilevare degli esempi riportati, la forza della pressione sociale è direttamente proporzionale al sostegno degli organi di stampa. Infatti i tecnici dell'agenzia sono spesso intervenuti per mitigare l'azione non sempre limpida e onesta dei mezzi di informazione, tesa più ad ottenere l'effetto sensazionalistico che a fornire una vera e propria informazione. Tale azione dei mezzi di informazione non risulta mai fortemente contrastata, sia dagli enti locali, sia dal sistema di controllo tecnico; questo instillata nella popolazione, già scarsamente incline alla fiducia nei confronti dell'autorità, un sentimento di diffidenza nei confronti dei tecnici dell'agenzia. Spesso i cittadini chiedono se i tecnici informano i gestori degli impianti del loro intervento e spesso li rimproverano di essere conniventi con i proprietari degli impianti, in quanto questi finanziano le agenzie regionali attraverso il pagamento dell'emissione del parere preventivo per l'installazione degli stessi impianti.
Inoltre concorre, alla sfiducia generata dai mezzi di comunicazione, anche la scarsa conoscenza tecnica delle problematiche in campo. Vengo richiesti di frequente monitoraggi in continuo per le emissioni provocate dalle SRB, non sapendo che le variazioni relative del campo generato da un impianto di telefonia sono spesso trascurabili, ma soprattutto non sapendo che tali interventi non hanno nessun valore ai fini della dimostrazione di un superamento del limite. Spesso la cattiva percezione del rischio sfocia nel puro terrore, infatti a volte i cittadini si precludono completamente la fruizione di grandi porzioni del proprio ambiente abitativo, sigillandoli, spesso senza nessun riscontro oggettivo, ipotizzando che questi siano soggetti a valori di campo elettromagnetico elevatissimi. Non di rado capita che alcuni cittadini rimangano sorpresi, a volte anche dispiaciuti, del fatto che non siano realmente esposti a valori di campo elevati, spesso tale scontento è riconducibile più ad un possibile deprezzamento dell'immobile oggetto dell'esposizione alle emissioni, che ad un vero e proprio rischio sanitario. Emerge quindi, dalle esperienze quotidiane dei tecnici, un quadro della percezione del rischio tipicamente riassumibile nella seguente Tabella:

Agenti che intervengono a mitigare la percezione del rischio	**Agenti che intervengono a aumentare la percezione del rischio**
Informazione/divulgazione	Impianti fortemente impattanti dal punto di vista delle dimensioni e dell'aspetto strutturale
Interventi di misura	Mezzi di comunicazione
Sistema di comunicazione dell'Agenzia	Scarsa attenzione nell'uso degli strumenti urbanistici
Iniziative di divulgazione scientifica	Scarsa conoscenza tecnica del problema da parte dei cittadini
Tavoli tecnici tra enti locali e enti di controllo	Studi scientifici che non riportano risposte definitive

4. CRITICITÀ A LIVELLO NORMATIVO

4.1. Quadro normativo incompleto e incongruente (nazionale e regionale)

Il crescente sviluppo delle tecnologie elettriche ed elettroniche sul territorio per le più diversificate applicazioni quali le telecomunicazioni, la generazione ed il trasporto della energia elettrica, gli usi industriali ed elettromedicali, i mezzi di trasporto ed altro, hanno ingenerato nella popolazione e nella

pubblica opinione una consolidata preoccupazione ed una percezione del rischio elettromagnetico che trovano riscontro anche nel quadro normativo del settore.

A partire dagli anni ’90 nel momento in cui la preoccupazione dell’opinione pubblica, che sarebbe successivamente cresciuta vertiginosamente con l’avvento della telefonia mobile, era alle prime fasi la Regione Lazio, anche in mancanza di uno specifico quadro normativo nazionale si era preoccupata di regolamentare la materia.

La Legge Regionale 11 settembre 1989 n. 56 al fine di perseguire l’obiettivo della tutela della salute dalla esposizione alle onde elettromagnetiche e regolamentare gli insediamenti per l’emittenza radiotelevisiva introduce, nelle more di una definizione dei limiti di esposizione a livello nazionale, il limite di 20 V/m per le esposizioni della popolazione ai campi elettromagnetici generati alle frequenze comprese tra 3 MHz e 1500 MHz. Nella stessa Legge venivano poi regolamentate le procedure per l’autorizzazione alla installazione degli impianti nonché l’istituzione di un sistema di controlli delle emissioni

Anche per quanto le sorgenti a 50 Hz con la Legge Regionale 10 maggio 1990 n. 42, la Regione Lazio aveva regolamentato le procedure per le autorizzazioni alla costruzione e modifica delle linee ed impianti elettrici aventi tensione nominale fino a 150 KV.

Tuttavia dopo questo primo intervento legislativo e soprattutto dopo la definizione di una quadro legislativo nazionale che ha affrontato in maniera organica la problematica delle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, non si sono avute a livello regionale delle Leggi regionali che fossero adeguate al nuovo assetto normativo a livello nazionale e soprattutto alle nuove realtà.

Non esistono quindi delle disposizioni legislative regionale relative al recepimento del D.Lgs. 259 del 1 agosto 2003 sulle procedure e modalità di autorizzazione di impianti radioelettrici, per cui ad esempio anche impianti con potenze molto piccole o impianti a basso impatto come i ponti radio, devono essere valutate preventivamente dalle strutture dell’Agenzia Regionale di Protezione Ambientale e autorizzate ai sensi del citato D.Lgs 259/03.

Da un punto di vista delle sorgenti a bassa frequenza, con la delega di funzione alle provincie riguardante le autorizzazioni alla costruzione di linee elettriche fino a 150 KV, in un quadro normativo fermo alla citate Legge Regionale le criticità sono di diversa natura. Ad esempio nelle procedure per l’autorizzazione alla costruzione/modifica di un elettrodotto non è prevista una valutazione preventiva delle esposizioni per la popolazione ovvero l’Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio non interviene nel procedimento autorizzativo, ne è richiesto ai gestori/proprietari della linea elettrica di fornire una documentazione attestante la conformità delle emissioni ai limiti stabiliti dalla normativa.

4.2. Problematiche regolatorie e pianificatorie a livello locale

A tale proposito vale le pena citare la deliberazione del consiglio regionale n. 50 del 4 aprile 2001 che ha approvato il piano territoriale di coordinamento per la localizzazione degli impianti di emittenza in attuazione del piano nazionale di assegnazione delle frequenze per il sistema televisivo regionale. Il piano in questione è stato oggetto, nel corso degli anni successivi, di discussioni in

seno al consiglio provinciale e manifestazioni pubbliche contrarie all'attuazione del piano con il risultato che allo stato attuale in piano stesso non ha trovato piena attuazione e gli impianti televisivi si trovano nei loro siti storici e anche i nuovi vengono autorizzato in deroga al pianni in questione in siti diversi da quelli previsti.

4.3. Stato di attuazione delle norme (es. catasto, risanamenti)

A livello regionale non esiste una Legge che istituisca il catasto degli impianti ne a radiofrequenza ne a bassa frequenza. Tuttavia l'ARPA Lazio di sua iniziativa ha progettato e realizzato un applicativo basato sugli standard condivisi all'interno del sistema agenziale e che saranno utilizzati per il catasto nazionale delle sorgenti elettromagnetiche che attualmente in fase di popolamento. Il database è messo a disposizione di ISPRA per la costituzione del catasto nazionale delle sorgenti.

A livello delle informazioni relative agli impianti radiotelevisivi e radiofonici ci sono ancora difficoltà di reperimento delle informazioni, soprattutto per gli impianti realizzati prima degli anni 2000, le quali molto spesso sono non aggiornate e conservate esclusivamente in formato cartaceo a cura degli Ispettorati territoriali del Ministero dello Sviluppo Economico – Dipartimento Comunicazioni.

Riguardo i risanamenti è innanzitutto necessario distinguere la tipologia di sorgente da risanare. Infatti nella Regione Lazio gli enti competenti per la vigilanza ed i risanamenti sono molteplici e suddivisi per tipologia di sorgente. In special modo per le sorgenti in alta frequenza, la presenza di molteplici soggetti i.e. Comitato Regionale per le Comunicazioni, Regione, Provincia e Comune che a vario titolo hanno competenza in materia di risanamenti rende estremamente macchinoso l'intero procedimento. Ad eccezione di qualche caso di risanamento permangono situazioni di criticità. Paradossalmente sia pure in mancanza di un decreto attuativo sui risanamenti per gli elettrodotti, nei due casi di superamento dei valori limiti riscontrati nella Regione si è arrivati in tempi brevi al risanamento dei siti con conseguente riduzione delle esposizioni al di sotto degli obiettivi di qualità indicati nel DPCM 8 luglio 2003.

5. AZIONI POSITIVE

5.1. Sistemi a supporto dell'azione di prevenzione, controllo e informazione

5.1.1 - Il sito Web sui CEM di Arpa Lazio

Il sito web di Arpa è il mezzo più utilizzato dall'agenzia per rendere disponibile al pubblico le informazioni e i dati ambientali. Relativamente ai campi elettromagnetici nel 2006 è stato realizzato un sito web specifico (http://www.arpalazio.net/main/agenti/) che è oggi tra i più consultati tra quelli realizzati da Arpa.
Per ulteriori informazioni e approfondimenti vedi:
(**ALLEGATO** REPORT_CEM_ER_ALLEGATO_5_1.pdf)

5.1.2 – Applicativi relativi gestione dati campi elettromagnetici "Sistema CEM"

I Sistemi Informativi di Arpa Lazio, in collaborazione agli operatori della Sezione provinciale di Roma, hanno realizzato un applicativo sui campi elettromagnetici: "Sistema CEM" che gestiscono un database centralizzato per la gestione delle attività di misura e di espressione di pareri per l'installazione di impianti radioelettrici. La particolare modularità del sistema consente inoltre all'applicativo di espletare la funzione di catasto delle sorgenti a radiofrequenza.

Tenuto conto dello sviluppo dell'applicativo realizzato all'interno dell'Agenzia fa si che lo stesso sia costantemente aggiornato e migliorato nelle sue funzionalità.

5.2. – Campagne di monitoraggio e risultati ottenuti

La gestione della rete di monitoraggio dei campi elettromagnetici è ad oggi un'importante attività dell'Agenzia, che si affianca a quella tradizionale di ispezione e vigilanza svolta tramite rilievi puntuali e a quella di valutazione preventiva tramite modelli di simulazione.
Oltre alla ricollocazione delle centraline sul territorio, alla pianificazione delle campagne ed alla scelta dei punti di monitoraggio, Arpa effettua l'insieme di tutte le operazioni connesse al funzionamento della rete, dall'acquisizione dei dati, alla loro validazione ed archiviazione sistematica, fino alla loro diffusione al pubblico ed agli enti interessati (Province, Comuni, ecc), mediante reportistica ed altri strumenti e iniziative a carattere informativo/divulgativo.
L'attività di monitoraggio dei cem, svolta da Arpa a livello regionale, ha avuto un notevole impulso dalla realizzazione della rete di monitoraggio nazionale, finanziata dal Ministero delle Comunicazioni sulla base del D.P.C.M. 28/03/02 "Modalità di utilizzo dei proventi derivanti dalle licenze UMTS", ed il cui coordinamento è stato affidato come compito alla Fondazione Ugo Bordoni (FUB).
La rete di monitoraggio è costituita da un certo numero di stazioni di misura rilocabili, di diversi modelli, distribuite nelle cinque province, e da cinque centri di controllo locali, situati presso le sedi provinciali Arpa, che effettuano l'acquisizione, validazione e trasmissione periodica dei dati al centro di controllo regionale Arpa, situato presso la direzione tecnica nella direzione regionale Arpa di Rieti.
I punti di monitoraggio vengono di norma definiti in accordo con le Amministrazioni comunali o provinciali, sulla base di eventuali richieste di privati pervenute (esposti) o su attività programmata, con particolare attenzione per i siti ritenuti più critici (per numero e tipologia di impianti presenti) e/o più delicati (per la presenza di recettori sensibili, quali asili, scuole, ospedali, ecc). Le stazioni di misura vengono collocate in strutture pubbliche o private (scuole, asili, ospedali, case di cura, case di riposo) o in edifici privati abitativi e di lavoro da personale Arpa, in modo tale da garantire la sicurezza sia della strumentazione sia delle persone che normalmente accedono ai locali interessati.
Le campagne di monitoraggio hanno una durata variabile, a seconda delle esigenze contingenti, in genere da un minimo di una settimana fino a qualche mese, in base alla criticità dei valori rilevati e alla variabilità nell'emissione delle sorgenti.
Ciascuna campagna di misura è stata corredata da una descrizione sintetica dei sito monitorato (oltre che da un report con il grafico temporale e l'analisi statistica delle misure registrate), contenente:

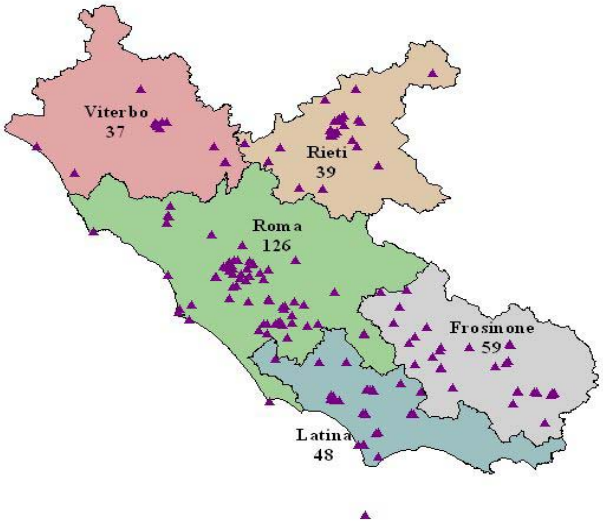
- coordinate geografiche
- indirizzo
- descrizione del sito
- posizione e tipo di impianto sorgente di c.e.m.
- tipologia di sito
- data e ora di installazione e disinstallazione

L'insieme di queste informazioni è stato archiviato a livello centrale dal Centro di Coordinamento Regionale, il quale, oltre alla trasmissione dei dati alla Fondazione "Ugo Bordoni" per la diffusione al pubblico, ne ha curato l'elaborazione su scala regionale per i fini interni ed esterni all'Agenzia, mediante creazione di un apposito database e di una mappatura su cartografia in formato digitale.
Di seguito si riporta un diagramma di flusso che rappresenta l'iter delle operazioni normalmente messe in atto nella procedura di definizione di una campagna di monitoraggio.

Attività svolta

L'attività di monitoraggio in continuo nel territorio regionale, nel corso del triennio 2002-2005, ha consentito ad ARPA Lazio di svolgere complessivamente oltre 350 campagne di misura. Nel seguito, tuttavia, si presentano i dati relativi a 309 siti per i quali si detengono ad oggi dati validati, per un totale di quasi 5.000 giorni di monitoraggio.

Come evidente dalla Figura sottostante, dove si riportano i siti monitorati ed il numero totale per provincia, una gran parte dell'attività ha riguardato la provincia di Roma (oltre il 40%), anche perché la struttura territoriale dell'Agenzia è stata dotata di risorse umane e strumentali in numero consistente e sin dal principio dell'attività. A seguire, il numero totale di siti sottoposti a misura vede in ordine le province di Frosinone (19%) e Latina (16%), infine Rieti (13%) e Viterbo (12%).



Carta regionale dei siti monitorati in continuo nel periodo 2002-2005.

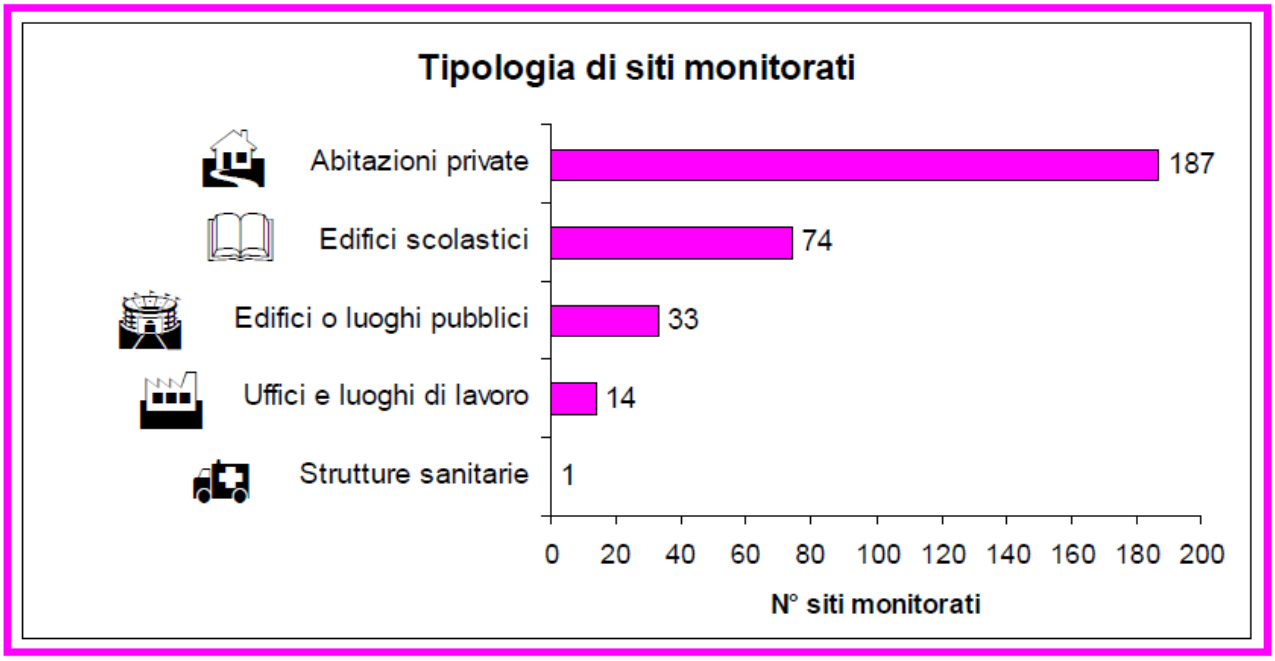
Per un quadro complessivo dell'attività di monitoraggio svolta nel quadriennio sul territorio regionale, si rimanda alla Tabella sottostante, dove si riporta il dato annuo per provincia del numero di siti monitorati e dei giorni di misura effettuati con le centraline.

Provincia	Attività svolte	2002	2003	2004	2005	Totale
FROSINONE	Giorni di misura		166	132	717	1.016
	N° siti monitorati		13	11	35	59
LATINA	Giorni di misura		121	49	530	700
	N° siti monitorati		10	4	34	48
RIETI	Giorni di misura		7	17	571	595
	N° siti monitorati		2	3	34	39
ROMA	Giorni di misura	299	330	235	1.226	2.090
	N° siti monitorati	24	35	22	45	126
VITERBO	Giorni di misura		287	35	110	432
	N° siti monitorati		25	4	8	37
Totale Giorni di misura		299	911	468	3.154	4.832
Totale N° siti monitorati		24	85	44	156	309

Siti soggetti a monitoraggio

L'attività di monitoraggio, come anticipato, è stata destinata in modo prioritario a situazioni ambientali potenzialmente "critiche", ovvero caratterizzate da una concentrazione locale di impianti e di aree residenziali o di recettori "sensibili" potenzialmente interessati (p.e. scuole, ospedali, uffici, etc.), con particolare urgenza per i casi di evidente preoccupazione dei cittadini testimoniata dalla presenza di esposti e di comitati specifici.

Per questo motivo, la tipologia di sito maggiormente sottoposta a monitoraggi è stata l'abitazione privata (60%), segnalando una attenta risposta dell'Agenzia alla domanda di informazioni e garanzie da parte del cittadino nella sua individualità, seguita dall'edificio scolastico (24%, specie nella fase di sperimentazione) e dai luoghi ed edifici pubblici (11%, p.e. piazze, impianti sportivi, mercati rionali, biblioteche, giardini, alberghi, aree monumentali), ed infine dagli uffici e luoghi di lavoro (4,5%).

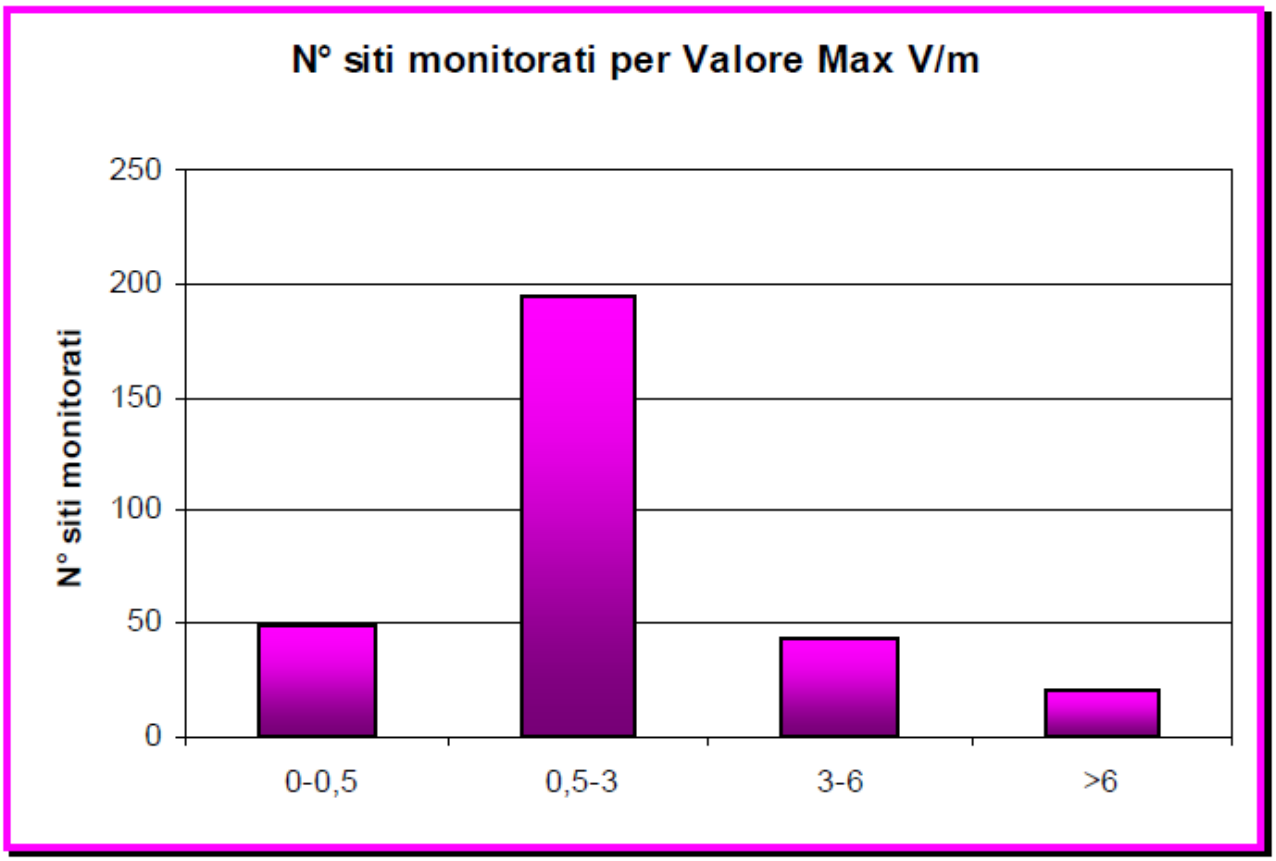


Tipologia di siti monitorati nel Lazio, periodo 2002-2005.

I valori di campo rilevati

Si presentano di seguito i risultati dell'attività di monitoraggio in continuo dei livelli di c.e.m. nella regione Lazio, ricordando che le misure così effettuate non sono valide ai fini della verifica di conformità degli impianti rispetto alla legge. Tuttavia essi costituiscono una informazione rilevante ai fini conoscitivi del fenomeno e sufficiente per poter approntare l'azione di controllo istituzionale dell'Agenzia. Inoltre, si precisa che l'indicatore scelto per rappresentare in sintesi il livello di campo elettromagnetico misurato nel corso di una campagna di monitoraggio del singolo sito, è il massimo tra i valori efficaci e validi di V/m registrati nei diversi giorni.

Nel complesso, il monitoraggio della regione Lazio ha ottenuto risultati rassicuranti visto che il 93% dei siti ha presentato misure inferiori al limite previsto dalla legge per i ripetitori di telefonia mobile (pari a 6 V/m), con l'79% dei casi al di sotto del valore di 3 V/m.



siti monitorati nel Lazio con Valori Max V/m, periodo 2002-2005

5.3. Esperienze a livello regionale di azioni di risanamento importanti

Palestrina (RM) - Località "Scacciati", via San Pietro snc

Nel sito è presente una emittente radiofonica FM con gli elementi radianti orientati verso la città di Roma. Misure effettuate nel maggio 2007 hanno riscontrato il superamento del valore di attenzione (6 V/m) all'interno della abitazione adiacente il sito. A seguito della segnalazione di superamento da parte dell'ARPA, è stato adottato un provvedimento di riduzione a conformità delle emissioni da parte della Regione Lazio. Tuttavia all'interno del processo si è inserito il Comune di Palestrina che ha emesso una ordinanza di smantellamento del traliccio per abuso edilizio. La proprietà dell'impianto ha eseguito quanto ordinato nell'ordinanza sindacale e in dicembre 2007 l'ARPA ha potuto rilevare lo smantellamento dell'impianto per la diffusione radiofonica FM.

Maggio 2007

Dicembre 2007

Roma – Hotel Cavalieri Hilton, via Alberto Cadlolo 101

Sulla sommità dell'edificio sono presenti 4 impianti per la diffusione televisiva e 1 impianto per la diffusione radiofonica FM. Misure effettuate nel maggio 2005 hanno riscontrato il superamento del valore di attenzione (6 V/m) nell'area adibita a ristorante immediatamente sottostante gli impianti. A seguito della segnalazione di superamento da parte dell'ARPA, è stato adottato un provvedimento di riduzione a conformità delle emissioni da parte della Regione Lazio. Successivamente ad una serie di ricorsi al T.A.R. per l'annullamento del provvedimento di riduzione a conformità, nell'anno 2008 è stato approvato con delibera regionale, previa valutazione da parte dell'ARPA, il piano di risanamento del sito attraverso lo spostamento degli impianti presso il vicino traliccio di RAI_WAY. Misure strumentali effettuate congiuntamente al controllo delle condizioni di esercizio degli impianti effettuato dall'Ispettorato del Ministero dello Sviluppo Economico – Dipartimento Comunicazioni hanno successivamente accertato la validità delle simulazioni teoriche effettuate e la conformità dei valori presenti nel punto dove era stato rilevato il superamento.

Impianti sull'Hotel Hilton

Traliccio RAI_WAY

Ortofoto dell'area di interesse con l'indicazione degli impianti e il punto di misura

Monte Compatri (RM) - via Arco di Raffaello

Nel sito è presente una emittente radiofonica FM con gli elementi radianti orientati verso la città di Roma. Misure effettuate nel mese di agosto 2007 hanno rilevato il superamento dei limiti di esposizione (20 V/m) e del valore di attenzione (6 V/m) all'interno della abitazione immediatamente adiacente l'impianto radiofonico. A seguito della segnalazione di superamento da parte dell'ARPA, è stato adottato un provvedimento di riduzione a conformità delle emissioni da parte della Regione Lazio.

dettaglio traliccio

Nel mese di maggio 2008, a seguito di una richiesta di verifica della Regione Lazio, l'Arpa ha rilevato una sensibile riduzione del valore delle emissioni. Tuttavia, gli stessi sono ancora al di sopra dei valori di attenzione di 6 V/m.

Rocca Priora (RM) – Piazza Zanardelli

Nel sito sono presenti 4 emittenti radiofoniche FM con gli elementi radianti orientati verso la città di Roma. Misure effettuate nel mese di agosto 2007 hanno rilevato il superamento dei limiti di esposizione (20 V/m) e del valore di attenzione (6 V/m) all'interno della abitazione immediatamente adiacente l'impianto radiofonico. A seguito della segnalazione di superamento da parte dell'ARPA, è stato adottato un provvedimento di riduzione a conformità delle emissioni da parte della Regione Lazio

5.4. Accordi con i Gestori

Nella regione non sono mai stati attivati accordi con i gestori, fatta eccezione per un protocollo di intesa nel 2001, i cui contenuti, in mancanza di una specifica legge nazionale o regionale, riguardavano la documentazione necessaria per il rilascio de parere preventivo per l'installazione di impianti radioelettrici. Nello stesso periodo, anche se non riconducibili alla categoria di "Accordi con i gestori", sono state realizzate intese con l'Ispettorato territoriale Lazio del Ministero dello Sviluppo Economico – Dipartimento Comunicazioni che hanno rappresentato un utile strumento per i rapporti con i titolari delle emittenti radio-televisive.
Inoltre sia pur in mancanza di un accordo specifico i gestori di reti elettriche (TERNA, ENEL ACEA) si sono dimostrati sempre dimostrati disponibili a fornire le specifiche informazioni che venivano richieste da Arpa.

Regione Lazio
Assessorato Salvaguardia
e Cura della Salute

Osservatorio
Epidemiologico

Rossi

INDAGINE EPIDEMIOLOGICA TRA I RESIDENTI IN PROSSIMITA' DELLA STAZIONE RADIO VATICANA DI ROMA.

00198 Roma - via di S. Costanza, 53 - telefono (39) 6 - 51686493 / 51681 - fax (39) 6 - 51686463

Tab.1-Numero di decessi osservati (OSS) e attesi (ATT), SMR e I.C. 95% nei tre comuni entro il raggio di 10 Km dalla stazione di Radio Vaticana, aa 1987-1995.

a) Maschi

	Roma				Anguillara				Formello				Totale			
	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%
Mortalità totale (ICD-IX: 0-9999)	810	906,9	89	83 - 96	277	282,8	98	87 - 111	189	229,8	82	71 - 95	1276	1419,5	90	85 - 95
Tutti i tumori (ICD-IX: 1400-2399)	264	296,2	89	79 - 101	104	92,4	114	93 - 138	65	73,6	88	68 - 113	433	462,2	94	85 - 103
Tumori del sistema linfaticoematopoietico (ICD-IX: 2000-2089)	22	21,7	101	67 - 158	7	6,7	104	51 - 231	5	5,3	94	31 - 215	34	33,7	101	70 - 141
Non Hodgkin (ICD-IX: 2000-2009)	10	6,9	145	69 - 263	2	2	100	11 - 338	2	1,6	127	14 - 430	14	10,5	133	73 - 224
Hodgkin (ICD-IX: 2010-2019)	0	1,3	0	-	0	0,5	0	-	0	0,4	0	-	0	2,2	0	-
Mieloma (ICD-IX: 2030-2039)	1	3,4	30	1 - 146	3	1	297	60 - 830	1	0,8	124	5 - 613	5	5,2	96	31 - 224
Leucemia (ICD-IX: 2040-2089)	11	10,1	110	62 - 206	2	3,2	62	19 - 259	2	2,6	78	9 - 264	15	15,9	94	53 - 156

b) Femmine

	Roma				Anguillara				Formello				Totale			
	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%
Mortalità totale (ICD-IX: 0-9999)	674	713,3	94	87 - 102	226	227,7	99	87 - 113	166	159,5	105	89 - 122	1066	1100,5	97	91 - 103
Tutti i tumori (ICD-IX: 1400-2399)	183	204,1	90	77 - 104	60	62,5	96	73 - 123	54	43,8	126	95 - 163	297	310,4	96	85 - 107
Tumori del sistema linfaticoematopoietico (ICD-IX: 2000-2089)	18	16,9	106	63 - 167	7	5,1	136	55 - 276	2	3,6	56	17 - 233	27	25,6	105	70 - 153
Non Hodgkin (ICD-IX. 2000-2009)	6	5,5	108	40 - 231	1	1,6	64	3 - 316	1	1,1	91	4 - 452	8	8,2	98	42 - 192
Hodgkin (ICD-IX: 2010-2019)	2	1	207	24 - 700	0	0,3	0	-	0	0,2	0	-	2	1,5	133	16 - 482
Mieloma (ICD-IX: 2030-2039)	2	3,2	63	7 - 212	1	0,9	112	4 - 555	0	0,6	0	-	3	4,7	64	13 - 187
Leucemia (ICD-IX: 2040-2089)	8	7,2	110	48 - 215	5	2,3	213	69 - 485	1	1,6	62	14 - 411	14	11,1	126	69 - 212

Tab.1-Numero di decessi osservati (OSS) e attesi (ATT), SMR e I.C. 95% nei tre comuni entro il raggio di 10 Km dalla stazione di Radio Vaticana, aa 1987-1995.

c) Totale

	Roma				Anguillara				Formello				Totale			
	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%
Mortalità totale (ICD-IX: 0-9999)	1484	1620	92	87 - 96	503	510,5	99	90,1 - 108	355	389,3	91	82 - 101	2342	2520	93	89 - 97
Tutti i tumori (ICD-IX: 1400-2399)	447	500,3	89	81 - 98	164	154,9	106	90,3 - 123	119	108,8	109	91 - 131	730	764	96	89 - 103
Tumori del sistema linfaticoematopoietico (ICD-IX: 2000-2089)	40	38,6	104	74 - 141	14	11,8	119	64,9 - 199	7	8,9	79	32 - 162	61	59,3	103	79 - 132
Non Hodgkin (ICD-IX: 2000-2009)	16	12,4	129	74 - 210	3	3,6	83	17,2 - 244	3	2,7	111	23 - 325	22	18,7	118	74 - 178
Hodgkin (ICD-IX: 2010-2019)	2	2,3	87	11 - 314	0	0,8	0	-	0	0,6	0	-	2	3,7	54	7 - 195
Mieloma (ICD-IX: 2030-2039)	3	6,6	45	9 - 133	4	1,9	211	57,4 - 539	1	1,4	71	2 - 398	8	9,9	81	35 - 159
Leucemia (ICD-IX: 2040-2089)	19	17,3	110	66 - 172	7	5,5	127	51,2 - 262	3	4,2	71	15 - 209	29	27	107	72 - 154

ANALISI GEOGRAFICA DEL RISCHIO DI MORTALITA' IN FUNZIONE DELLA DISTANZA DALLA STAZIONE DI RADIO VATICANA.

Materiali e Metodi

Dal Sistema Informativo Geografico della Mortalità della regione Lazio (Geo.S.I.M.), sono stati selezionati tutti i casi di mortalità per leucemia negli anni 1987-1995. Ciascun caso è stato localizzato sulla base della sezione di censimento relativa alla residenza al decesso; per ciascun soggetto è stata quindi calcolata la distanza della residenza dalla stazione di radio Vaticana.

In questa analisi di tipo geografico, è stata presa in esame la residenza di ciascun soggetto ed è stato analizzato l'andamento del rischio di malattia in funzione della distanza tra residenza e fonte di emissione, utilizzando un test specifico per il trend (test di Stone condizionato. Stone RA, 1988; Elliott P, 1992). Con questo test viene ipotizzata una diminuzione del rischio di mortalità all'aumentare della distanza da una data fonte di emissione e questa ipotesi viene testata contro l'ipotesi di un rischio distribuito uniformemente. Per l'esecuzione del test sono stati definiti, a partire dalla posizione centrale della stazione radio, 11 cerchi concentrici di raggio crescente (da 3 km a 10 km). Al di sotto di 3 km la popolazione dell'area risulta infatti troppo piccola per potere stimare un effetto. Per ciascuna corona circolare sono stati calcolati il numero di casi osservati, il numero di casi attesi e gli SMR. Il test assume come ipotesi nulla un SMR costante in ciascuna corona ed uguale all'SMR dell'intera area in esame. Sono stati calcolati inoltre i valori degli SMR aggiustati per il livello socioeconomico della sezione di censimento, ovvero un indicatore che tiene conto delle possibili distorsioni nel paragonare aree con strutture sociali diverse (Michelozzi et al.,1998).

Risultati

Nella tabella 2 vengono presentati a scopo descrittivo gli SMR in tre aree concentriche (3 km, 5 km e 10 km). Nell'ultima colonna è riportato il risultato del test di Stone. Nel totale e nelle femmine non si osservano eccessi significativi; mentre nei maschi la mortalità per leucemia nell'area entro i 3 km risulta significativamente maggiore dell'atteso (4 casi osservati, SMR = 445 I.C. 95% 121-1139). Il test per l'andamento del rischio in funzione della distanza (test di Stone) ha evidenziato un significativo decremento del rischio all'aumentare della distanza per i maschi (p=0.002), ma non per le femmine

(p=0.868). L'aggiustamento per livello socioeconomico della sezione di censimento di residenza non comporta modifiche dei parametri stimati ed i risultati dei test statistici di significatività sono invariati.

Tab.2 - MORTALITA' PER LEUCEMIA. 1987-1995: andamento del rischio in funzione della distanza dalla stazione di Radio Vaticana.

Numero di decessi osservati (OSS), SMR, I.C. 95% e significatività per il test di Stones.

	0 – 3 km				3 – 5 km				5 – 10 km				0 – 10 km				Test di Stones
	OSS	SMR	SMR*	I.C.* 95%	OSS	SMR	SMR*	I.C.* 95%	OSS	SMR	SMR*	I.C.* 95%	OSS	SMR	SMR*	I.C.* 95%	p*
Maschi	4	456	445	121 - 1139	5	113	111	36 – 259	6	54	51	19 – 111	15	91	87	49 –143	0,002
Femmine	0	0	0	-	3	103	102	21 – 298	11	133	133	66 – 238	14	119	119	65 – 200	0,868
Totale	4	276	272	74 - 696	8	112	108	47– 213	17	91	85	50 – 136	29	106	101	68 – 145	0,117

* SMR corretto per l'indicatore del livello socio economico della sezione di censimento.

STUDIO CASO CONTROLLO

Poiché l'analisi geografica ha evidenziato un aumento di rischio di mortalità per leucemia nei maschi residenti entro 3 Km dalla stazione radio, con un significativo decremento del rischio in funzione della distanza, è stato effettuata una successiva analisi utilizzando un disegno di studio di tipo caso-controllo. Rispetto all'analisi precedente, tale studio utilizza le coordinate geografiche della residenza di ciascun soggetto per la misura della distanza e quindi per la stima dell'esposizione. Inoltre, viene presa in considerazione la storia abitativa e la durata della residenza nell'area. Dal momento che la distanza è stata misurata, si ritiene che tale analisi sia più affidabile di quella basata sulla sezione di censimento di residenza utilizzata nella precedente analisi geografica.

Materiali e Metodi

I casi sono rappresentati dai decessi per leucemia (ICD-IX: 2040-2089) nel periodo dal 01.01.1987 al 31.12.1995, di età superiore ai 15 anni, residenti nei comuni di Anguillara, Formello e Roma (entro 10 km dalla stazione). Sono stati selezionati un totale di 31 casi. Per ogni caso, dal registro ReNCaM, sono stati selezionati 5 controlli appaiati per sesso, età (+/- 3 anni) e anno di morte. Due casi e sei controlli sono stati eliminati perché da verifiche successive non sono risultati residenti nell'area in studio. Il numero definitivo di soggetti indagati è quindi di 29 casi e 149 controlli. Per tutti i soggetti è stata recuperata la scheda di morte.

Come indicatore di esposizione al campo elettromagnetico è stata utilizzata la distanza dell'ultima residenza dalla stazione radio: questa scelta comporta, come già accennato, delle approssimazioni; infatti l'estensione dell'area della stazione di Radio Vaticana in cui sono localizzati numerosi trasmettitori radio-televisivi implica che per alcune abitazioni la distanza calcolata possa risultare maggiore o minore della distanza reale dalle singole antenne. Nella fig. 1 è riportata la mappa della distribuzione di casi e controlli e le aree concentriche di raggio crescente considerate nell'analisi.

Per valutare la durata dell'esposizione è stata ricostruita dall'archivio anagrafico la storia abitativa di ogni soggetto dal 1960 in poi; per ognuno è stata quindi calcolata la durata della residenza nell'area.

Non è stato possibile tenere conto dell'effetto di confondimento legato alla storia lavorativa; diverse esposizioni di natura professionale, infatti, sono state associate ad un

aumento del rischio di leucemia negli adulti. In prossimità dell'area in studio è presente il centro di ricerche dell'E.N.E.A. che svolge attività di ricerca anche nel campo della fisica nucleare; poiché tale impianto può rappresentare una potenziale fonte di rischio occupazionale, è stato verificato se i soggetti in studio abbiano mai lavorato presso tale struttura. La direzione dell'ENEA ha verificato nei propri registri dei dipendenti che nessuno dei casi in studio fosse mai stato impiegato presso il Centro.

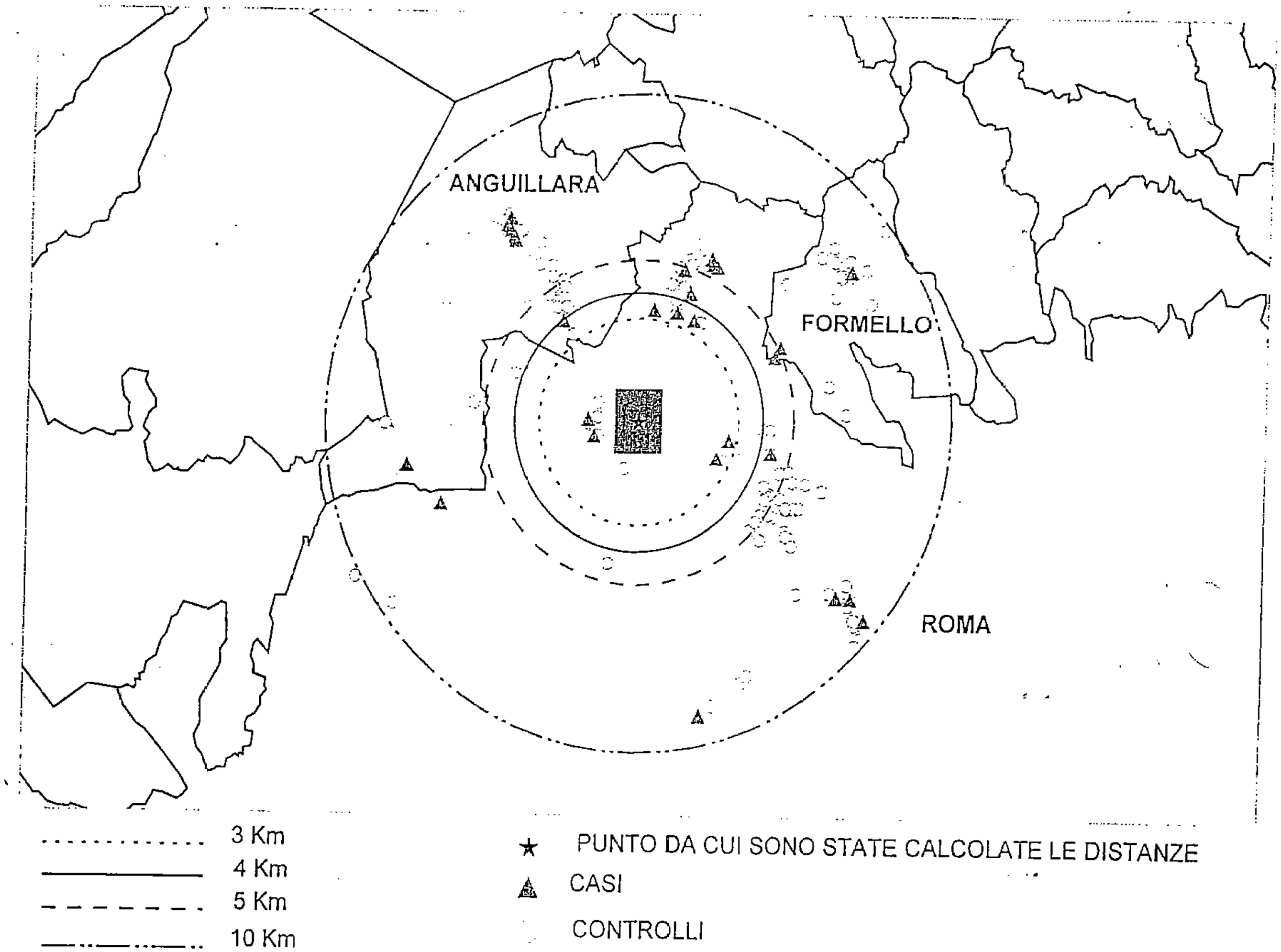
Risultati

Nella tabella 3 sono riportate le caratteristiche dei casi e dei controlli in studio. Dei 29 casi di leucemia osservati, 15 si sono verificati tra gli uomini e 14 tra le donne. Il 66% dei casi e il 64% dei controlli risultavano residenti nel comune di Roma. Il 28% dei casi e il 13% dei controlli sono risultati residenti in un'area entro 4 km dalla stazione radio. Come durata di esposizione è stata considerate la durata della residenza complessiva nell'area: per il 59% dei casi e per il 63% dei controlli tale durata è risultata superiore a 10 anni.

Il rischio di mortalità per leucemia in funzione della distanza dall'antenna è stato stimato mediante un'analisi di regressione logistica. Nel modello è stato stimato l'effetto della distanza utilizzando due classi per tagli a distanze crescenti (fino a 3 km, fino a 4 km, fino a 5km). Per ogni stima, l'Odds Ratio (OR) rappresenta il rischio relativo di mortalità per leucemia nell'area più vicina (popolazione esposta) rispetto all'area esterna di riferimento (OR=1.00).

Nella tabella 4 sono riportati i risultati per il totale dei soggetti in studio e separatamente per i maschi e per le femmine. Nei maschi si osserva un significativo eccesso di mortalità nell'area fino a 4 km dalla stazione radio; OR stimato risulta pari a 6.7 (I.C. 95% 1.46-30.87) tra 0-3 km e pari a 4.5 (I.C. 95% 1.32-15.62) tra 0-4 km. Tra le donne non si osservano casi entro 3 km, mentre entro 4 km l'OR stimato è pari a 1.4 (I.C. 95% 0.24-8.25). Nel totale dei soggetti l'OR stimato entro 4 km è pari a 2.5 (I.C. 95% 0.96-6.29). Quando si considera anche la durata della residenza nell'area per più di 5 anni e più di 10 anni (tabella 5), non si osservano variazioni dell'effetto stimato, evidenziando che non è presente un aumento di rischio in funzione della durata dell'esposizione.

Fig. 1 - Mortalità per Leucemia - aa 1987-1995
Localizzazione dei casi e dei controlli nell'area entro 10 Km dalla stazione di Radio Vaticana.



Tab. 3 -Studio caso-controllo.
Caratteristiche dei casi e dei controlli

		casi	(%)	controlli	(%)
sesso	maschi	15	52	78	52
	femmine	14	48	71	48
comune di residenza	Roma	19	66	96	64
	Anguillara	7	24	37	25
	Formello	3	10	16	11
distanza dall'antenna	<=4 Km	8	28	20	13
	>4 Km	21	72	129	87
durata della residenza nell'area	<=10 aa	12	41	54	36
	>10 aa	17	59	94	63
	m.i.	0	0	1	1

Tab. 4 - Studio caso-controllo - Risultati del modello logistico: Stima del rischio in funzione della distanza dalla stazione di Radio Vaticana.

	distanza	*casi*	*controlli*	OR	I.C. 95%
Maschi	*fino a 3 Km*	*4*	*4*	**6,7**	**1,46-30,87**
	oltre 3 Km	*11*	*74*	1,0	
	fino a 4 Km	*6*	*10*	**4,5**	**1,32-15,62**
	oltre 4 Km	*9*	*67*	1,0	
	fino a 5 Km	*9*	*29*	**2,5**	**0,82-7,85**
	oltre 5 Km	*6*	*49*	1,0	
Femmine	*fino a 3 Km*	*0*	*4*	0,0	
	oltre 3 Km	*14*	*67*	1,0	
	fino a 4 Km	*2*	*9*	**1,4**	**0,24-8,25**
	oltre 4 Km	*12*	*62*	1,0	
	fino a 5 Km	*4*	*21*	**1,0**	**0,27-3,38**
	oltre 5 Km	*10*	*50*	1,0	
Totale	*fino a 3 Km*	*4*	*8*	**2,8**	**0,79-10,08**
	oltre 3 Km	*25*	*141*	**1,0**	
	fino a 4 Km	*8*	*20*	**2,5**	**0,96-6,29**
	oltre 4 Km	*21*	*129*	1,0	
	fino a 5 Km	*13*	*50*	**1,6**	**0,72-3,60**
	oltre 5 Km	*16*	*99*	1,0	

Tab. 5 - Studio caso-controllo - Risultati del modello logistico: Stima del rischio in funzione della distanza dalla stazione di Radio Vaticana nella popolazione totale, per durata di residenza nell'area (> 5 anni, > 10 anni).

Durata della residenza			*> 5 anni*	
distanza	*casi*	*controlli*	OR	I.C. 95%
fino a 4 Km	*8*	*16*	**2,9**	**1,08-7,81**
oltre 4 Km	*18*	*105*	1,0	

Durata della residenza			*>10 anni*	
distanza	*casi*	*controlli*	OR	I.C. 95%
fino a 4 Km	*6*	*15*	**2,9**	**0,92-8,96**
oltre 4 Km	*11*	*79*	1,0	

Durata della residenza			*Totale*	
distanza	*casi*	*controlli*	OR	I.C. 95%
fino a 4 Km	*8*	*19*	**2,5**	**0,96-6,29**
oltre 4 Km	*21*	*129*	1,0	

INDAGINE EPIDEMIOLOGICA TRA I RESIDENTI IN PROSSIMITA' DELLA STAZIONE RADIO VATICANA DI ROMA.

Introduzione

Rassegna degli studi epidemiologici

Obiettivi dello studio

Area e popolazione in studio

Analisi della mortalità entro 10 km dalla stazione di Radio Vaticana, aa1987-1995.

Analisi geografica del rischio di mortalità in funzione della distanza dalla stazione di Radio Vaticana

Materiali e metodi

Risultati

Studio caso – controllo

Materiali e metodi

Risultati

Discussione

Conclusioni

Bibliografia

DISCUSSIONE

L'insieme delle indagini presentate ha evidenziato una mortalità per tutte le cause e per le cause tumorali indagate non diversa dall'atteso nell'area entro 10 km dalla stazione di Radio Vaticana. E' stato riscontrato un eccesso di mortalità per leucemia nella popolazione adulta residente fino a 4 km dagli impianti; tale eccesso è stato evidenziato sia nell'analisi geografica che nello studio caso-controllo. L'eccesso osservato deve essere interpretato con estrema cautela prima di poter stabilire chiaramente nessi di causalità. In primo luogo, si basa su un numero piccolo di casi (8 in nove anni di osservazione). In secondo luogo, dall'analisi risulta evidente che tale eccesso è attribuibile ad un aumentata mortalità solo tra gli uomini; tra le donne infatti non si osserva alcun aumento di rischio. Poichè risulta difficile ipotizzare che un'esposizione di tipo residenziale abbia un effetto solo su una parte della popolazione, è possibile che siano presenti altri fattori di rischio di cui non è stato possibile tenere conto nello studio. Tra questi sono da considerare possibili esposizioni legate all'ambiente di lavoro che costituiscono un fattore di rischio prevalentemente maschile.

Debbono essere fatte alcune considerazione sulle misure di esposizione utilizzate in questa analisi. Poichè non sono disponibili misure dirette di esposizione a campi elettrici o magnetici, sono stati utilizzati nell'indagine indicatori di esposizione basati sulla distanza residenziale dalla fonte di emissione. Inoltre, per definire la popolazione esposta è stata scelta arbitrariamente un'area entro 4 Km dalla stazione radio, poiché non sono presenti misure ambientali che diano informazioni sui livelli di esposizione presenti a diverse distanze dall'emittente e sulla distanza massima alla quale la popolazione residente debba ritenersi esposta a valori di campo elettrico e magnetico rilevanti per la salute. Infine, poiché il campo elettromagnetico generato dalle antenne non ha necessariamente una distribuzione radiale, ma può essere di tipo direzionale con direzione ed intensità di emissione variabile nell'arco della giornata, non si può concludere che il valore del campo elettomagnetico in un punto più vicino alle antenne sia sempre più alto di quello in un punto geograficamente più distante. In assenza di dati disponibili il nostro studio ha assunto invece una distribuzione radiale ed una diminuzione del rischio all'aumentare della distanza dalla fonte di emissione.

Tutti gli elementi considerati concorrono nel sottolineare la necessità di una valutazione accurata dei livelli di esposizione della popolazione residente. Anche se fosse disponibile una documentata evidenza dei livelli di esposizione presenti, si ritiene tuttavia difficile che un'indagine a livello locale possa essere in grado di risolvere problematiche relative al nesso di causalità tra esposizione a radiofrequenze e comparsa di leucemia. E' chiaro che su questo tema deve essere avviato un programma di valutazione generale, che indaghi diversi siti con impianti di adeguata potenza e con informazioni dettagliate sui livelli di esposizione presenti, analizzando la frequenza di eventi acuti tumorali nella popolazione residente. Si ritiene quindi che tale progetto debba avere un ambito nazionale, come è stato del resto dimostrato dall'esperienza anglosassone (Dolk et al 1997_a; Dolk et al 1997_b).

CONCLUSIONI

- Nell'area in studio, entro 10 Km dalla stazione di radio Vaticana, che include parte del comune di Roma e l'intero territorio comunale di Anguillara e Formello, la mortalità totale, per tutti i tumori, e per tumori del tessuto linfoematopoietico risulta pari all'atteso e non si evidenziano aumenti di rischio in entrambi i sessi.

- Utilizzando una misura indiretta di esposizione basata sulla distanza della residenza dalla stazione di radio Vaticana, e classificando la popolazione in residenti entro 4 km e ad oltre 4 Km di distanza, è stato osservato nel primo gruppo un aumento di mortalità per leucemie (OR=2.5, I.C.95%, 0.96-6.29) tra la popolazione adulta (> 15 anni).

- L'aumento di mortalità per leucemie è stato riscontrato solo tra la popolazione maschile (OR=4.5, I.C.95%,1.32-15.6); mentre tra le donne non si osservano eccessi di rischio (OR=1.4, I.C.95%,0.24-8.25).

- Nello studio non è stato possibile tenere conto di altri possibili fattori di rischio per la patologia in studio, quali in primo luogo, esposizioni di tipo lavorativo, che potrebbero spiegare l'eccesso osservato tra gli uomini.

- L'assenza di dati ambientali sui livelli di campo elettrico e magnetico presenti nell'area e sul loro andamento in funzione della distanza dalle fonti di emissione, rappresenta uno dei maggiori limiti dello studio e non consente di stabilire fino a che distanza dalle fonti di emissione siano presenti livelli di esposizione a campi elettrici e magnetici rilevanti per la salute.

- I risultati dello studio, nel loro complesso, appaiono di difficile interpretazione, poiché l'effetto non si riscontra in tutte le fasce di popolazione esaminate. Tali risultati, assieme alle evidenze prodotte fino ad oggi da studi analoghi, non forniscono evidenze conclusive su una possibile associazione causale tra esposizione a radiofrequenze e aumento del rischio di incidenza di leucemie nella popolazione residente.

Goldsmith JR. TV broadcast towers and cancer: the end of innocence for radiofrequency exposures. *Am J Ind Med* 1997; 32: 689-692.

Hocking B, Gordon IR, Grain HL, Hatfield GE. Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. *MJA* 1996; 165; 601-605.

Maskarinec G, Cooper J, Swygert L. Investigation of increased incidence in childhood leukemia near radio towers in Hawaii: preliminary observations. *J Environ Pathol. Toxicol and Oncol* 1994; 13: 33-37.

Michelozzi P, Fusco D, Forastiere F, Ancona C, Dell'Orco V, Perucci CA. Small area study of mortality among people living near multiple sources of air pollution. *Occ Environ Medicine 1998; 55: 611-615.*

Stone RA. Investigation of excess of environmental risks around putative sources: statistical problems and a proposed test. *Stat Med*, 1988; 7:649-660.

Swerdlow AJ. Epidemiology of chronic diseases in relation to radiofrequency radiation exposure: issues in intrerpretation of the current literature and future directions for research. In: Bernhardt JH, Matthes R, Repacholi MH (Eds). *Non-thermal effects of RF electromagnetic fields*. Munich, Germany: ICNIRP 3/97, 1997, p. 191-198.

World Health Organization (WHO). Electromagnetic field fields (300 Hz to 300 GHz). Environmental Health Criteria 137. Geneva: WHO, 1993.

INTRODUZIONE

Il crescente sviluppo del settore delle telecomunicazioni comporta un aumento dell'esposizione della popolazione generale alle radiofrequenze generate da ripetitori radiotelevisivi e antenne radio-base per la telefonia cellulare; su questo tema si registra nell'opinione pubblica un elevato allarme relativamente ai possibili rischi per la salute. Per rispondere a diversi quesiti, l'Osservatorio Epidemiologico Regionale ha definito un programma di studi epidemiologici allo scopo di valutare l'effetto di esposizione ad onde elettromagnetiche sullo stato di salute delle popolazioni residenti. Sono in corso indagini per accertare effetti a lungo termine di esposizioni residenziali a campi elettrici e magnetici a 50/60 Hz e di esposizioni a radiofrequenze e microonde (10 kHz-300 GHz).

Un'area della regione che è oggetto di particolare interesse è quella che comprende le zone di Santa Maria di Galeria, Cesano, l'Olgiata e La Storta, per la presenza della stazione di Radio Vaticana in cui sono attivi numerosi trasmettitori tra i più potenti del mondo. In tale area è stata effettuata un'indagine epidemiologica per valutare possibili danni per la salute tra la popolazione residente. L'indagine è stata svolta in collaborazione con il servizio di Igiene Pubblica della ASL RME. Di seguito si riporta una breve rassegna degli studi epidemiologici sull'argomento, una descrizione del disegno e dei metodi di studio utilizzati, ed una sintesi dei principali risultati.

RASSEGNA DEGLI STUDI EPIDEMIOLOGICI

Gli studi epidemiologici sugli effetti a lungo termine dell'esposizione a radiofrequenze e microonde (10 kHz-300 GHz) hanno avuto sinora uno sviluppo inferiore a quello delle ricerche sui campi elettrici e magnetici a 50/60 Hz e le evidenze prodotte sono assai limitate.

L'incidenza di tumori tra i residenti in prossimità di ripetitori televisivi è stata analizzata in cinque studi (Anderson &Henderson, 1986 Maskarinec et al., 1994, Hocking et al., 1996, Dolk et al., 1997_A, Dolk et al., 1997_B). Nella maggior parte dei casi si tratta di studi di correlazione geografica che mettono in relazione l'incidenza di leucemie o di altri tumori e la distanza della residenza dall'emittente.

Il primo studio è stato condotto ad Honolulu (Anderson & Henderson 1986) in un'area densamente popolata in cui erano presenti trasmettitori radiotelevisivi. Nell'immediata vicinanza di questi trasmettitori sono stati misurati campi elettrici superiori a 60 V/m, che scendevano a <20 V/m a distanze superiori a 30-50 m. Negli anni 1979-83 è stato osservato nella popolazione residente un eccesso di incidenza di tumori totali (45% negli uomini e 27% nelle donne) e di leucemia (58% tra gli uomini e 45% tra le donne).

Maskarinec et al. (1994) hanno effettuato uno studio caso-controllo sulla popolazione infantile residente nella Waianae Coast (Hawaii), nella quale si erano verificati 12 casi di leucemia nel periodo 1977-1990. Nella zona era localizzato un centro di telecomunicazioni della marina militare. Il rischio relativo di leucemia per i bambini residenti in un raggio di 2.6 miglia intorno ai trasmettitori è risultato pari a 2.0 (IC 95% 0.6-8.3).

In Australia, Hocking et al (1996) hanno analizzato l'incidenza e la mortalità per tumori in tre comuni adiacenti interessati dalla presenza di un sito con alcuni trasmettitori televisivi. Il valore massimo della densità di potenza stimata nell'area in esame era di circa 8 W/cm^2, che scendeva a 0.2 W/cm^2 a 4 km di distanza dalla sorgente. Il confronto fra comuni ubicati intorno al sito (area interna, 135000 abitanti) ed i sei comuni circostanti

(area esterna, 450000 residenti) nel periodo 1972-90 ha evidenziato un aumentato rischio per la leucemia infantile nell'area interna, con incremento sia dell'incidenza (RR= 1.58, I.C. 95% 1.07-2.34) che della mortalità (RR= 2.32, I.C. 95% 1.35-4.01).

Gli studi più recenti sono stati effettuati in Gran Bretagna. Nel primo studio è stata analizzata l'incidenza di tumori nella popolazione residente in prossimità del trasmettitore televisivo di Sutton Coldfield negli anni 1974-86 (Dolk et al 1997_a). Il valore massimo del campo elettrico era 2 V/m per le emittenti TV e 4.5 V/m per l'emittente radio. Il rischio di leucemia negli adulti, in un raggio di 2 km intorno al sito, è risultato pari a 1.83 (I.C. 95% 1.22-2.74); tale eccesso si basava su 23 casi osservati e 12.6 casi attesi. Nello studio è stato effettuato un test sull'andamento del rischio in funzione della distanza dall'antenna, utilizzando dieci bande di raggio crescente da 0.5 a 10 Km; da tale analisi è risultato un significativo declino del rischio all'aumentare della distanza dall'antenna (p=0.001). A seguito di questa prima osservazione, gli stessi autori hanno deciso di effettuare uno studio sull'intero territorio nazionale, ed hanno analizzato, con la stessa metodologia, l'incidenza dei tumori in popolazioni residenti in prossimità di 20 trasmettitori radiotelevisivi con potenza effettiva irradiata di almeno 500 kW per la televisione e 250 kW per la radio (Dolk et al 1997_b). Sull'insieme della popolazione residente entro un raggio di 10 km dai diversi ripetitori sono stati rilevati 3305 casi di leucemia negli adulti (RR 1.03, I.C. 95% 1.00-1.07). Non sono stati evidenziati eccessi tra i residenti in un raggio di 2 km dalle emittenti. L'analisi dell'andamento del rischio in funzione della distanza ha rilevato un significativo decremento del rischio in alcune aree e non in altre.

Gli studi elencati, hanno prodotto evidenze limitate e non possono ritenersi conclusivi riguardo ad una possibile associazione causale tra esposizione a radiofrequenze ed insorgenza di tumori del tessuto linfoematopoietico. Sono state pubblicate alcune rassegne della letteratura sull'argomento (Dennis et al., 1992; WHO, 1993; SEIIS, 1994; Goldsmith, 1995; Goldsmith, 1996; Goldsmith, 1997; Swerdlow, 1997); tutte concordano nell'evidenziare che gli studi sinora condotti non consentono di formulare valutazioni conclusive, a causa dell'eterogeneità dei disegni d'indagine, delle carenze nella valutazione dell'esposizione e delle insufficienti dimensioni numeriche delle popolazioni in studio.

Tutte le indagini epidemiologiche fino ad oggi pubblicate sono estremamente carenti dal punto di vista della misura dell'esposizione; gli studi sui residenti in prossimità di trasmettitori radiotelevisivi si basano infatti su stime indirette di esposizione (distanza tra residenza e trasmettitore) che vengono definite a livello di gruppo. Tali studi, inoltre, considerano le popolazioni vicine le più esposte, assumendo una diffusione radiale delle radiofrequenze, mentre spesso la trasmissione è di tipo direzionale. Non sono presenti infine misure ambientali che diano informazioni sui livelli di esposizione presenti, e fino a che distanza dalle emittenti la popolazione residente debba ritenersi esposta a valori di campo elettrico e magnetico rilevanti per la salute.

OBIETTIVI DELLO STUDIO

Gli studi sugli effetti di esposizioni residenziali a radiofrequenze condotti fino ad oggi suggeriscono una possibile associazione con l'incidenza e la mortalità per leucemie.

La presente indagine è stata progettata per valutare se nell'area in studio sono presenti eccessi di mortalità per leucemia nella popolazione adulta.

AREA E POPOLAZIONE IN STUDIO

La stazione di radio Vaticana comprende un'area di circa 2 km in direzione nord/sud e di circa 1.5 km in direzione est/ovest circondata da un alto muro di cinta, nella quale sono dislocati diversi tralicci con antenne filari fisse e diverse postazioni di antenne filari rotanti. Si tratta di una situazione complessa in cui sono presenti più sorgenti di emissione di radiofrequenze, distanti fra loro, e con direzioni di emissione variabili. Per individuare la posizione della fonte di emissione è stato definito arbitrariamente un punto centrale di tale area, di cui sono state estrapolate le coordinate geografiche; tale punto è stato utilizzato per definire le distanze dalla stazione radio. Tale approssimazione implica che in alcuni casi la distanza calcolata possa risultare maggiore o minore della distanza reale dalle singole antenne.

Da tale punto è stata definita un'area di 10 km di raggio che include parte del comune di Roma e l'intero territorio comunale di Anguillara e Formello; l'area così definita è stata considerata l'area di riferimento. Secondo quanto evidenziato dai precedenti studi (Hocking et al.1996), la popolazione potenzialmente esposta, che dovrebbe essere oggetto di sorveglianza epidemiologica è quella residente entro un raggio fino a 5 km dalla fonte di emissione.

Nella tabella seguente vengono riportati i dati sulla popolazione residente (maschi, femmine, totale) nelle fasce di età 0-14 anni e 15+ nell'area entro 10 Km e nei comuni di Anguillara e Formello.

Popolazione residente per sesso ed età nei tre comuni entro un raggio di 10 km dalla stazione di Radio Vaticana

Sesso/età	Roma	Anguillara	Formello
Maschi			
0-14	2727	835	687
15+	12908	4149	3070
Femmine			
0-14	2757	826	688
15+	13607	4273	3129
Totale			
0-14	5484	1661	1375
15+	26515	8422	6199

ANALISI DELLA MORTALITA' NELL'AREA ENTRO 10 KM DALLA STAZIONE DI RADIO VATICANA, AA 1987-1995.

E' stata effettuata un'analisi della mortalità nell'area per gli anni 1987-1995 relativa alla popolazione in età adulta (> di 15 anni) per tutte le cause (ICD-IX: 0-9999), tutti i tumori (ICD-IX:1400-2399), e per i tumori del tessuto linfoematopoietico (ICD-IX:2000-2089 , per verificare se siano presenti eccessi rispetto al comune di Roma e alla regione. I dati di mortalità provengono dal Registro Nominativo Regionale della Mortalità per Causa (Re.N.Ca.M). Per ciascun comune dell'area sono stati calcolati i rapporti standardizzati di mortalità (SMR, decessi osservati/decessi attesi per 100) con il metodo indiretto. Gli intervalli di confidenza al 95% (I.C.95%) sono un indicatore della variabilità statistica del parametro stimato. I decessi attesi sono stati calcolati applicando alla popolazione di Anguillara e Formello i tassi età specifici osservati nello stesso periodo nella regione

Lazio, mentre alla popolazione di Roma residente nell'area in studio, sono stati applicati i tassi età specifici osservati nello stesso periodo nell'intero comune di Roma.

Nella tabella 1 vengono presentati i risultati dell'analisi della mortalità nei tre comuni entro il raggio di 10 km dalle antenne, separatamente per maschi (a), femmine (b) e totale (c). Nell'intera area in studio la mortalità totale risulta pari all'atteso nelle femmine e significativamente inferiore all'atteso nei maschi. Tra questi ultimi, infatti, si osserva una mortalità per tutte le cause più bassa a Roma (SMR=89) ed a Formello (SMR=82). La mortalità per tutti i tumori risulta pari all'atteso sia tra i maschi che tra le femmine nelle tre aree. La mortalità per i tumori del sistema linfatico-ematopoietico e per le singole patologie (linfoma non Hodgkin, linfoma Hodgkin, Mieloma, Leucemia) non presenta nessun eccesso significativo nelle tre aree in studio.

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

Esposizione a campi a radiofrequenza e leucemia infantile: stato attuale delle conoscenze scientifiche in rapporto alle problematiche dell'area di Cesano

Donato Greco (a), Peter Boyle (b),
Giuseppe Masera (c), Roland Mertelsmann (d)
(Gruppo di studio istituito con Decreto del Ministro della Sanità del 10 aprile 2001)

(a) Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica, Istituto Superiore di Sanità, Roma
(b) Prevention and Control, Imperial Cancer Research Fund, Londra
(c) Clinica Pediatrica, Università di Milano, Ospedale di Monza
(d) Dipartimento di Ematologia, Università di Friburgo

ISSN 1123-3117
Rapporti ISTISAN
01/25

Istituto Superiore di Sanità
Esposizione a campi a radiofrequenza e leucemia infantile: stato attuale delle conoscenze scientifiche in rapporto alle problematiche dell'area di Cesano. In italiano e in inglese.
Donato Greco, Peter Boyle, Giuseppe Masera, Roland Mertelsmann
2001, 55 p. Rapporti ISTISAN 01/25 (in italiano/inglese)

Gli autori di questo rapporto costituiscono il gruppo di studio internazionale nominato con Decreto del Ministro della Sanità (10 aprile 2001) sul tema radiofrequenze e leucemia. La Commissione presenta tre capitoli sui risultati del proprio lavoro. Il primo capitolo affronta le più recenti conoscenze scientifiche sulla patogenesi della leucemia infantile, il secondo capitolo presenta un'ampia revisione della letteratura scientifica sulla relazione tra campi elettromagnetici e tumori. Il terzo capitolo esamina la possibile relazione tra leucemia e residenza, nell'area vicina all'impianto di trasmissione di Radio Vaticana a Roma.
Parole chiave: Esposizione, Radiofrequenza, Leucemia infantile, Radio Vaticana, Cesano

Istituto Superiore di Sanità
Radiofrequency waves and childhood leukemia: current status of scientific knowledge with reference to the situation in the Cesano area. In Italian and in English.
Donato Greco, Peter Boyle, Giuseppe Masera, Roland Mertelsmann
2001, 55 p. Rapporti ISTISAN 01/25 (in Italian/English)

The authors of this report represents the international working group on childhood leukemia and electromagnetic fields appointed by the Italian Ministry of Health (10 April 2001). The results are presented in three chapters. The first deals with the current state of knowledge of risk factors for childhood leukemia, and the second provides a major review of the scientific literature on the relationship between electromagnetic fields and cancer. The third chapter presents data on the possible relationship between leukemia and residential exposure in population living near Vatican Radio transmitter facilities in Rome.
Key words: Exposure, Radiofrequency waves, Childhood leukemia, Vatican Radio, Cesano

Numerose persone ci hanno aiutato nella compilazione di questo documento e desideriamo ringraziarle tutte, citando almeno quelle che più attivamente hanno fornito dati e contributi o hanno revisionato il testo.

Andrea Biondi, *Clinica Pediatrica, Università di Milano Bicocca, Ospedale S. Gerardo, Monza*
Aldo Pierangelini, *ASL Roma E Servizio Prevenzione*
Sandro Piervenanzi, *Radio Vaticana*
Giancarlo Faticoni, *Radio Vaticana*
Paolo Vecchia, *Laboratorio di Fisica, Istituto Superiore di Sanità*
Martino Grandolfo, *Laboratorio di Fisica, Istituto Superiore di Sanità*
Susanna Lagorio, *Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità*
Giada Minelli, *Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica, Istituto Superiore di Sanità*
Marco Massari, *Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica, Istituto Superiore di Sanità*
Paola Luzi, *Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica, Istituto Superiore di Sanità*
Stefania Luzi, *Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica, Istituto Superiore di Sanità*
Nancy Binkin, *Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica, Istituto Superiore di Sanità*
Antonella Lattanzi, *Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica, Istituto Superiore di Sanità*
Alberto Salvan, *Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto Superiore di Sanità*
Gianpaolo Scalia Tomba, *Dipartimento di Metodi e Modelli Matematici,Università di Roma "La Sapienza"*
Carlo La Vecchia, *Istituto Mario Negri, Milano*
Jack Cuzich, *Imperial Cancer Research Fund Laboratories, Londra*
Freda E. Alexander, *Department of Public Health Sciences, University of Edinburgh*
Angela Messina, *Servizio Studi e Documentazione, Ministero della Sanità*

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: www.iss.it/pubblicazioni.

© Istituto Superiore di Sanità 2001

INDICE/TABLE OF CONTENTS

Versione italiana 1

1. Introduzione 3

2. Metodi 3

3. La leucemia in età pediatrica 3

4. Recenti aggiornamenti sulla patogenesi della leucemia infantile 4

5. Esposizione a campi elettromagnetici e rischio di tumori 5
   - 5.1. Le onde elettromagnetiche: proprietà, sorgenti e meccanismi d'interazione con i tessuti biologici 5
   - 5.2. Il Progetto Internazionale EMF 6
   - 5.3. Evidenze scientifiche relative all'eventuale cancerogenicità delle radiofrequenze 7
   - 5.4. Studi sperimentali 9
   - 5.5. Studi epidemiologici 9
     - 5.5.1. Il rischio di tumori tra gli utilizzatori di telefoni cellulari 10
     - 5.5.2. Il rischio di leucemia infantile tra i residenti in prossimità di trasmettitori radiotelevisivi 11

6. Esiste una relazione tra leucemia e residenza nell'area di 10 km intorno all'impianto di S. Maria di Galeria di Radio Vaticana? 14
   - 6.1. Introduzione 14
   - 6.2. Dati di mortalità 14
   - 6.3. Morbosità 14
   - 6.4. Dati sulle misurazioni di campi elettromagnetici nell'area di Cesano 15
   - 6.5. Uso della distanza quale surrogato dell'esposizione 16

7. Risultati 16
   - 7.1. Mortalità 16
   - 7.2. Incidenza della leucemia 18

8. Conclusioni 22
   - 8.1. Sulle conoscenze biologiche 22
   - 8.2. Sulle conoscenze disponibili sull'associazione tra campi RF e salute 22
   - 8.3. Sui metodi 23
   - 8.4. Sull'area del Centro di S. Maria di Galeria 23
   - 8.5. Per il monitoraggio epidemiologico in Italia 24

9. Priorità di ricerca individuate a livello internazionale 25

Bibliografia 26

English version 29

1. Introduction 31

2. Methods 31

3. Leukemia in children 31

4. Recent findings on the pathogenesis of childhood leukemia 32

5. Exposure to electromagnetic fields and the risk of tumors 33
   5.1. Electromagnetic waves: properties, sources, and mechanisms of interaction with biologic tissues 33
   5.2. The International EMF Project 34
   5.3. Scientific evidence regarding carcinogenicity of radio frequencies 35
   5.4. Experimental studies 36
   5.5. Epidemiologic studies 37
      5.5.1. Risk of cancer among cell phone users 37
      5.5.2. Risk of childhood leukemia in residents living in proximity to radio and television transmitters 38

6. Does a relationship exist between leukemia and residence in an area 10 km around the Vatican Radio transmitter installation? 41
   6.1. Introduction 41
   6.2. Mortality data 41
   6.3. Morbidity data 41
   6.4. Data on the measurement of electromagnetic fields in the Cesano area 42
   6.5. Use of distance as a surrogate for exposure 43

7. Results 43
   7.1. Mortality 43
   7.2. Incidence of leukemia 45

8. Conclusions 49
   8.1. Regarding biologic knowledge 49
   8.2. On the available knowledge about an association between radiofrequency fields and health 49
   8.3. On methods 50
   8.4. On the area of the Vatican Radio installation 50
   8.5. For epidemiological monitoring in Italy 51

9. Research priorities identified at international level 52

References 53

Versione italiana

1. Introduzione

Nel maggio 2001 il Ministro della Sanità italiano, Prof. Umberto Veronesi, ha incaricato il gruppo di tecnici, autori di questo rapporto, di analizzare lo stato attuale delle conoscenze scientifiche in materia di esposizione a campi a radiofrequenza e leucemia infantile, in rapporto alle relative problematiche nell'area di Cesano.

Il Decreto Ministeriale (1) offre 60 giorni al gruppo di studio e concede libera consultazione di colleghi.

Questo rapporto presenta i risultati del lavoro del gruppo.

2. Metodi

Il gruppo ha svolto queste azioni:

- Revisione della letteratura scientifica su campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF) ed effetti sulla salute.
- Consultazione con singoli esperti italiani e stranieri leader nel settore.
- Consultazione con i tecnici che hanno avuto impegni nell'area laziale sullo specifico problema, incluso i tecnici del Vaticano.
- Analisi statistica sui dati raccolti.

3. La leucemia in età pediatrica

La leucemia è una malattia relativamente rara: colpisce ogni anno 40-45 bambini ogni milione (età 0-14 anni). In Italia sono diagnosticati circa 450 casi ogni anno. Di questi, circa il 75% è costituito dalla forma di Leucemia Linfoblastica Acuta (LLA), il 20% dai vari tipi di Leucemia Mieloblastica Acuta (LMA) e circa il 4% dalle forme croniche di leucemia.

La malattia insorge con maggior frequenza nell'età 2-5 anni, in bambini che per lo più non hanno sofferto in precedenza di particolari malattie e che sono stati in pieno benessere fino a poche settimane dall'insorgenza dei primi sintomi.

Si conosce ancora poco sulle cause di quello che è un gruppo di malattia. Pertanto, a differenza di altre forme tumorali solide dell'età adulta, poco o nulla può oggi essere fatto per prevenire le leucemie sia negli adulti che nei bambini.

Vi sono molti aspetti importanti delle leucemie che sono qui rilevanti: prima di tutto il comportamento della LLA è completamente diverso negli adulti e nei bambini: in questa malattia negli ultimi anni sono stati ottenuti modesti progressi sulla prognosi negli adulti mentre la stessa malattia è frequentemente guaribile nei bambini.

Ancor più, studi sperimentali hanno chiaramente dimostrato che le cause nei diversi sottotipi di leucemia sono presumibilmente diversi.

Notevoli progressi sono stati ottenuti nella terapia, in particolare nella forma più frequente, la leucemia linfoblastica acuta.

Fino alla fine del 1956 le possibilità di ottenere la "guarigione" erano pressoché nulle. Negli ultimi trenta anni la ricerca clinica e biologica ha permesso di conseguire risultati sempre più favorevoli con pieno successo terapeutico, oggi nel 75% dei casi. Negli ultimi anni l'applicazione del trapianto di midollo osseo ha consentito di migliorare ulteriormente i risultati, potendo offrire possibilità di successo anche ai casi più resistenti alla chemioterapia standard.

Per “guarigione” o “pieno successo” ci si riferisce a bambini che abbiano superato almeno 5 anni dall’esordio della leucemia senza che si siano manifestati segni ematologici o clinici della malattia.

In Italia, nel registro dei “fuori terapia” sono censiti oltre 4 mila “guariti”, giovani adulti curati nella loro infanzia per la leucemia.

I dati nazionali di mortalità per leucemia (ICD9:204-208) sono riportati, per classi di età, nella Figura 1 (ISTAT, Ufficio Statistico dell’Istituto Superiore di Sanità).

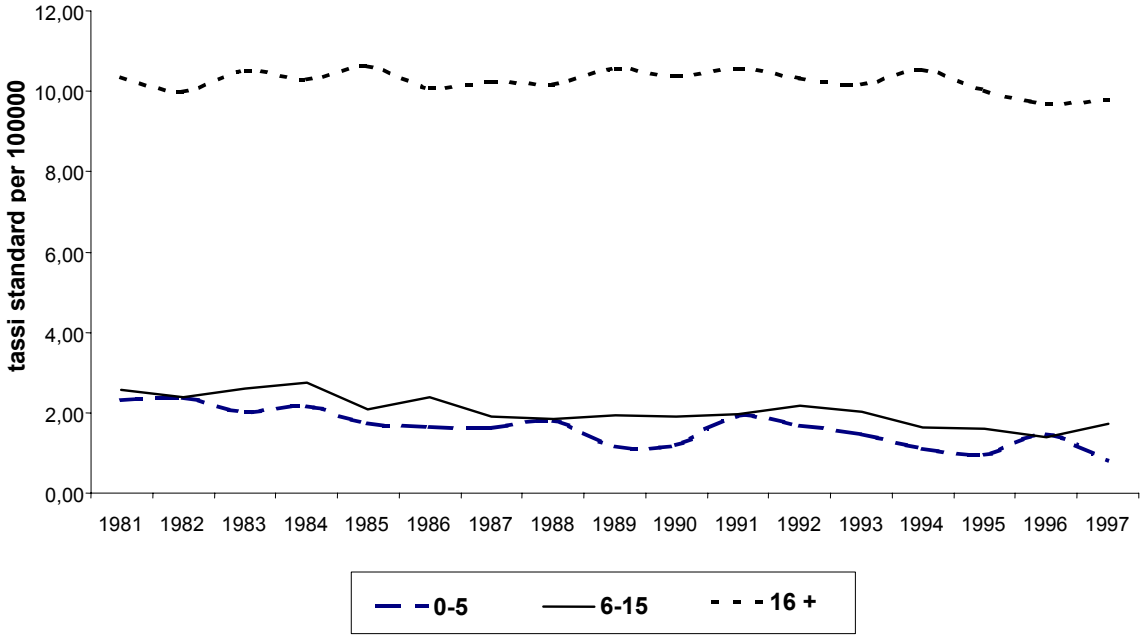


Figura 1. Mortalità per leucemia (ICD IX: 204-208) per classi di età negli anni 1981-1997

Il trend appare relativamente costante nel tempo e la leucemia adulti copre circa il 95% della mortalità; in questo grafico il raggruppamento contiene tutte le forme diverse di leucemia.

4. Recenti aggiornamenti sulla patogenesi della leucemia infantile

La leucemia infantile, come altri tumori, è un disordine clonale, determinato dal progressivo accumulo di mutazioni a carico di precursori emopoietici. Nella leucemia infantile sono dimostrabili numerose ed eterogenee alterazioni cromosomiche e molecolari.

Queste anormalità sono acquisite e non-costituzionali; risultano assenti in cellule non leucemiche e scompaiono durante la fase di remissione della malattia.

Nel 95% di LLA e di LMA non c’è evidenza di predisposizione ereditaria, né per geni mutati altamente penetranti.

Se si considera la frequenza relativa delle anomalie cromosomiche ricorrenti nelle LLA, classificate per età alla diagnosi, è possibile riscontrare una straordinaria eterogeneità.

Nei pazienti di età inferiore ai 12 mesi (LLA) predominano le alterazioni cromosomiche che generano geni di fusione che coinvolgono il gene MLL (>70% dei casi) (2).

Nel gruppo di pazienti di età compresa tra 2 e 5 anni le più frequenti alterazioni cromosomiche sono costituite da iperdiploidia e dalla traslocazione t(12;21) che genera il trascritto di fusione TEL-AML1 (3).

Nelle LLA in adulti, invece, le alterazioni cromosomiche più frequenti nel bambino risultano rare, mentre, al contrario, la traslocazione t(9;22) costituisce l'anomalia più frequente ed aumenta con l'età.

Numerose evidenze sembrano suggerire che i comuni geni di fusione della LLA del bambino costituiscono un'alterazione genetica che viene acquisita prima della nascita.

Il DNA estratto da carte di Guthrie in pazienti che hanno successivamente manifestato la LLA entro il primo anno di età, è risultato positivo per il gene di fusione MLL-AF4. Analogamente l'indagine eseguita in bambini che hanno sviluppato LLA positiva per la presenza del gene di fusione *TEL-AML1* (25% di tutti i casi di LLA infantile) sono risultati positivi per la sequenza clonotipica generata dai geni di fusione (4, 5), quando è stato indagato il DNA estratto dalle carte di Guthrie della nascita.

Questi risultati sembrano suggerire la presenza nel sangue, alla nascita, di un piccolo numero di cellule in cui è già riscontrabile l'alterazione molecolare dimostrabile nelle cellule leucemiche. Non è ancora noto se ciò rappresenta un paradigma di tutte le LLA pediatriche, anche se è ragionevole ipotizzare che la maggioranza possa esserlo.

Non è noto quale sia il meccanismo etiologico responsabile dell'insorgenza di tali anomalie, né dei fattori coinvolti nella promozione di mutazioni consecutive. Non vi è inoltre sufficiente conoscenza per stimare il tempo intercorrente tra esposizioni a fattori di rischio e le alterazioni genetiche responsabili dell'espressione del fenotipo leucemico.

Se si considera che un danno genotossico costituisca il meccanismo patogenetico della leucemogenesi, si deve ipotizzare l'esistenza di esposizioni multiple di vari fattori di rischio, risultando il rischio relativo di ognuno di tali fattori inevitabilmente molto debole. In tale prospettiva solo una conoscenza dei diversi meccanismi etiologici renderebbe possibile pesare il ruolo di singoli fattori.

Inoltre, considerando l'eterogeneità clinica e biologica della leucemia in bambini a diverse età e negli adulti, è difficile ipotizzare l'esistenza di un singolo meccanismo causale comune alle diverse forme di LLA.

La sfida quindi è l'identificazione delle cause, quasi certamente multiple, del meccanismo di insorgenza delle alterazioni genetiche nel contesto della storia naturale della malattia (5).

5. Esposizione a campi elettromagnetici e rischio di tumori

5.1. Le onde elettromagnetiche: proprietà, sorgenti e meccanismi d'interazione con i tessuti biologici

Le onde elettromagnetiche sono generate da sorgenti naturali ma, soprattutto, artificiali. Durante la seconda metà del XX secolo si è avuto un aumento senza precedenti, per numero e varietà, di sorgenti di campi elettrici e magnetici (EMF) usati per scopi individuali, industriali e commerciali: televisione, radio, computer, telefoni cellulari, forni a microonde, radar ed altri strumenti e apparati ad uso industriale, medico e commerciale.

Tutte queste tecnologie hanno reso la nostra vita più ricca e più facile ma hanno anche sollevato preoccupazioni per i possibili rischi per la salute connessi al loro uso.

Le onde elettromagnetiche sono campi elettrici e magnetici oscillanti, caratterizzabili attraverso la loro lunghezza d'onda, la loro frequenza o la loro energia per singolo quanto d'energia (fotone). I tre parametri sono legati tra loro e ciascuno di essi influenza l'effetto che il campo può avere su un sistema biologico. Le radiazioni ionizzanti e le radiazioni non ionizzanti sono anche considerate come onde elettromagnetiche sebbene le loro proprietà fisiche e i loro effetti biologici sono decisamente distinti (7).

Le radiazioni ionizzanti (raggi X e raggi gamma) hanno un'energia per fotone sufficiente per produrre atomi o parti di molecole elettricamente carichi, positivamente o negativamente, attraverso l'espulsione di uno o più elettroni o la rottura dei legami atomici che tengono unite le molecole. Quest'effetto è chiamato ionizzazione.

Le radiazioni non ionizzanti (NIR), che non hanno per definizione questa capacità, comprendono la radiazione ultravioletta (UV), la luce visibile, la radiazione infrarossa, i campi a radiofrequenza (RF), i campi a frequenze estremamente basse (ELF) ed i campi elettrici e magnetici statici:

1. Le RF (300 Hz-300 GHz) sono utilizzate nelle trasmissioni radiotelevisive, nelle telecomunicazioni, in molti processi industriali di riscaldamento e saldatura o in medicina a scopi diagnostici e terapeutici; in particolare le RF sono anche usate quale trattamento del cancro in situazioni di ipertermia.
2. I campi ELF, dal punto di vista delle occasioni di esposizione umana, consistono essenzialmente nei campi elettrici e magnetici a 50/60 Hz conseguenti all'alimentazione di sistemi ed apparecchiature elettriche.
3. I campi statici (0 Hz), in particolare quelli magnetici, sono utilizzati in medicina (risonanza magnetica), nell'industria (impianti per elettrolisi a corrente diretta) e più di recente nei sistemi di trasporto pubblico (treni a levitazione magnetica).

Le NIR, anche di alta intensità, non possono determinare fenomeni di ionizzazione nei sistemi biologici. Esse possono provocare, invece, altri effetti biologici, ad esempio riscaldando i tessuti, alterando le normali reazioni chimiche o inducendo correnti elettriche nei tessuti.

Gli effetti acuti dell'esposizione a campi statici, ELF, radiofrequenze e microonde sono dovuti a meccanismi d'interazione ben conosciuti:

(a) induzione di correnti elettriche e conseguente stimolazione di tessuti costituiti da cellule elettricamente eccitabili quali fibre muscolari e neuroni per i campi statici ed ELF;

(b) trasferimento di energia con conseguente aumento della temperatura locale per le RF e microonde.

I limiti di esposizione proposti dall'*International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) sono orientati alla prevenzione dei possibili danni associati agli effetti biologici indotti da esposizioni acute (8), cioè quelli oggi ben accertati.

5.2. Il Progetto Internazionale EMF

Nel maggio 1996, in risposta alle crescenti preoccupazioni della popolazione in molti stati membri, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha avviato un progetto internazionale (*EMF International Project*) per valutare gli effetti sanitari ed ambientali dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici di frequenza compresa tra 0 Hz e 300 GHz, inclusi eventuali effetti cancerogeni (9).

Obiettivi del Progetto Internazionale EMF sono:

(i) fornire revisioni critiche autorevoli ed indipendenti della letteratura scientifica;
(ii) identificare e colmare le lacune nella conoscenza scientifica, definendo protocolli di ricerca che utilizzino metodologie tra loro compatibili e confrontabili;
(iii) sostenere una ricerca più focalizzata i cui risultati possano contribuire a migliorare le valutazioni del rischio sanitario;
(iv) facilitare lo sviluppo di normative universalmente accettabili per la limitazione dell'esposizione umana a EMF e di protocolli standardizzati di misura e controllo delle emissioni di EMF da varie sorgenti;
(v) diffondere le conoscenze acquisite in modo ampio ed efficace.

Al Progetto collaborano molte organizzazioni internazionali: [Commissione Europea (EC); Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC); Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP); Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC); Ufficio Internazionale del Lavoro (ILO); Unione Internazionale delle Telecomunicazioni (ITU); Organizzazione del Trattato del Nord Atlantico (NATO) e Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP)], enti di ricerca [Ente Nazionale per la Protezione dalle Radiazioni (Regno Unito), Ente Federale per la Protezione dalle Radiazioni (Germania), Istituto Karolinska (Svezia), Amministrazione per gli Alimenti e i Farmaci (Stati Uniti), Istituto Nazionale per le Scienze di Sanità Ambientale (Stati Uniti), Istituto Nazionale di Studi sull'Ambiente (Giappone)] ed oltre 40 governi nazionali.

5.3. Evidenze scientifiche relative all'eventuale cancerogenicità delle radiofrequenze

Le evidenze scientifiche sugli eventuali effetti a lungo termine dell'esposizione a radiazioni non ionizzanti si riferiscono strettamente a determinate bande di frequenza, a causa delle specificità in termini di caratteristiche fisiche, sorgenti ed occasioni di esposizione umana, meccanismi d'interazione con i tessuti biologici, metodi di misura dell'esposizione e grandezze dosimetriche d'interesse.

Verranno, pertanto, qui sintetizzati esclusivamente i risultati delle ricerche (*in vitro*, in animali da laboratorio e nell'uomo) sull'eventuale cancerogenicità dei campi elettromagnetici a radiofrequenza.

Non saranno considerate, in quanto non pertinenti, le evidenze scientifiche sugli eventuali effetti a lungo termine dell'esposizione ad altri tipi di radiazioni non ionizzanti come, ad esempio, i campi elettrici e magnetici a 50/60 Hz.

Le sorgenti, naturali e artificiali, di RF sono: monitor e apparecchi con schermo video (3-30 kHz), trasmettitori radio in modulazione di ampiezza-radio AM (30 kHz-30 MHz), riscaldatori industriali ad induzione (0,3-3 MHz), termoincollatrici a radiofrequenza e dispositivi per marconiterapia (3-30 MHz), trasmettitori radio in modulazione di frequenza-radio FM (30-300 MHz), telefonia mobile (400-1800 MHz), emittenza televisiva, forni a microonde e radarterapia (0,3-3 GHz), sistemi radar e collegamenti satellitari (3-30 GHz) e, sia pure molto debolmente, il sole (3-300 GHz).

Una descrizione dell'ordine di grandezza dei livelli di esposizione per sorgente, tratta da una rassegna della documentazione disponibile negli Stati Uniti (10), è presentata nella Tabella 1. I livelli di esposizione più elevati si riscontrano tra i lavoratori addetti ad operazioni di tempera dei metalli o di saldatura di materiale plastico e tra i fisioterapisti che utilizzano attrezzature per diatermia. Anche gli utilizzatori di trasmittenti mobili o palmari (come, ad esempio, i telefoni

cellulari) possono incorrere in esposizioni di intensità sostenuta. Negli Stati Uniti, i livelli medi di campi elettromagnetici misurabili in ambiente urbano ed ascrivibili a ripetitori radiotelevisivi sono stimati nell'ordine di 0,1 V/m.

Tabella 1. Livelli di campo elettrico a RF e MW per sorgente

Tipo esposizione	Sorgente	Frequenza	Campo elettrico (V/m)
Lavorativa	Forni industriali	250-790 kHz	2-8000
Lavorativa	Saldatrici dielettriche	27,12 MHz	20-1700
Lavorativa	Diatermia onde corte	27 MHz	2-315
Lavorativa	Diatermia microonde	2,45 GHz	17-70
Lavorativa o amatoriale	Trasmittenti palmari	50 o 164 MHz	max 15 o 470
Lavorativa o amatoriale	Trasmittenti mobili	25-164 MHz	3-150
Lavorativa o amatoriale	Videoterminali (30 cm)	15-35 kHz	0,8-13
Residenziale	Forni elettrici (30 cm)	22-34 kHz	4-5
Residenziale	Forni a microonde (5 cm)	2,45 GHz	10-140
	Forni a microonde (100 cm)		1-2
Terapeutica	Diatermia onde corte	27 MHz	400-4000
Residenziale	Trasmettitori radio-TV	FM-VHF	0,1
Residenziale	Radar traffico stradale	UHF	0,03

kHz = 10^3 Hz; MHz = 10^6 Hz: GHz = 10^9 Hz; V/m = volt/metro; FM = modulazione di frequenza; VHF = 30-300 MHz; UHF = 300 MHz-3 GHz.

Il 3% della popolazione urbana sarebbe esposta a campi elettrici d'intensità superiore a 1 V/m generati da trasmettitori operanti in modulazione d'ampiezza (AM), lo 0,5% a campi elettrici >2 V/m generati da emittenti in modulazione di frequenza (FM), lo 0,1% a campi >2 V/m generati da antenne televisive a frequenza molto elevata (VHF) e lo 0,01% a campi elettrici >1 V/m generati da trasmettitori televisivi a frequenza elevatissima (UHF).

Le RF possono produrre effetti biologici che dipendono dalla frequenza e dall'intensità del campo. Non necessariamente tali effetti biologici si traducono in danni per la salute.

Le RF al di sopra di 10 GHz sono assorbite dalla superficie della pelle e pochissima energia penetra nei tessuti sottostanti. La grandezza dosimetrica fondamentale per queste bande di radiazione RF è la densità di potenza, in watt al metro quadro (W/m^2) e relativi sottomultipli (mW/m^2 o $\mu W/m^2$). L'esposizione a RF di frequenza superiore ai 10 GHz può indurre cataratte oculari e ustioni della pelle solo per densità di potenza superiori a 1000 W/m^2. Questi livelli si riscontrano esclusivamente nelle immediate vicinanze di radar di potenza, lungo i lobi di emissione, e praticamente mai in altri ambienti di vita o di lavoro.

Le RF tra 1 MHz e 10 GHz penetrano nei tessuti esposti e producono calore a seguito dell'assorbimento locale di energia. La profondità di penetrazione dipende dalla frequenza del campo ed è maggiore alle frequenze più basse. L'assorbimento di energia si misura come tasso di assorbimento specifico (SAR) entro una data massa di tessuto, in watt al chilogrammo (W/kg). L'esposizione a RF in queste bande può determinare cataratte oculari e ustioni della pelle soltanto per valori di SAR molto elevati, presenti entro decine di metri di distanza dal fascio di emissione di potenti antenne FM, aree inaccessibili al pubblico in quanto collocate generalmente in cima a torri elevate. A fini di confronto si tenga presente che, nelle condizioni di massimo accoppiamento (cioè di massimo trasferimento di energia al corpo), occorre una densità di energia incidente di 100 W/m^2, ovvero un campo elettrico di circa 200 V/m, per produrre un SAR di 4 W/kg.

Livelli di SAR maggiori di 4 W/kg sono in grado di indurre aumenti della temperatura locale o corporea superiori a 1°C. Questi aumenti di temperatura possono innescare varie risposte

fisiologiche e risposte legate alla termoregolazione, compresa una ridotta capacità di svolgere attività mentali o fisiche. Il riscaldamento indotto può influenzare lo sviluppo fetale (ma effetti teratogeni si verificano solo se la temperatura del feto aumenta per ore di 2-3°C all'ora), determinare effetti negativi sulla fertilità maschile e provocare opacità oculari (cataratta). Per quanto detto sopra gli effetti descritti possono verificarsi solo a seguito di esposizioni acute ad alti livelli di RF, che non si riscontrano nella vita quotidiana.

Le RF al di sotto di 1 MHz non producono un riscaldamento significativo; inducono invece correnti elettriche nei tessuti, misurate in termini di densità di corrente ed espresse in ampere al metro quadro (A/m^2). Le numerose reazioni chimiche implicate nei processi vitali sono associate a normali densità di correnti "di fondo" di circa 10 mA/m^2. Densità di corrente indotte superiori a 100 mA/m^2 possono interferire con i normali meccanismi fisiologici e provocare contrazioni muscolari involontarie.

Per quanto riguarda eventuali effetti cancerogeni, secondo l'OMS (11, 12) ed altri panel internazionali di esperti (13-15), le attuali evidenze scientifiche fanno ritenere improbabile l'ipotesi che le RF inducano o promuovano tumori.

5.4. Studi sperimentali

Sono stati condotti molti studi tossicologici di genotossicità delle RF in vitro e in vivo (mutagenicità; induzione di aberrazioni cromosomiche, micronuclei e sister chromatid exchange; danni e riparazione del DNA), la maggior parte dei quali non ha dimostrato effetti genotossici ascrivibili all'esposizione a RF (13-16).

Gli studi di cancerogenesi su roditori non hanno fornito evidenze convincenti di effetti sull'induzione, la promozione o la progressione di tumori (16, 17). In uno studio è stato osservato che l'esposizione di topi geneticamente modificati a campi RF simili a quelli usati nella telefonia cellulare induceva, nei gruppi tenuti in maggiore prossimità dell'antenna (0,65 m), un aumento d'incidenza di linfomi (18). Questo studio è attualmente in corso di replicazione. Sono, inoltre, necessarie altre ricerche che permettano di valutare quanto questi modelli sperimentali (roditori nei quali viene geneticamente indotta una particolare suscettibilità ad alcuni tipi di tumore) siano rilevanti per individuare potenziali agenti cancerogeni per l'uomo.

5.5. Studi epidemiologici

La relazione tra esposizione a RF e rischio di tumori è stata analizzata in diverse indagini epidemiologiche a loro volta esaminate in rassegne recenti (13-15, 19, 20). Gli Autori di queste rassegne concordano nell'affermare che gli studi al momento disponibili (qualche studio di sorveglianza della mortalità per professione, un piccolo numero di coorti di personale militare con unità di radaristi, una coorte di radioamatori, una piccola coorte di addette alla saldatura a RF di materie plastiche, qualche studio geografico su residenti in prossimità di trasmettitori radiotelevisivi) non forniscono informazioni adeguate per un'appropriata valutazione dell'eventuale cancerogenicità per l'uomo dell'esposizione a RF, a causa della eterogeneità delle situazioni espositive considerate, della qualità tutt'altro che soddisfacente dei metodi di stima dell'esposizione (quasi sempre presunta in base a titolo professionale e mansione ovvero per prossimità della residenza a sorgenti fisse di RF) oltreché dell'incoerenza dei loro risultati.

5.5.1. Il rischio di tumori tra gli utilizzatori di telefoni cellulari

Un cenno a parte meritano gli studi sul rischio di tumori tra gli utilizzatori di telefoni cellulari, perché alcuni contributi sono stati pubblicati molto di recente (21-25) e non compaiono nelle rassegne precedentemente citate. Tutti questi studi hanno prodotto risultati rassicuranti.

Nessuno dei tre studi caso-controllo sui tumori cerebrali (22-24) ha evidenziato un'associazione tra incidenza di queste neoplasie e uso del telefono cellulare dichiarato all'intervista, né una tendenza all'aumento del rischio in funzione dell'intensità riferita d'uso.

Nello studio di una coorte di circa 256.000 titolari di contratto di telefonia mobile negli USA, limitata ad un solo anno di follow-up a causa di inconciliabilità con le norme in materia di tutela della privacy in vigore in alcuni stati federali, la mortalità per tutti i tumori non risultava correlata all'intensità d'uso del cellulare, il piccolo numero di decessi per tumori cerebrali (6 casi) e leucemie (15 casi) non consentiva analisi robuste dal punto di vista statistico e l'unica causa di morte per la quale si osservava un incremento di rischio associato all'intensità d'uso del cellulare erano gli incidenti automobilistici (21).

Nella coorte dei 420.095 danesi utenti di servizi di telefonia mobile tra il 1982 ed il 1995 (25) non si osservavano eccessi di rischio per tumori cerebrali, delle ghiandole salivari e leucemie, né variazioni del rischio per questi tumori in relazione alla durata dell'uso del telefono, al tempo trascorso dal primo contratto d'utenza, all'età al momento della sottoscrizione del primo contratto e al tipo di cellulare (analogico o digitale).

Bisogna ammettere che il periodo di latenza osservato in tutti questi studi potrebbe essere troppo breve per evidenziare un effetto su stadi precoci o un effetto sui tumori cerebrali a più lenta crescita. D'altra parte, appare ragionevole concludere che l'esposizione alle RF da telefoni cellulari non sembra promuovere la crescita di preesistenti lesioni cerebrali, in quanto il recente e intenso uso del cellulare da parte di un gran numero di soggetti inclusi nella coorte danese (25) avrebbe evidenziato eventuali effetti negativi (26).

È attualmente in corso in 14 Paesi del mondo uno studio caso-controllo internazionale (Progetto INTERPHONE) sui tumori cerebrali e della parotide in relazione all'uso del telefono cellulare, coordinato dalla Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (27), cui partecipa anche l'Italia (28). Lo studio si propone di valutare se l'incidenza di neoplasie nelle sedi anatomiche più vicine alla sorgente di emissione risulti associata:

(i) alla durata e frequenza d'uso del telefono cellulare;

(ii) all'intensità di esposizione alle RF utilizzate nella telefonia mobile.

Il primo obiettivo è stato affrontato anche dagli studi epidemiologici che abbiamo già descritto con risultati rassicuranti. Tuttavia, il progetto INTERPHONE, grazie alle dimensioni attese e all'arruolamento prospettico di casi incidenti a partire dalla fine del 2000, dovrebbe consentire analisi di maggior dettaglio sia riguardo alla sede anatomica e al tipo istologico della neoplasia, sia riguardo alle esposizioni di maggior durata e di più elevata intensità. Inoltre, esso terrà conto dell'uso dei telefoni digitali, scarsamente diffusi nei periodi coperti dagli studi precedenti. La valutazione dell'ipotesi che l'esposizione alle radiofrequenze utilizzate dai telefoni cellulari possa promuovere lo sviluppo di tumori nelle sedi anatomiche più vicine alla sorgente di emissione è un obiettivo molto ambizioso e mai affrontato sinora. La metodologia utilizzata per la valutazione quantitativa dell'esposizione consisterà nel connotare le informazioni sull'uso del cellulare, raccolte durante l'intervista, con stime di SAR locale elaborate mediante studi dosimetrici, teorici e sperimentali, per i diversi tipi di telefoni e per diverse modalità d'uso.

5.5.2. Il rischio di leucemia infantile tra i residenti in prossimità di trasmettitori radiotelevisivi

Per quanto riguarda, in particolare, le RF utilizzate nella trasmissione di segnali radio o TV ed il rischio di leucemia infantile, sono disponibili in letteratura sei studi epidemiologici su mortalità o incidenza di tumori infantili tra i residenti in prossimità di ripetitori radiotelevisivi (29-34).

Vi sono numerosi elementi metodologici pertinenti lo studio statistico nel raggruppamento (cluster) di malattie che sono importanti da ricordare: essenzialmente i cluster possono essere distinti in due gruppi distinti: primo, un fenomeno naturale generalmente associato alla diffusione di una malattia infettiva ed un secondo, associato all'aggregazione di casi di malattia attorno a fonti di punto.

I metodi disponibili per il primo tipo sono stati valutati in una serie di esami di database applicati al cancro.

Tuttavia l'indagine di cluster attorno a fonti puntuali è stata più problematica.

Uno dei problemi basilari si riferisce a quello che è stato spesso nominato come il caso del "furbo tiratore texano".

In questo scenario molti colpi sono lanciati sul fianco di una stalla e successivamente un bersaglio dipinto intorno ai fori provocati dai colpi.

Una conseguenza di questo, quando applicata ad una situazione epidemiologica, è che il calcolo della probabilità che qualsiasi aggregazione sia dovuta o non dovuta soltanto al caso, è virtualmente impossibile.

Il miglior test statistico sviluppato per questa situazione di fonti puntuali è derivato dal lavoro di John Bithell e John Stone negli anni 1980-1990.

Selvin *et al.* (29) hanno analizzato l'eventuale presenza di cluster spaziali di tumori (51 leucemie, 35 tumori cerebrali e 37 linfomi) diagnosticati nel periodo 1973-1988 tra bambini e giovani residenti a San Francisco (circa 50.700 soggetti di età inferiore a 21 anni) in riferimento ad una sorgente fissa di RF (Sutro Tower). Nessuno dei tre diversi approcci analitici utilizzati (due analisi spaziali essenzialmente basate sul confronto tra distanze effettive delle sezioni di censimento di residenza dei casi dalla sorgente e distanze attese nell'ipotesi di distribuzione spaziale random delle abitazioni e un confronto dei tassi d'incidenza tra "esposti" e "non esposti") evidenziava disomogeneità nella distruzione spaziale dei casi statisticamente significative.

Maskarinec *et al.* (30) hanno realizzato uno studio caso-controllo, tra la popolazione infantile residente nella Waianae Coast (Hawaii), dove era situato un centro di telecomunicazioni della Marina. Nell'area si erano verificati 12 casi di leucemia nel periodo 1977-1990. Dal registro degli assistiti dal centro sanitario locale sono stati estratti a sorte 4 controlli per caso, appaiati per sesso ed età (48 bambini di controllo). I genitori di casi e controlli sono stati intervistati (non in cieco rispetto all'eventuale malattia del bambino). Un'analisi per dati appaiati permetteva di calcolare un odds ratio di 2,0 (IC 95% 0,6-8,3) per i bambini residenti in un raggio di 2,6 miglia intorno ai trasmettitori, e di 2,8 (0,6-8,3) per coloro che presentavano familiarità per tumori. Nessun altro dei fattori di rischio indagati (es. alcune esposizioni professionali dei genitori, esposizione a raggi X in utero e dopo la nascita, abitudini al fumo dei genitori) risultava più frequente tra i casi che tra i controlli. Il piccolo numero di soggetti in studio, l'inadeguata valutazione dell'esposizione a RF (semplicemente inferita attraverso la distanza tra residenza ed impianto), il mancato controllo di potenziali confondenti nell'analisi, limitano grandemente l'interpretazione dei risultati di questo studio.

In Gran Bretagna è stata analizzata l'incidenza di tumori negli anni 1974-1986 tra la popolazione residente in un'area di 10 km di diametro intorno al trasmettitore radiotelevisivo di Sutton Coldfield, circa 400.000 persone (31). L'analisi si basava sul confronto tra casi osservati

ed attesi in due aree concentriche di 2 km e 10 km di raggio con il trasmettitore al centro. Il rapporto tra casi osservati ed attesi di leucemia infantile (0-14 anni) entro 0-10 km dal trasmettitore era 34/29,7 e 2/1,1 entro 2 km. Il test di Stone (condizionale) non indicava disomogeneità spaziali dei rischi relativi di leucemia infantile all'aumentare della distanza dalla sorgente. Si osservava, invece, un gradiente spaziale nell'incidenza di leucemia, melanoma cutaneo e tumori della vescica tra gli adulti. Questi risultati erano difficili da spiegare tenuto conto dei bassi livelli di esposizione verosimilmente in gioco: misure e stime della densità di potenza dei segnali generati dal trasmettitore di Sutton Coldfield davano valori massimi, a 2.5 m dal suolo, di 0,013 W/m^2 (pari, in termini di campo elettrico, a 2,2 V/m) per le frequenze TV e 0,057 W/m^2 (pari a 4,6 V/m) per le FM.

A seguito di questa osservazione, è stata studiata in tutta la Gran Bretagna l'incidenza dei tumori tra la popolazione residente in prossimità dei trasmettitori radiotelevisivi con potenza effettiva irradiata di almeno 500 kW per la televisione e 250 kW per la radio, con riferimento al periodo 1974-1986 (32). Tra la popolazione residente entro un raggio di 10 km da ciascuno dei 20 ripetitori (circa 3.9 milioni di abitanti nell'insieme) si erano verificati 3.305 casi di leucemia negli adulti (RR 1,03; IC 95% 1,00-1,07) e si osservava un declino del rischio in funzione della distanza, ma non si evidenziavano eccessi tra i residenti entro 2 km dai ripetitori. Il rischio di leucemia infantile (317 casi osservati *vs* 327 attesi entro 10 km di distanza; 10 osservati *vs* 9 attesi entro 2 km) non mostrava trend in funzione della distanza dai trasmettitori (Stone P = 0,266).

In Australia, Hocking *et al.* (33) hanno studiato l'incidenza e la mortalità per tumori in tre comuni interessati dalla presenza di trasmettitori televisivi. Il valore massimo della densità di potenza stimata nell'area in esame era di circa 0,08 W/m^2 e scendeva a 0,02 W/m^2 a 4 km di distanza dalla sorgente. Il modello utilizzato per stimare la densità di potenza del segnale nell'area in studio teneva conto della potenza effettiva irradiata e della distanza spaziale in linea d'aria dalle emittenti. Una serie di misure dirette al suolo evidenziava che il modello sovrastimava abbondantemente i livelli di campo al suolo. Gli Autori non danno informazioni, peraltro, sulla validità globale della stima di livello di esposizione per area utilizzata nell'analisi. Il confronto fra i tre comuni ubicati intorno al sito ("area interna", 135.000 abitanti) ed i sei comuni circostanti ("area esterna", 450.000 residenti) sul periodo 1972-1990, mostrava un incremento del rischio di leucemia infantile nell'area interna, con aumento sia dell'incidenza (RR 1,58; IC 95% 1,07-2,34), sia della mortalità (RR 2,32; IC 95% 1,35-4,01).

I risultati dello studio di Hocking *et al*. (33) sono stati confutati in un'indagine realizzata da McKenzie *et al*. (34). Questi ricercatori fanno notare che lo studio di Hocking *et al*. (1996), oltre ai limiti legati alla natura ecologica del disegno, presentava altri problemi. In primo luogo, erano stati inclusi nell'analisi solo alcune delle aree geografico-amministrative situate in prossimità dei tre ripetitori radiotelevisivi. In secondo luogo, l'analisi si era limitata ad un confronto dei tassi d'incidenza e mortalità per leucemia infantile tra distretti "vicini" e "lontani" dal trasmettitore, laddove sarebbe stato possibile valutare l'andamento dei tassi in funzione di un gradiente di esposizione stimato in base alle potenze di emissione delle antenne e della distanza dalla sorgente.

L'analisi geografica viene dunque replicata, ottimizzandone il disegno. Vengono incluse nell'analisi tutte le 16 aree geo-amministrative situate attorno ai tre ripetitori, analizzandone i tassi di incidenza della leucemia infantile sul periodo 1972-1990.

Vengono effettuate stime teoriche dell'intensità media del segnale emesso dalle antenne per le diverse aree geografiche interessate dallo studio (basate sulla potenza effettiva irradiata, l'angolo di deflessione del segnale e la distanza dalla sorgente) e le stime vengono validate con misure a varia distanza dalle sorgenti. La correlazione tra intensità del segnale stimata da modello e misurata non era affatto buona nell'insieme, ma migliorava molto per i punti di

misura situati ad almeno 300 metri di distanza dal ripetitore e quando non vi erano ostacoli (alberi o edifici) tra antenna e sito di misura. Le misure a livello stradale erano estremamente variabili anche su aree di pochi metri di raggio, a causa di fenomeni di riflessione del segnale da parte di edifici ed oggetti. Erano notevoli le differenze esterno/interno: ad esempio, sul tetto di un'abitazione della zona si misurava un segnale con densità di potenza di 0,03 W/m^2, in giardino di 0,66 mW/m^2 in media e in casa 0,17 mW/m^2.

Vengono utilizzati indicatori di stato socio-economico di area per controllare nell'analisi l'eventuale effetto di confondimento (a livello aggregato) esercitato dallo stato sociale.

Si tiene conto del periodo in cui le stazioni televisive di Sydney hanno cominciano a trasmettere sulle 24 ore (un canale cominciò a trasmettere nel 1977-1978 e se ne aggiunsero altri a partire dalla metà degli anni '80) per aggiungere una dimensione temporale (1972-1978; 1979-1984; 1985-1990) al confronto dell'andamento dei tassi di leucemia infantile tra aree geografiche e in funzione delle stime di intensità di esposizione.

L'analisi evidenziava una tendenza all'aumento dell'incidenza di leucemia infantile in funzione sia dell'intensità stimata di esposizione a RF generate dai ripetitori radiotelevisivi, sia dell'aumento dell'indice di stato socio-economico medio dell'area. Risultava evidente, tuttavia, che una sola area influenzava in modo determinante i risultati: il distretto di Lane Cove, situato nella zona più vicina alle sorgenti e che mostrava un tasso d'incidenza di leucemia infantile insolitamente elevato (17×10^{-5} come media di periodo) rispetto a tutti gli altri distretti (media di periodo $\cong 6 \times 10^{-5}$) e anche in confronto agli altri distretti equidistanti dai trasmettitori (North Sydney = $7{,}1 \times 10^{-5}$ e Willoughby = $6{,}1 \times 10^{-5}$). Inoltre l'analisi temporale mostrava che Lane Cove presentava un tasso di leucemia linfatica acuta particolarmente elevato per la fascia d'età 0-4 anni anche prima dell'avvio delle trasmissioni televisive su 24 ore (il tasso di $LLA_{0\text{-}4\ anni}$ nel periodo 1972-1978 era superiore a 40×10^{-5}, scendeva a 20×10^{-5} nel 1979-1984 e tornava a superare 30×10^{-5} nel 1985-1990). Nessun trend tra tassi d'incidenza di leucemia infantile ed intensità stimata di esposizione alle RF generate dai ripetitori radiotelevisivi era evidenziabile quando si escludeva il distretto di Lane Cove. Il cluster spaziale di leucemia infantile in questo specifico distretto, tuttavia, difficilmente poteva essere attribuito all'esposizione a RF generate dai ripetitori radiotelevisivi, in quanto era osservabile ben prima dell'avvio delle trasmissioni da parte del primo ripetitore installato.

In conclusione, gli studi geografici di popolazione condotti sinora non hanno evidenziato cluster spaziali di leucemia infantile associati alla distanza da trasmettitori radiotelevisivi.

Un solo studio ha cercato di valutare la relazione tra distanza dalla sorgente e intensità misurata del campo elettromagnetico (34), con risultati tutt'altro che confortanti dal punto di vista dell'accuratezza dell'indicatore "distanza della residenza dai trasmettitori radiotelevisivi" come proxy dell'esposizione dei residenti a RF.

Sulla base di queste osservazioni, coerenti con quanto atteso a priori (35) e che meriterebbero di essere ulteriormente replicate, si può affermare che le analisi spaziali dei tassi di mortalità o d'incidenza basate esclusivamente sulla distanza da ripetitori radio-TV non sono informative riguardo all'eventuale associazione tra i diversi outcome in studio e l'esposizione a RF generate dai trasmettitori, neppure in riferimento ai livelli di esposizione come medie o gradienti di gruppo.

6. Esiste una relazione tra leucemia e residenza nell'area di 10 km intorno all'impianto di S. Maria di Galeria di Radio Vaticana?

6.1. Introduzione

Negli anni '50 è stato costruito un grande centro radio (Radio Vaticana) a nord di Roma: è costituito da numerosi impianti con potenze di emissione che vanno da 50 a 500 kW che trasmettono in tutto il mondo, collocati su una superficie di circa 450 ettari nella zona di Cesano.

Successivamente si sono sviluppati insediamenti abitativi nelle immediate vicinanze.

Oggi, nell'area di 10 km di raggio dall'epicentro dell'impianto, abitano più di sessantamila persone, con quasi diecimila bambini da 0 a 14 anni (al 1999).

Negli ultimi anni la popolazione residente nell'area ha ripetutamente segnalato sgradevoli interferenze delle trasmissioni vaticane con apparecchi domestici (citofoni, radio, ecc.); infine un sospetto di eccesso di casi di leucemia infantile è stato avanzato da un medico di base locale e inesorabilmente attribuito all'impianto radio; un comitato locale di cittadini è sorto per sostenere quest'ipotesi.

In risposta alle crescenti preoccupazioni della popolazione, la locale Azienda Sanitaria Roma E ha coinvolto l'Osservatorio Epidemiologico della Regione Lazio (OER Lazio), dal 2000 Agenzia di Sanità Pubblica (ASP).

Dal 1996 al 2001 sono stati condotti alcuni studi ecologici descrittivi sulla mortalità e sull'incidenza di leucemia nella zona: sono stati prodotti alcuni rapporti (37, 38) concordanti nell'indicare l'esistenza di un eccesso di mortalità per leucemia ed un eccesso di incidenza di leucemia infantile nell'area, confrontata con il comune di Roma; è stata inoltre sostenuta, sia per la mortalità per tutte le età che per l'incidenza di leucemia infantile, l'esistenza di un gradiente decrescente con la distanza dall'impianto.

6.2. Dati di mortalità

Nella Regione Lazio, i certificati di morte (ISTAT) sono centralizzati da alcuni anni presso l'OER Lazio (oggi ASP) (RENCAM).

I dati di morte sono disponibili in un data base regionale entro poco più di un anno dalla loro compilazione, con un recupero di quasi due anni rispetto alla disponibilità del data base nazionale ISTAT.

L'ASP dispone inoltre di denominatori di popolazione suddivisi per Sezioni censuali ISTAT.

6.3. Morbosità

Non sono disponibili a livello nazionale dati di morbosità per leucemie; esistono tuttavia 14 registri tumori locali che registrano casi incidenti, consentendo una stima dell'incidenza nazionale.

La Regione Lazio dispone di un registro tumori infantili che in modo attivo raccoglie sistematicamente le nuove diagnosi di tumori infantili, anche in visione retrospettiva.

Molti centri di oncologia infantile italiani partecipano all'Associazione Italiana di Ematologia ed Oncologia Pediatrica (AIEOP) segnalando con apposita scheda ad un centro nazionale (Bologna) le nuove diagnosi di leucemia. Tutti i casi vengono centralizzati come

materiale biologico per una "validazione" diagnostica (Padova). Nel Lazio alcuni importanti centri clinici non partecipano all'AIEOP, ma i loro casi sono desumibili dal Sistema Informativo dei Ricoveri Ospedalieri o da diretta segnalazione al registro regionale.

6.4. Dati sulle misurazioni di campi elettromagnetici nell'area di Cesano

Dati sulle rilevazioni di intensità di campo elettrico a RF effettuate nell'area limitrofa gli impianti di Radio Vaticana sono disponibili in alcuni rapporti redatti da ENEA, ANPA, ARPA Lazio, Regione Lazio, ASL 3 competente per territorio (39-43) e Radio Vaticana.

Tutti gli autori di tali rapporti concordano nel sottolineare le difficoltà di procedure standardizzate di queste rilevazioni: strumenti di misura, modalità di rilevazione, tempi di rilevazione e siti di rilevazione sono stati motivo di conflittuale dibattito negli ultimi anni senza che si sia giunto ad una possibile comunione di metodi.

Solo alla fine di gennaio 2001 è stata pubblicata la Guida CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) 211-7 che, seppur in maniera non esaustiva, indica una metodologia per le misure dei campi elettromagnetici tra 10 kHz e 300 GHz.

Sono state effettuate diverse campagne di misura nell'area esterna prossimale all'impianto radio, così come sono state eseguite misurazioni all'interno dell'area dell'impianto e sui muri perimetrali dello stesso.

L'elemento dominante dei dati resi disponibili è la sostanziale assenza di misure che fossero state pianificate allo scopo di valutare l'effettiva esposizione dei casi di leucemia infantile diagnosticati entro l'area di 10 km dal centro dell'impianto radio.

Alcune limitazioni sui dati sono:

- Tutte le misure sono state eseguite per verificare il superamento o meno dei limiti di legge sui campi elettromagnetici intorno all'impianto.
- La stragrande maggioranza delle misure è stata eseguita soltanto nell'area immediatamente adiacente all'impianto.
- Non è noto alcun tentativo di costruire una relazione tra misure del campo elettrico (in volt/metro) e distanza dall'impianto, per quanto la distanza dall'impianto sia poi stata usata quale surrogato dell'esposizione.
- Mancano misure in interni: quasi tutte le misure sono state effettuate fuori delle abitazioni nelle cosiddette pertinenze (balconi, terrazze, cortili, ecc.), perché la loro finalità era quella della misura del rientro o meno nei limiti del DM 381/1998, che prevede il rispetto del livello di cautela in questi siti.
- Scarse sono le misure prolungate nel tempo per lo stesso punto.
- Mancano misure continuative effettuate in relazione ai coni ed agli orari di trasmissione delle diverse lunghezze d'onda della Radio Vaticana.
- Gli stessi autori dei rapporti delle campagne di misura concordano indipendentemente nel riconoscere la grande difficoltà di misure omogenee ripetibili e pulite da covariate confondenti.

In conclusione, ad oggi, non risulta esistere una misura della possibile esposizione ad emissioni dall'impianto di Radio Vaticana utile ad uno studio di associazione con i casi di leucemia infantile.

6.5. Uso della distanza quale surrogato dell'esposizione

Partendo dall'ipotesi che l'impianto radio emetta radiazioni associabili alla leucemia in modo uniforme nel tempo e nella dose ed equidirezionali, l'ASP Lazio ha usato, quale surrogato dell'esposizione, la distanza aerea da un punto centrale dell'area dell'impianto ed il centroide della sezione censuale ISTAT ove erano residenti i casi al momento della diagnosi o v'era l'ultima residenza dei deceduti: sono stati definiti cinque cerchi concentrici con incrementi di 2 km ciascuno, da 0 a 10 km.

Le perplessità che sorgono nell'uso della distanza aerea quale surrogato dell'esposizione sono dovute a:

- Il punto di partenza, al centro dei 400 ettari del territorio dell'impianto, non corrisponde alla fonte di emissione: infatti il sistema di antenne da onde medie dal quale dipendono le principali emissioni (costituito da 4 torri) è collocato ad alcune centinaia di metri dal centro: un diametro dell'area arriva vicino ai 2 km.
- Le antenne non hanno emissioni omnidirezionali, bensì sono decisamente direzionali e puntano a coni diversi in diverse ore del giorno e per durate diverse.
- Le trasmissioni sono intermittenti e direzionali e le loro durate nelle varie direzioni non sono le stesse.
- La zona è collinare (ad esempio da alcune zone le antenne sono visibili, da altri settori no).
- Non si tiene conto delle numerose fonti di interferenza possibili dentro e fuori dalle case.
- Non si valorizza l'esposizione negli ambienti interni.
- Si assume erroneamente che le radiazioni RF penetrino all'interno delle abitazioni senza attenuazione, mentre, di fatto, sono schermate da muri e da altri ostacoli (per apprezzare il peso di questo fattore, si veda quanto osservato in merito allo studio di McKenzie *et al.* (34) nella sezione 5.5.2).

7. Risultati

7.1. Mortalità

L'analisi di mortalità per tutte le età per gli anni 1987-1998 è stata effettuata dall'ASP Lazio per diversi gruppi di cause anche per le unità censuali giacenti entro 10 km dal centro radio di S. Maria di Galeria (38): i rapporti standardizzati di mortalità sono stati calcolati rapportando i decessi segnalati nei residenti nella zona con i decessi attesi applicando il tasso di mortalità per lo stesso anno e causa dell'intero comune di Roma.

Non si avevano differenze significative di mortalità per le cause indagate, inclusa la leucemia per i due sessi.

Negli anni 1987-1998 sono stati segnalati, in totale e su tutte le età, 40 decessi per leucemia tra i residenti, al momento della morte, nell'area di recente insediamento urbano di raggio 10 km da Radio Vaticana (21 tra gli uomini e 19 tra le donne). Un numero di casi inferiore a quello atteso applicando i tassi di mortalità di Roma.

Tuttavia, i deceduti per leucemia (a qualunque età e per qualunque tipo istologico) e sono stati analizzati, separatamente per i due sessi, e per distanza tra il centroide della sezione censuale comprendente la residenza al momento della morte ed il centro geografico del territorio dell'impianto Vaticano; la distanza è stata classificata in 5 bande concentriche di 2 km di incremento, da 0 a 10.

Confrontando il numero di morti osservato con quello atteso applicando i tassi di mortalità del comune di Roma, sebbene in nessuna delle bande il numero di morti osservati superi significativamente quelli attesi (anzi in alcuni punti l'SMR è inferiore ad 1); risulta statisticamente significativo il test per il decremento con la distanza (Test di Stone p= 0,03), ma soltanto per i maschi (Tabella 2).

Tabella 2. Radio Vaticana e maschi deceduti adulti (>14 anni) per leucemia nei 10 km: casi osservati ed attesi nei 12 anni dal 1987 al 1998

Distanza calcolata dal centroide della sezione censuale alla morte *su 5 bande*						**Totale**	**Stone**
Distanza km	**0-2**	**2-4**	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**0-10**	
Attesi	0,69	3,68	7,22	6,25	4,35	22,2	0,03
Osservati	2	6	7	5	1	21	
SMR	290	163	97	80	23	95	

Distanza calcolata dall'abitazione di residenza alla morte					**Totale**	**Stone**
Distanza km	**0-4***	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**0-10**	
Attesi	4,37	7,22	6,25	4,35	22,19	0,06
Osservati	6	8	6	1	21	
SMR	137	111	96	23	95	
**Nessun morto entro i 2 km dal Centro Radio*						

Sostituendo al centroide della sezione censuale le coordinate geografiche della reale abitazione del deceduto, quale indirizzo al momento della morte, cade il primo anello (0-2 km) ove non ci sono morti ed il P calcolato con il test di Stone diventa 0,06.

I morti adulti sostanzialmente sono casi di leucemia dell'anziano: l'età media d'età di 65 anni, con una mediana di 71 anni ed il 71% con età superiore a 65 anni: quindi si tratta di leucemie ben diverse da quelle pediatriche.

Per le donne non v'è alcun segnale di distribuzione spaziale usando l'una o l'altra delle misure di distanza (Tabella 3).

Tabella 3. Radio Vaticana e donne decedute adulte (>14 anni) per leucemia nei 10 km: casi osservati ed attesi nei 12 anni dal 1987 al 1998

Distanza calcolata dal centroide della sezione censuale alla morte						**Totale**	**Stone**
su 5 bande							
Distanza km	**0-2**	**2-4**	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**0-10**	
Attesi	0	2,32	4,71	4,13	3,62	15,2	0,86
Osservati	0	3	5	6	5	19	
SMR	0	129	106	145	138	125	

Distanza calcolata dall'abitazione di residenza alla morte					**Totale**	**Stone**
Distanza km	**0-4***	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**0-10**	
Attesi	2,32	4,71	4,13	3,62	14,78	0,12
Osservati	6	2	5	6	19	
SMR	259	42	121	166	129	
**Nessun morto entro i 2 km dal Centro Radio*						

7.2. Incidenza della leucemia

Dal Registro Regionale delle Leucemie Infantili è stato costruito il trend di incidenza di leucemia infantile per il comune di Roma per gli anni di diagnosi 1987-1999: un trend costante nel tempo.

Il confronto tra i tassi di incidenza per leucemia infantile, per i 13 anni considerati, tra il comune di Roma e l'area di residenza entro 10 km dal Centro, non mostra differenze significative (SIR = 1,22; IC 95% = 0,56-2,27). Sette casi di leucemia linfoide acuta ed una caso di mieloide acuta sono stati identificati nei tredici anni dal 1987 al 1999 in bambini da 0 a 14 anni residenti da almeno sei mesi dalla diagnosi nell'area che circonda per 10 km il Centro di S. Maria di Galeria. La Figura 2 ne mostra l'andamento nel tempo per sesso ed età.

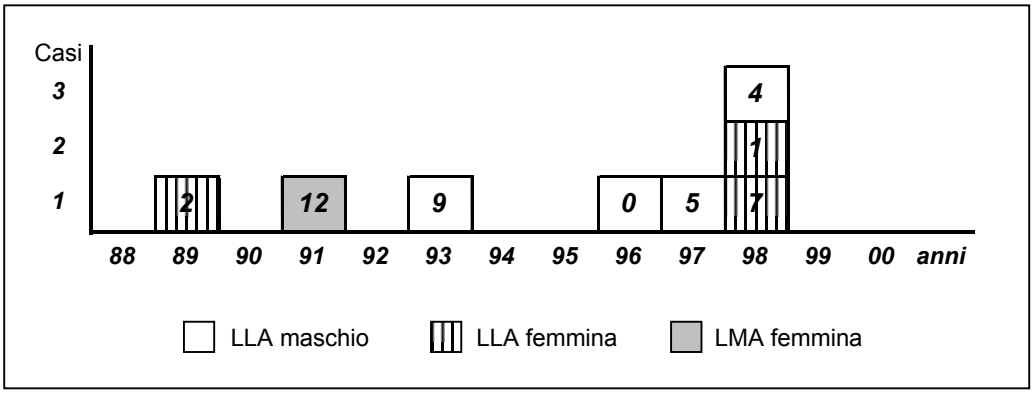


Figura 2. Casi di leucemia in residenti nei 10 km da Radio Vaticana per anno di diagnosi e sesso (nelle caselle l'età alla diagnosi)

Degli otto casi, sei risiedevano nell'area dalla nascita e due vi sono giunti successivamente (il caso di LMA ed un caso di LLA di cinque anni): la Figura 3 mostra la distribuzione del tempo tra inizio della residenza e diagnosi per età e sesso; 4 casi sono stati diagnosticati tra bambini che vivevano da più breve tempo nella zona, contrariamente all'ipotesi di un'associazione tra esposizione residenziale e leucemia.

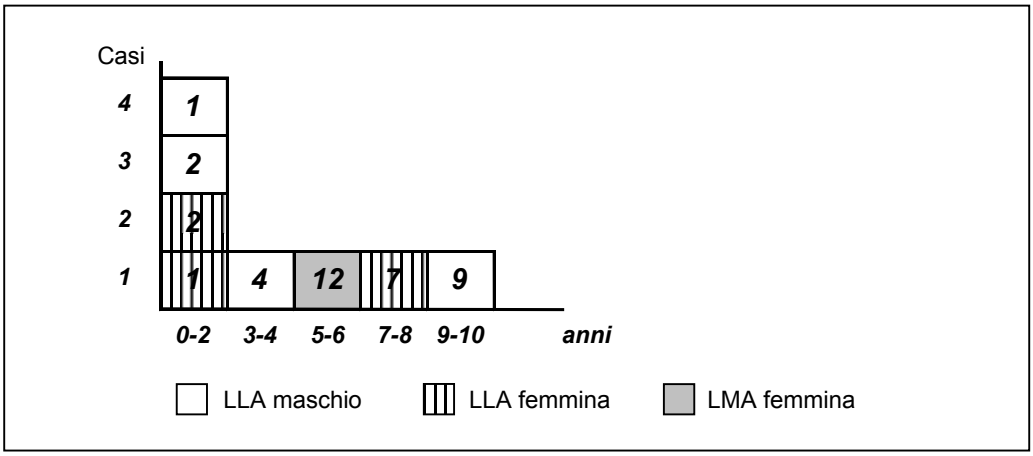


Figura 3. Durata della residenza nei 10 km da Radio Vaticana dei casi di leucemia (nelle caselle l'età alla diagnosi)

In assenza di qualsiasi misura di esposizione a radiazioni provenienti dall'antenna vaticana è stato ipotizzato che la distanza omogenea da un singolo punto, posto al centro geometrico dell'area del Centro radio, fosse un surrogato dell'esposizione.

È stato quindi assunto che l'esposizione diminuisse in maniera uniforme all'aumentare della distanza dal punto centrale.

È stata formulata la seguente ipotesi di associazione tra esposizione e leucemia: l'incidenza di leucemia diminuisce all'aumentare della distanza tra il centro geometrico del territorio della stazione radio ed il centroide della sezione censuale contenente la residenza del caso.

Per verificare quest'ipotesi, anche per i casi incidenti, sono stati arbitrariamente definiti cinque anelli concentrici di omogenea distanza (in km) dal centro: rispettivamente di 2, 4, 6, 8 e 10 km (Figura 4).

La popolazione infantile residente in ciascun anello è stata stimata dalle sezioni censuali raccolte negli anelli, mentre l'appartenenza della residenza dei casi al momento della diagnosi alla specifica sezione censuale definiva l'appartenenza ad un singolo anello.

I limiti di confidenza al 95% del SIR calcolato per ciascun anello contengono sempre l'unità, quindi in nessun anello si raggiunge una significativa differenza con l'incidenza stimata per il comune di Roma, né v'è differenza per l'intera area di 10 km.

Nel primo anello i casi attesi nei tredici anni considerati sono 0,16, mentre invece è stato diagnosticato un caso di leucemia in un bimbo di 9 anni nel 1993.

La semplice regressione lineare tra distanza e SIR è debolmente significativa, ma è fortemente condizionata dai suoi estremi (il caso più vicino all'impianto ed i due zeri degli ultimi due anelli).

Per evitare l'effetto di casi estremi sulla regressione (1 caso in 0-2 km e zero in 6-8 km, 8-10 km) è stato applicato il test di Stone, test costruito proprio per verificare la significatività di

associazioni inverse tra distanza da una sorgente puntiforme di esposizione ed incidenza di eventi.

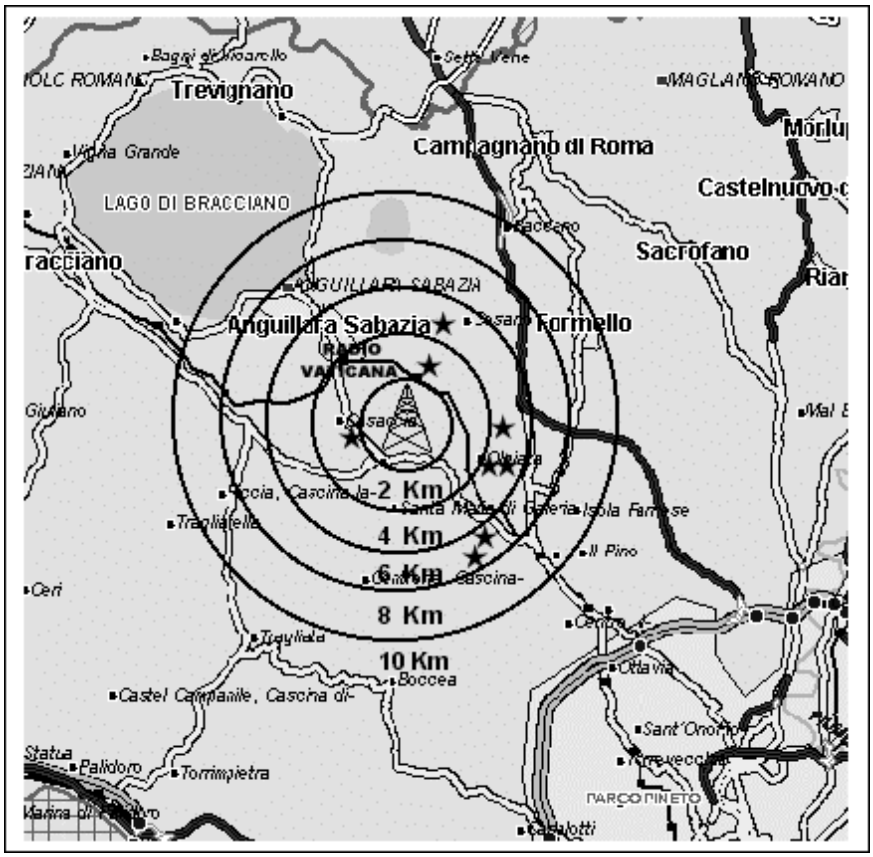


Figura 4. Carta geografica della zona con casi incidenti (1987-99) di leucemia infantile (stelle) per residenza alla diagnosi e cerchi dal centro di Radio Vaticana di raggi 0-4 km, 4-6 km, 6-8 km, 8-10 km

Nel rapporto dell'ASP Lazio il test di Stone sui casi attesi ed osservati (1-2-5-0-0) dei cinque anelli concentrici è statisticamente significativo (p=0,04), ma lo stesso test di Stone basato sulla regressione isotonica ordinale (44), perde di precisione quando applicato ad anelli privi di casi osservati, quali gli anelli 6-8 e 8-10 km, nel caso in questione, per cui è suggeribile diversa aggregazione spaziale dei casi.

Riformulando quindi l'aggregazione degli otto casi di leucemia infantile nelle prime tre bande che contengono i casi, sia pure con incrementi di raggio disuguali (0-2 km, 1 caso; 2-4 km due casi e 4-10 km cinque casi) il test offre un valore di p= 0,04 debolmente significativo (Tabella 4).

Se si escludesse il caso di leucemia mieloide diagnosticata in un bimbo di 12 anni nel 1991, residente nel terzo anello, il test di Stone diventerebbe non significativo (p= 0,09).

Pur nella correttezza dei metodi, la significatività rilevata non è robusta, infatti la distanza viene calcolata come distanza aerea tra il centro dell'impianto ed il centro dell'unità censuale contenente la residenza del caso; sostituendo a questo punto d'arrivo la ben più razionale

residenza effettiva del caso, determinata con le coordinate geografiche, la serie diventa di 2-4-2 casi nei tre anelli utili (0-4; 4-6; 6-10) ed il test di Stone offre p= 0,16; decisamente non significativo (Tabella 4).

Tabella 4. Radio Vaticana e casi incidenti di leucemia infantile: casi osservati ed attesi nei 13 anni dal 1987 al 1999

Distanza calcolata dal centroide della sezione censuale alla morte						**Totale**	**Stone**
su 5 bande							
Distanza km	**0-2**	**2-4**	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**0-10**	
Attesi	0,16	0,86	2,66	1,74	1,1	6,57	0,004
Osservati	1	2	5	0	0	8	
SIR	6,3	2,3	1,9	0	0	1,2	
su 3 bande							
Distanza km	**0-2**	**2-4**	**4-10**			**0-10**	
Attesi	0,16	0,86	5,54			6,56	0,036
Osservati	1	2	5			8	
SIR	6,3	2,3	0,9			1,2	
Distanza calcolata dall'abitazione di residenza alla morte						**Totale**	**Stone**
Distanza km	**0-4**	**4-6**	**6-10**			**0-10**	
Attesi	1,02	2,66	2,88			6,56	0,16
Osservati	2	4	2			8	
SIR	1,96	1,50	0,69			1,2	

Anche i denominatori della popolazione in ciascun anello si basano sulla loro residenza nella sezione censuale compresa nell'anello e non sulla distanza reale tra la loro casa ed il centro dell'impianto; è ben evidente, però, che mentre per alcune migliaia di bambini di età 0-14 anni l'errore di misura (in più o in meno) si compensa da solo, questo non è vero per i pochissimi casi incidenti in ciascun anello (2-4-2).

L'assenza di una relazione distanza-esposizione non concede alternativa all'uso del centro dell'impianto vaticano quale punto di partenza delle distanze: il punto di partenza potrebbe essere una singola antenna, ma definendone anche la direzione e la durata di emissione e le relative intensità nei tredici anni considerati.

I dati raccolti, sia per mortalità che per incidenza, nell'area intorno alla zona di Radio Vaticana sono troppo limitati per dare significatività a qualsiasi ipotesi di associazione. Anche nella nostra analisi appaiono limiti facilmente individuabili:

- Le misure della distanza geografica sono comunque imprecise: basti considerare il fatto che il centro dell'impianto quale surrogato di un punto di emissione delle onde radio può essere distante alcune centinaia di metri dalle singole antenne dell'impianto, sia accorciando che allungando la distanza dal caso.

- Anche il secondo estremo dell'ideale segmento è, in alcuni casi, impreciso: il condominio "Olgiata" copre un'area molto vasta e l'indirizzo residenziale si riferisce soltanto al portierato.
- Non si tiene conto della posizione e dell'orientamento dell'abitazione nel singolo edificio, mentre sappiamo che gli ostacoli fisici (mura, cavi elettrici, inferriate, ecc.) possono influenzare l'eventuale esposizione.
- Non è documentato un tempo/uomo di esposizione.
- Non sono considerate covariate potenzialmente importanti.
- Due casi incidenti sono avvenuti in bambini residenti all'interno della sede di una importante stazione di comunicazione dotata di radar della Marina Militare Italiana (località Santa Rosa).

8. Conclusioni

8.1. Sulle conoscenze biologiche

In merito alle conoscenze biologiche disponibili il gruppo di studio concorda con le seguenti conclusioni:

- La parola "leucemia" aggrega numerose entità cliniche che si differenziano sostanzialmente per meccanismo patogenetico e per target di popolazione, tanto che appare improvvida l'aggregazione in un'unica categoria, specialmente quando si cerchino fattori di rischio etiologici.
- Le leucemie presumibilmente sono diverse anche per il meccanismo etiologico, che dovrebbe riconoscere una molteplicità di fattori, nessuno dei quali da solo capace di determinare la malattia.
- Nella leucemia infantile v'è una convincente evidenza sull'esistenza di un processo leucemogeno che inizia già nella vita fetale: questo dovrebbe porre grande attenzione su fattori di rischio genetici, comportamentali ed ambientali delle madri.
- Gli innumerevoli studi su animali, linee cellulari ed altri modelli biologici, testimoniano un'assenza di effetti biologici significativi dei campi elettromagnetici a radio frequenza tali da configurare un rischio di salute trasferibile all'uomo.

8.2. Sulle conoscenze disponibili sull'associazione tra campi RF e salute

Per quanto concerne lo stato delle conoscenze su campi RF e salute, il gruppo condivide la posizione dell'OMS (9):

> Sull'argomento degli effetti biologici e delle applicazioni mediche delle radiazioni non ionizzanti sono stati pubblicati circa 25.000 articoli negli ultimi 30 anni.
> Nonostante alcune persone abbiano la sensazione che ci sia bisogno di più ricerca, oggi le conoscenze scientifiche in questo ambito sono più estese che in quello relativo a molti contaminanti chimici.
> Sulla base di un'approfondita revisione della letteratura scientifica l'OMS ha concluso che le attuali evidenze non depongono per effetti negativi sulla salute dell'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza di bassa intensità. Tuttavia, esistono ancora alcuni gap conoscitivi sugli effetti biologici da colmare mediante ulteriori ricerche.

8.3. Sui metodi

Per quanto concerne gli studi epidemiologici finora pubblicati sull'associazione tra salute e campi elettromagnetici il gruppo condivide le conclusioni di A.J. Swerdlow (35):

> Gli studi epidemiologici sul potenziale effetto delle RF hanno generalmente incluso scarse misure di esposizione o in alcuni casi nessuna misura così che resta incerto il livello di esposizione alle RF dei soggetti in studio e talvolta addirittura non è certo che i soggetti studiati abbiano avuto una qualsiasi esposizione.
> Le scarse misure disponibili diminuiscono la capacità degli studi di determinare se vi sia un'associazione con le RF e il rischio di una malattia ed anche ove sia trovato un rischio aumentato la scarsità di misure diminuisce la capacità di giudicare se l'associazione è causale.
> Per questo motivo, gli studi futuri dovranno migliorare la dosimetria ed in particolare dovranno includere misure di esposizione individuale, non solo misure di esposizione di gruppi di soggetti, o almeno delle buone stime.
> Per realizzare questo obiettivo ci sarà bisogno di una intensa collaborazione tra epidemiologi e tecnici di dosimetria sia per migliorare l'uso delle informazioni dosimetriche esistenti che per incorporare misure di esposizione come una parte integrale della raccolta dati per gli studi epidemiologici.

8.4. Sull'area del Centro di S. Maria di Galeria

In merito alla zona laziale di Cesano il gruppo di studio concorda con le seguenti conclusioni:

- Studi ecologici, quale quello presentato dalla ASP Lazio nella zona di Cesano, hanno poche probabilità di essere informativi sulla relazione tra campi elettromagnetici e leucemia, ancor più quando mancano precisi dati sull'esposizione individuale, mentre gli stessi disegni di studio sono stati spesso causa di allarmi di popolazione non successivamente suffragati da dati scientifici validi.
- I dati esaminati non dimostrano una relazione tra emissioni radio del Centro di Radio Vaticana di S. Maria di Galeria ed incidenza e mortalità per leucemie infantili.
- La mortalità e l'incidenza di leucemia infantile della zona circondante per 10 km la radio non sono diverse da quelle del comune di Roma.
- La postulata associazione tra distanza dall'impianto e incidenza decrescente di leucemia infantile non è confortata da sufficiente validità statistica.
- Non è dimostrato né un eccesso di incidenza di leucemia nella zona di 10 km dalla Radio Vaticana, né un decremento del rischio a distanza crescente dall'impianto.
- I dati sulle misure di campo elettrico disponibili dalle campagne di misurazione effettuate dal 1998 al 2001 (aprile) non avvalorano l'ipotesi che la distanza possa essere un valido surrogato dell'intensità di esposizione della popolazione e quindi non sostengono un'associazione tra l'impianto radio e le leucemie infantili avvenute in residenti nella zona.
- Gli attesi numeri di casi sono troppo piccoli per far emergere da uno studio ecologico associazione tra esposizione e leucemia.

- Nell'analisi descrittiva della mortalità adulta vi è un'inspiegabile inconsistenza tra maschi e femmine, quando, invece, la maggior permanenza delle donne in casa potrebbe essere associata a maggior esposizione a campi da RF e conseguentemente, se l'ipotesi fosse corretta, dovrebbe esserci più leucemia che nei maschi.
- Non v'è né base biologica né consistenza epidemiologica su una eventuale relazione tra esposizione a radiofrequenza e rischio di tumori.
- Nell'analisi di incidenza sono messe insieme almeno tre forme diverse di leucemia (3 casi di LLA <2 anni; 4 casi di LLA tra 4 e 9 anni ed un caso di LMA di 12 anni) che probabilmente non condividono uguali meccanismi etiologici (vedi sezione 5).
- La similitudine tra mortalità per tutte le leucemie per tutte le età (ma i morti negli adulti sono oltre il 95% del totale) è inappropriata data la grande differenza tra le diverse leucemie.
- Gli studi finora condotti non prendono in considerazione possibili confondenti o altri fattori di rischio di leucemia infantile (dal fumo della madre alla compresenza di Sindrome di Down, ad alterazioni dei meccanismi di risposta alle infezioni o altre contaminazioni ambientali).
- Nella zona 0-10 km vi sono altre stazioni produttrici di campi elettromagnetici (es. c'è un centro di comunicazione della Marina Militare Italiana), non considerate negli studi effettuati.
- L'indagine è stata condotta "a posteriori", dopo che localmente era nato l'allarme per casi di leucemie "causati" dalle antenne vaticane: sono stati condotti studi che appaiono più intenzionati a trovare una qualche significatività statistica "any possibile" per supportare l'associazione, piuttosto che una verifica "fredda" dell'ipotesi zero (nessuna associazione), questo fortemente pregiudica il calcolo di una vera probabilità statistica di qualsiasi risultato.
- La trascuratezza verso la misura di esposizione appare non giustificata data la rilevanza data al fenomeno ed il lungo tempo trascorso dal primo allarme.
- Allo stato attuale è doveroso non trascurare le preoccupazioni di tanti genitori, anche se per un rischio solo potenziale; è altresì necessario non distogliere, con fatti non accertati, l'attenzione da fattori di rischio certi per la salute dei nostri bambini.
- La possibilità di evitare anche pochi casi di leucemia nell'infanzia va considerato un dovere morale della nostra società, così come è un dovere dei tecnici quello di offrire evidenze obiettive, trasmesse in modo chiaro e completo.

8.5. Per il monitoraggio epidemiologico in Italia

Richieste pressanti spesso guidate dai media, per l'indagine di fenomeni localizzati di aggregazioni di casi di cancro, sono diventati una caratteristica della nostra società moderna.

Un fatto non limitato all'Italia, dove pure è in continua crescita negli ultimi anni, che è presente negli Stati Uniti, nel Regno Unito, ed in altri Paesi sviluppati ormai da molti anni. Il cancro provoca emotività specialmente quando colpisce i bambini ed è quindi assolutamente comprensibile la preoccupazione di comunità che hanno la percezione di aggregazioni non usuali di casi di cancro e che vogliono proteggere i loro bambini.

Situazioni di questo tipo ne esistono molte ed è presumibilmente che il loro numero cresca nel prossimo futuro.

È quindi necessario organizzare una risposta coerente e rapida per la quale alcune azioni sono raccomandabili in Italia:

- lo sviluppo di registri regionali del cancro nelle regioni dove non esistono;
- un forte coordinamento dei registri locali in un registro nazionale del cancro;
- la creazione di un gruppo di studio nazionale per le statistiche di piccole aree che lavorasse in intimo contatto con il registro nazionale e conducesse un'attività continua di sorveglianza della distribuzione geografica e temporale del cancro in Italia e fosse disponibile l'indagine di campo su sospetti cluster.

9. Priorità di ricerca individuate a livello internazionale

Nell'ambito nel Progetto Internazionale dell'OMS denominato EMF sono state definite priorità di ricerca, in ambito dosimetrico, sperimentale ed epidemiologico (36).

Per quanto riguarda, in particolare, la ricerca finalizzata a valutare l'eventuale cancerogenicità delle RF, l'OMS individua i seguenti argomenti prioritari in ambito epidemiologico:

(a) sviluppo di strumenti e metodi accurati di misura dell'esposizione individuale a RF;

(b) studi sugli utilizzatori di telefoni cellulari e su gruppi professionali con elevata esposizione a RF, nei quali l'esposizione individuale sia ben caratterizzata;

(c) studi su esposti a radar (in particolare i nuovi sistemi ultra-wide band).

L'OMS non ritiene che gli studi su popolazioni esposte a sorgenti puntuali di RF, quali i trasmettitori radiotelevisivi o le antenne radio-base per la telefonia cellulare, possano essere considerati informativi a causa dei modesti livelli di esposizione e delle connesse difficoltà di valutazione dell'esposizione (11).

BIBLIOGRAFIA

1. Italia. Decreto Ministeriale 10 aprile 2001. Istituzione del Gruppo di studio sullo stato attuale delle conoscenze scientifiche in materia di esposizione a campi a radiofrequenza e leucemia infantile, in rapporto alle relative problematiche nell'area di Cesano.
2. Biondi A *et al*. Biological and therapeutic aspects of infant leukemia. *Blood* 2000;96:24-33.
3. Borhardt A, Cazzaniga G et al. Incidence and clinical relevance of TEL/AML1 fusion genes in children with acute lymphoblastic leukemia enrolled in the German and Italian multicenter therapy trials. *Blood* 1997;90:571-7.
4. Greaves M. Molecular genetics, natural history and the demise of childhood leukaemia. *Eur J Cancer* 1999;35:1941-53.
5. Wiemels JL, Cazzaniga G et al. Prenatal origin of acute lymphoblastic leukemia in children. *Lancet* 1999;354:1499-503.
6. Greaves MA. Etiology of acute leukemia. *Lancet* 1997;349:344-9.
7. WHO – International EMF Project. Electromagnetic fields and public health: physical properties and effects on biological systems. Fact sheet 182. Versione in italiano. Disponibile all'indirizzo: http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/fact_italian.htm.
8. International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 1998;74:494-509.
9. WHO International EMF Project. Electromagnetic fields and public health: Health effects of radiofrequency fields. Fact Sheet 183. Versione in italiano. Disponibile all'indirizzo: http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/fact_italian.htm.
10. Mantiply ED, Pohl KR, Poppell SW, Murphy JA. Summary of measured radiofrequency electric and magnetic fields (10 kHz to 30 GHz) in the general and work environment. *Bioelectromagnetics* 1997;18:563-77.
11. WHO International EMF Project. Electromagnetic fields and public health: The International EMF Project. Fact Sheet 181. Versione in italiano. Disponibile all'indirizzo: http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/fact_italian.htm.
12. Repacholi MH. Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics* 1998;19:1-19.
13. Krewski D, Byus CV, Glickman BW, Lotz WG, Mandeville R, McBride ML, Prato FS, Weaver DF. Potential health risks of radiofrequency fields from wireless communication devices. *J Toxicol Environ Health* 2001;4:1-143.
14. Krewski D, Byus CV, Glickman BW, Lotz WG, Mandeville R, McBride ML, Prato FS, Weaver DF. (2001). Recent advances in research on radiofrequency fields and health. *J Toxicol Environ Health* 2001;4:145-59.
15. Independent Expert Group on Mobile Phones (IEGMP). Mobile phones and health. Chilton, Didcot (UK): National Radiological Protection Board; 2000. Disponibile all'indirizzo: www.iegmp.org.uk.
16. Valberg PA. Radio frequency radiation (RFR): the nature of exposure and carcinogenic potential. *Cancer Causes Control* 1997;8:323-32.
17. Verschaeve L, Maes A. Genetic, carcinogenic and teratogenic effects of radiofrequency fields. *Mut Res* 1998;410:141-65.

18. Repacholi MH, Basten A, Gebski V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymhomas in Eμ-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res* 1997;147:631-40.

19. Swerdlow AJ. Epidemiology of chronic diseases in relation to radiofrequency radiation exposure: issues in interpretation of the current literature and future directions for research. In: Bernhardt JH, Matthes R, Repacholi MH (Ed.). *Non-thermal effects of RF electromagnetic fields*. Munich, Germany: ICNIRP 3/97; 1997. p. 191-8.

20. Elwood JM. A critical review of epidemiologic studies of radiofrequency exposure and human cancer. *Environ Health Perspect* 1999;107(suppl. 1):155-68.

21. Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ. Cause-specific mortality in cellular telephone users. *JAMA* 1999;282:1814-6.

22. Hardell L, Näsman Å, Påhlson A, Hallquist A, Hansson Mild K. Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: a case-control study. *Int J Oncol* 1999;15:113-6.

23. Muscat JE, Malkin MG, Thompson S, Shore RE, Stellman SD, McRee D, Neugut AI, Wynder EL. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000;284:3001-7.

24. Inskip PD, Tarne RE, Hatch EE, Wilcosky TC, Shapiro WR, Selker RG, Fine HA, Black PM, Loeffler JS, Linet MS. Cellular-telephone use and brain tumours. *N Engl J Med* 2001;344:79-86.

25. Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, Olsen JH. Cellular telephones and cancer – a nationwide cohort study in Denmark. *J Natl Cancer Inst 2001*;93(3):203-7.

26. Nelson NJ. Recent studies show cell phone use is not associated with increased cancer risk. *J Natl Cancer Inst* 2001;93(3): 170-2.

27. Cardis E, Kilkenny M. International case-control study of adult brain, head and neck tumours: results of the feasibility study. *Radiat Prot Dosimetry* 1999;83:179-183.

28. Lagorio S, Ardoino L, D'Ippoliti D, Forastiere F, Galiè E, Iavarone I, Jandolo B, Martuzzi M, Polichetti A, Salvan A, Vecchia P. Tumori del distretto cervico-encefalico e uso dei telefoni cellulari: uno studio epidemiologico internazionale. *Notiziario Ist Super Sanità* 2001;14(2):3-9.

29. Selvin S, Schulman J, Merrill DW. Distance and risk measures for the analysis of spatial data: a study of childhood cancers. *Soc Sci Med* 1992;34(7):769-77.

30. Maskarinec G, Cooper J, Swygert L. Investigation of increased incidence in childhood leukemia near radio towers in Hawaii: preliminary observations. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1994;13:33-37.

31. Dolk H, Shaddick G, Walls P, Grundy C, Thakrar B, Kleinschmidt I, Elliott P. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield transmitter. *Am J Epidemiol* 1997;145:1-9.

32. Dolk H, Elliott P, Shaddick G, Walls P, Thakrar B. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. II. All high power transmitters. *Am J Epidemiol* 1997;145:10-7.

33. Hocking B, Gordon IR, Grain HL, Hatfield GE. Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. *Med J Australia* 1996;165:601-5.

34. McKenzie DR, Yin Y, Morrell S. Chlidhood incidence of acute lymphoblastic leukaemia and exposure to broadcast radiation in Sydney – a second look. *Aust N Z J Public Health* 1998;22:360-7.

35. Swerdlow AJ. Measurement of radiofrequency radiation exposure in epidemiological studies. *Radiat Prot Dosimetry* 1999;83(1-2):149-53.

36. WHO International EMF Project. *Agenda for research*. Disponibile all'indirizzo: http://www.who.int/peh-emf/research_agenda/agenda_intro.htm; ultima consultazione 31/05/99.

37. Regione Lazio, Osservatorio Epidemiologico. Indagine epidemiologica tra i residenti in prossimità della stazione Radio Vaticana di Roma. Draft 1999.

38. Regione Lazio, Agenzia Sanità Pubblica. Mortalità per leucemia nella popolazione adulta ed incidenza di leucemia infantile in un'area caratterizzata dalla presenza di un sito di emissioni di radiofrequenze. Draft, aprile 2001.

39. Regione Lazio, Dipartimento Ambiente e Protezione Civile. Relazione conclusiva sulla caratterizzazione elettromagnetica del sito di Radio Vaticana. Draft, 8/11/99.

40. ENEA. Relazione sulle misure di campo elettromagnetico delle emissioni di Radio Vaticana nelle zone di Cesano e Osteria Nuova. Draft, maggio 1999.

41. Antonucci G, D'Anastasio P, Mancini S, Moro A, Zambotti A. Misure di campo elettromagnetico a radiofrequenza nell'area circostante la stazione della Radio Vaticana di Santa Maria di Galeria (Roma). Relazione Tecnica ENEA, 9/4/01.

42. ANPA. Rilevazioni di inquinamento elettromagnetico da emittenti del centro Radio Vaticana di S. Maria di Galeria. Relazione Tecnica, 9/4/01.

43. ANPA, ARPA Lazio, Ministero Comunicazioni. Rilevazioni del campo elettromagnetico generato dagli impianti emittenti del Centro Radio Vaticano di Santa Maria di Galeria. Relazione Tecnica, aprile 2001.

44. Barlow RE, Bartholemew DJ, Bremmer JM, *et al. Statistical inference under order restrictions: the theory and application of isotonic regression*. New York: Wiley; 1972.

English version

1. Introduction

In May 2001, the Italian Minister of Health, Professor Umberto Veronesi, constituted a group of technical experts, who are authors of this report, with the task of analyzing the current state of scientific knowledge about radiofrequency waves and childhood leukemia, with specific reference to the recently identified situation in the Cesano area.

A Ministerial Decree (1) gave the group 60 days to complete their task and allowed them to freely consult with outside experts. This report presents the work of the group.

2. Methods

The group conducted the following activities:

- Review of the scientific literature on radiofrequency electromagnetic fields and their effects on health.
- Consultation with individual Italian and foreign experts who are leaders in the field.
- Consultation with technical experts who were involved in studying the problem in Lazio, including technical specialists from the Vatican.
- Statistical evaluation of the data collected.

3. Leukemia in children

Leukemia is a relatively rare disease, affecting an estimated 40-45 children per million population (0-14 years of age) annually. In Italy, approximately 450 cases are diagnosed per year. Of these, approximately 75% are Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL), 20% are various forms of Acute Myoblastic Leukemia (AML), and approximately 4% are chronic forms of leukemia.

The disease most frequently occurs in the 2-5 year age group, and primarily affects children who have not previously suffered from any major health problems and who appeared to be healthy until shortly before the onset of the first symptoms.

Little is known about the causes of what is in a certain sense a group of diseases. Unlike many types of solid tumors seen in adults, little or nothing can be done to prevent the leukemias in either children or adults at present. There are several important aspects to leukemia which are relevant here. First of all, the behaviour of ALL is completely different in adults and children: in the latter, little progress has been made in outcome over the years in adults whereas the (same) disease is now frequently curable in children.

Furthermore, it is clearly demonstrated from experimental studies that the causes of the different sub-types of leukemia are likely to be different.

A great deal of progress has been made in treatment, especially in the most common form of the disease, ALL. Until the end of the 1956, the possibility of cure (defined as survival for at least five years after diagnosis with no further manifestation of clinical or hematologic evidence of the disease), was negligible. In the last 30 years, however, clinical and biologic research has resulted in ever-improving outcomes, with cure achieved in 75% of cases. Recently, the use of bone marrow transplants have resulted in even higher success rates, offering the possibility of cure even in cases unresponsive to standard chemotherapy. In Italy, in the “out of treatment”

cancer registry, there are currently more than 4000 young adults who were diagnosed during childhood as having leukemia and are now considered cured.

National data of leukemia mortality (ICD-IX: 204-208) by age are reported in Figure 1 (ISTAT, Statistical Office of the Istituto Superiore di Sanità). The trend looks relatively constant in time and adult leukemia takes about 95% of total mortality; in this graph all types of leukemia are included.

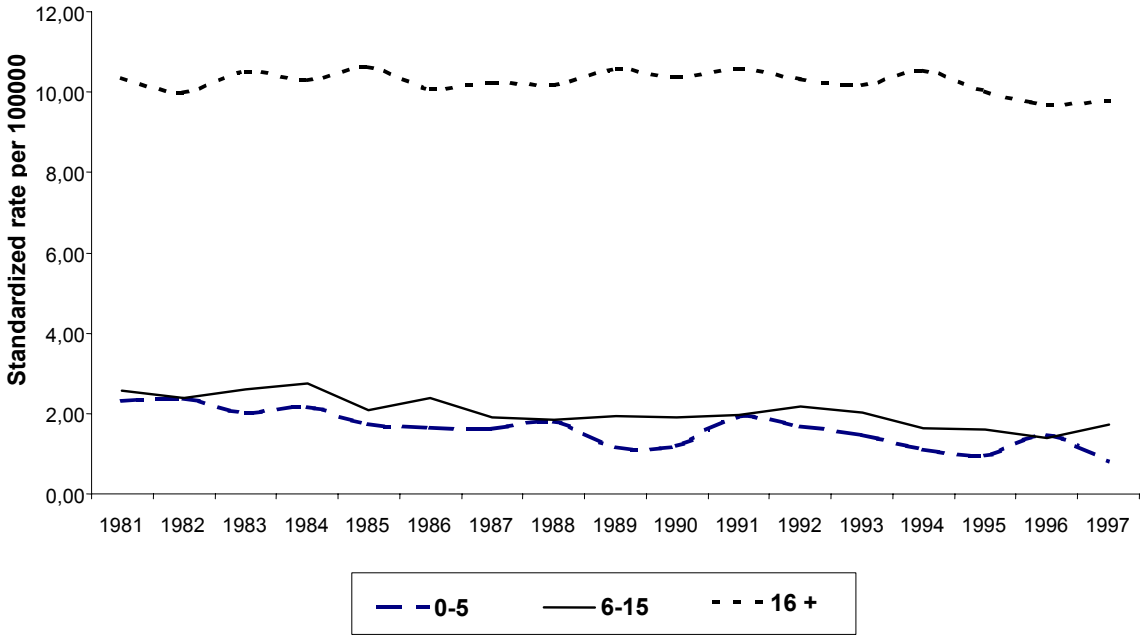


Figure 1. Leukemia (ICD IX 204-208): mortality by age,1981-1997

4. Recent findings on the pathogenesis of childhood leukemia

Childhood leukemia, like other cancers, is a progressive clonal disorder driven by mutations. An extraordinary diversity of chromosomal and molecular changes occurs in childhood leukemia. These abnormalities are acquired or non-constitutive; they are absent from non-blood cells and disappear during remission. For 95% of ALL and AML, there is no evidence for predisposition via the inheritance of dominantly active or highly penetrant mutant genes.

When the relative frequencies of the recurring chromosomal abnormalities in ALL are considered in relation to age at diagnosis, a striking difference emerges. In infant ALL (<12 months), fusions of the MLL gene predominate (>70% of the cases) (1). In the 2-5 year age peak of common ALL, subsets with either hyperdiploidy or TEL-AML1 fusion are the most prevalent (2). In adult ALL, the subsets that are frequent in the pediatric cases are very rare and

the BCR-ABL fusion gene is the most common genetic abnormality, increasing in frequency with age.

Several line of evidences indicate that the common fusion genes in pediatric ALL are initiating, events and occur prenatally. Guthrie cards DNA from patients diagnosed with MLL-AF4 fusion gene positive ALL of infancy and patients who developed ALL with TEL-AML1 fusion gene (25% of all cases of ALL), were positive for the clonotypic sequence of the fusion genes (4, 5). These findings suggest the presence of a small number of "pre-leukemic" cells in blood at birth. It is still unknown whether or not all pediatric ALL are fetal in origin, though most may be.

The identification of etiological mechanisms involved in producing or promoting subsequent mutations , the time span covering relevant exposures and the sequential mutations that cause the full leukemic phenotype are still lacking. In principle, if genotoxic damage is the route to leukemogenesis , then multiple different exposures could be involved and the demonstrable strength of association of any of them would be weak. Moreover the biological and clinical diversity of leukemia in infants, children and adults is such that it would be very surprising if they shared a single causal mechanism. The challenge therefore is to identify the, most probably multiple, causes of mechanisms of mutation in the context of the natural history of the disease (5).

5. Exposure to electromagnetic fields and the risk of tumors

5.1. Electromagnetic waves: properties, sources, and mechanisms of interaction with biologic tissues

Electromagnetic waves may be generated by natural sources, although in most cases, they are artificially generated. During the second half of the 20th century, there has been an unprecedented increase in the number and variety of sources of electrical and magnetic fields (EMF). These fields are generated by devices used for personal, industrial, medical, and commercial purposes, including televisions, radios, computers, cell phones, microwave ovens, and radar. All of these technologies have made our lives richer and easier but have also raised concerns about the possible health risks associated with their use.

Electromagnetic waves are oscillating electrical and magnetic fields characterizable by their wavelengths, frequencies, and energies. These three parameters are linked, and each influences the effect that these fields have on biological systems (7). Ionizing radiation and non-ionizing radiation are also considered as electromagnetic waves although their physical properties abd biological effects are quite distinct. Ionizing radiation (X-rays and gamma rays) have enough energy to create atoms or parts of molecules with positive or negative electrical charges . These changes occur through the breakage of atomic bonds that bind molecules together within living cells. This effect is known as ionization.

Non-ionizing radiation (NIR) includes ultraviolet (UV) radiation, visible light, infrared radiation, radio frequency fields (RF), extra-low frequency fields (ELF), and static magnetic fields:

1. RF (300 Hz - 300 GHz) are used in radio and television transmission, telecommunication, in many industrial processes involving heating and soldering, and in various diagnostic and therapeutic medical devices.

2. ELF, from the point of view of occasional human exposure, consist primarily of electrical and magnetic fields of 50/60 Hz used to feed electrical systems and apparatuses.
3. Static fields (0 Hz) are used in medicine (magnetic resonance), in industry (direct current electrolysis), and more recently, in public transportation systems (magnetically suspended trains).

NIR, even if of high intensity, does not cause ionization in biologic systems. They can instead provoke other biologic effects, for example heating tissues, altering normal chemical reaction, or inducing electrical current in tissues.

The acute effects of exposition to static fields, ELF, RF, and microwaves are due to well-known interactive mechanisms:

(a) Induction of electrical current and subsequent stimulation of tissues consisting of electrically excitable cells such as muscle fibers and neurons (static fields and ELF);

(b) Transfer of energy with subsequent increases in local temperature (RF and microwaves).

Exposure limits proposed by the International Committee for non-Ionising Radiation Protection (ICNIRP) are oriented toward the prevention of possible damage associated with biologic effects induced by acute exposure to fields of relatively elevated intensity (8).

5.2. The International EMF Project

In May of 1996, in response to growing concern among the population in many Member States, the World Health Organization (WHO) began an international project known as the International EMF Project. The project was designed to evaluate health and environmental effects of the exposure to electrical and magnetic fields with frequencies between 0 Hz and 300GHz, including possible carcinogenic effects (9).

The objectives of the International EMF Project are:

(i) To provide critical authoritative and independent review of the scientific literature;
(ii) To identify and fill gaps in scientific knowledge, defining research protocols that use compatible and comparable methods;
(iii) Support more focal research, the results of which can contribute to improved evaluation of health risks;
(iv) Facilitate the development of universally acceptable norms for human exposure to EMF and standardized protocols of measurement and control of EMF emissions from various sources;
(v) Widely disseminate the acquired knowledge in an efficacious manner.

A number of international organizations are collaborating in the project [European Commission (EC); International Agency for Cancer Research (IARC); International Commission for the Protection from Non-Ionizing Radiation (ICNIRP); The International Electrotechnical Commission (IEC); International Labor Office (ILO); International Telecommunication Union (ITU); North Atlantic Treaty Organization (NATO) and the United Nations Environment Program (UNEP)], as are research groups [National Office for Radiation Protection (Great Britain), Federal Office for Radiation Protection (Germany), Karolinska Institute (Sweden), Food and Drug Administration (USA), National Institute for Environmental Health (USA), National Institute for Environmental studies (Japan), and more than 40 national governments.

5.3. Scientific evidence regarding carcinogenicity of radio frequencies

The scientific evidence concerning possible long-term effects of non-ionizing radiation exposure refer to specific frequency bands because these bands differ widely with respect to physical characteristics, sources, and opportunities for human exposure, mechanisms of interaction with tissues, methods of measuring exposure, and the amount of exposure of interest.

In this report, we summarize only those results of research done *in vitro*, in laboratory animals, and in humans on the possible carcinogenic effects of electromagnetic RF fields.

Because of its lack of relevance in this case, this report will not present scientific data on possible long-term effects of exposure to other types of non-ionizing radiation such as electromagnetic fields of 50/60 Hz.

The natural and artificial sources of RF include monitors and other devices with a video screen (3-30 kHz), AM radio transmitters (30 kHz-30 MHz), industrial induction heating devices (0,3-3 MHz), thermal gluing machines and devices used for marconitherapy (3-30 MHz), FM radio transmitters (30-300 MHz), mobile phones (400-1800 MHz), television transmitters, microwaves and radartherapy (0,3-3 GHz), radar systems and satellite connections (3-30 GHz) and the sun (3-300 GHz).

A description of the order of magnitude of the levels of exposure by source, obtained from a review of available documentation from the USA (10), is shown in Table 1. The highest levels of exposure are seen among persons working in metal tempering and soldering of plastic materials and among physiotherapists using diathermy devices. The users of mobile transmitters or hand-held transmitters (such as cell phones) can also incur intense sustained exposures.

Table 1. Levels of exposure to RF and MW, by source

Tipy of exposure	Source	Frequency	Level of exposure (V/m)
Worksite	Industrial ovens	250-790 kHz	2-8000
Worksite	Dielectric solder	27.12 MHz	20-1700
Worksite	Short wave diathermy	27 MHz	2-315
Worksite	Microwave diathermy	2.45 GHz	17-70
Worksite or leisure use	Hand-held transmitter	50 o 164 MHz	max 15 o 470
Worksite or leisure use	Mobile transmitter	25-164 MHz	3-150
Worksite or leisure use	Videoterminal (30 cm)	15-35 kHz	0.8-13
Residential	Electrical oven (30 cm)	22-34 kHz	4-5
Residential	Microwave oven (5 cm)	2.45 GHz	10-140
	Microwave oven (100 cm)		1-2
Therapeutic	Short wave diathermy	27 MHz	400-4000
Residential	Radio-TV transmitters	FM-VHF	0.1
Residential	Road traffic radar devices	UHF	0.03

kHz = 10^3 Hz; MHz = 10^6 Hz: GHz = 10^9 Hz; V/m = volt/metres; FM = frequency modulation; VHF = very high frequency; UHF = ultra high frequency.

In the USA, the median level of electromagnetic fields measured in urban environments is on the order of 0.1 V/m. Three percent of the urban population is exposed to electrical fields of an intensity greater than 1 V/m generated by AM radio transmitters, 0.5% are exposed to electrical fields >2 V/m generated by FM transmitters, and 0.1% to fields >2 V/m generated by VHF television antennas, and 0.01% to fields >1 V/m generated by UHF television transmitters.

RFs are capable of producing biologic effects that depend on the frequency and intensity of the field. These biologic effects, however, do not necessarily translate into adverse health effects.

RFs above10 GHz are absorbed by the surface of the skin and little energy penetrates to the tissues below. The fundamental measure of exposure for this band of RF radiation is the field intensity, measured as the power in watts per square meter(W/m^2) and multiples thereof (mW/m^2 or $\mu W/m^2$). The exposure to RF of frequencies superior to 10 GHZ can result in cataracts and skin burns only if the density of power exceeds 1000 W/m^2. These levels are seen only in the immediate vicinity of powerful radar and almost never in other living or working situations.

RFs between 1 MHz e 10 GHz penetrate exposed tissues and produce heat following the local absorption of energy. The depth of penetration depends on the frequency of the field and is greater when the frequency is lower. The absorption of energy is measured as the specific absorption rate (SAR) within a given mass of tissue in watts/kilogram (W/kg). The RF exposure in these bands can result in cataracts and skin burns only if the SAR is ≥4 W/kg. Levels of this magnitude are seen within tens of meters of distance of the emission beam of potent FM antennas, areas that are inaccessible to the public in that they are found at the top of high towers.

SAR levels greater than 4 W/kg are capable of bringing about increases in local or body temperatures greater than 1°C. These temperature increases can lead to various physiologic responses and reactions linked to thermoregulation, including a reduced capacity to carry out mental or physical activity. This induced heating can affect fetal development (although teratogenic effects are seen only if the temperature of the fetus increases 2-3°C, can have negative effects on male fertility, and may cause cataracts. The effects described occur following acute exposures to high levels of RF which are not encountered in daily life.

RFs below 1 MHz do not produce significant heating; instead they induce electrical currents and fields in the tissues, measured in terms of the density of current in amperes per square meter (A/m^2). The many chemical reactions that are necessary for life are associated with a baseline level of current of approximately 10 mA/m^2. Induced current density greater than 100 mA/m^2 can interfere with normal physiologic mechanisms and provoke involuntary muscle contractions.

With respect to carcinogenesis, according to WHO (11,12) and other international panels of experts (13-15), the actual scientific evidence suggests that the hypothesis that RF can cause or promote growth of tumors is highly unlikely.

5.4. Experimental studies

A number of toxicological studies have been performed to study possible genetic toxicity of RF both *in vitro* and *in vivo* (mutagenicity, induction of chromosomal abnormalities, micronuclei and sister chromatid exchange; damage and repair of DNA). Most of these studies have failed to demonstrate gene toxicity attributable to RF exposure (13-16).

Studies of carcinogenesis in rodents have not provided convincing evidence of any effect on the induction, promotion, or progression of tumors (16, 17). In one study performed on genetically modified mice, it was found that RF similar to those used in cell phones induced, in the group in closest exposure to the antenna (0.65 m), an increase in the incidence of lymphoma (18). This study is currently being repeated. In addition, further research is needed that will permit the evaluation of the extent to which these experimental models (which involve rodents that have been genetically induced to have a greater susceptibility to certain types of tumors) are relevant to the identification of possible carcinogenic agents in man.

5.5. Epidemiologic studies

The relationship between exposure to RF and the risk of tumors has been analyzed in various epidemiologic studies, which have been summarized in recent review articles (13-15, 19, 20). The authors of these reviews agree that the studies which are currently available (some studies based on mortality surveillance by profession, a small number of cohorts of military personnel in radar units, a cohort of amateur radio operators, a small cohort of workers performing soldering of plastic materials with RF, some geographic studies on residents living in proximity to radio and television transmitters) have not provided information sufficient to adequately evaluate risks of carcinogenesis associated with RF exposure in man. Factors influencing this inability to adequately evaluate risks include the great variations in exposures examined, the lack of adequate methods to evaluate exposure (almost always done on the basis of professional category and or proximity of residence to fixed sources of RF), and inconsistency in the results among the various studies.

5.5.1. Risk of cancer among cell phone users

A glance is warranted at the studies that have been performed on the risks of tumors associated with the use of cell phones because some recently published studies were not included in previously cited reviews (21-25). All of these studies contain reassuring results.

None of the three case-control studies on cerebral tumors (22-24) have shown an association between the incidence of these tumors and the use of cell phones as reported during interview, nor is there an increased risk associated with the intensity of use.

In the study of a cohort of approximately 256000 mobile telephone subscribers in the USA, limited to a single year of follow-up because of privacy issues in various states, the mortality for all tumors was not correlated with the intensity of cell phone use, although the small number of cerebral tumor deaths (6 cases) and leukemia (15 cases) did not allow for a robust analysis from the statistical point of view. The only cause of death in which an increase occurred with increased cell phone use was car accidents (21).

In the cohort of 420,095 Danish mobile telephone service clients between 1982 and 1995 (25), no excess risk of cerebral tumors, salivary gland tumors, or leukemia was observed, nor was there any variations in the risk of these tumors by duration of telephone use, the time elapsed since the first contract with the providers, age at the time of first contract, or type of cell phone (analog or digital).

It is necessary to acknowledge that the period of latency examined in all of these studies may be too brief to demonstrate an effect on early stages or an effect on slowly growing cerebral tumors. On the other hand, it would appear reasonable to conclude that the exposure to RF from cell phones does not seem to promote the growth of pre-existing cerebral lesions; given the recent and intense use of cell phones on the part of a large number of persons included in the Danish cohort study (25), one would have expected to see an effect if indeed such an effect existed (26).

At present, an international case-control study (INTERPHONE Project) is being conducted in 14 countries on brain and parotid tumors in relation with the use of cell phones, coordinated by the International Agency for Cancer Research (27) in which Italy is a participant (28). The study proposes to evaluate whether the incidence of neoplasms in the anatomical locations closest to the source of emission are associated with (i) the duration and frequency of cell phone use and (ii) to the intensity of exposure to the RF used in mobile telephones. The first objective has been examined in other epidemiologic studies that have produced reassuring results. Nonetheless, the INTERPHONE Project, thanks to the expected size and prospective enrollment of incident cases beginning in late 2000, should permit a detailed analysis both concerning the

anatomical location and histologic type of cancer, both with respect to greater duration and higher intensity of exposure. In addition, it will take into account use of digital phones, which were not in wide use in previous studies. The evaluation of the hypothesis that exposure to the RF used in cell phones can promote the development of tumors in anatomical sites nearest to the source of emission is an ambitious objective that has not been dealt with in prior studies. The methodology used to quantitatively evaluate the exposure will take into account information on the use of cell phones obtained during an interview, estimates of SAR performed through dosimetric studies, both theoretical and experimental, for various types of phones and for various modes of use.

5.5.2. Risk of childhood leukemia in residents living in proximity to radio and television transmitters

With respect to RF used in the transmission of radio and TV signals and the risk of childhood leukemia, six studies are available in the literature on the mortality or incidence of childhood tumors in residents living in proximity to radio and television repeaters (29-34).

There are several methodological issue relevant to the statistical study of disease clustering that are important to bear in mind. Essentially, clusters can be divided into two distinct types: one a natural phenomenon generally associated with the outbreak of infectious diseases and a second associated with disease aggregation around point sources. Methods available for the former when applied to cancer have been evaluated on a series of test datasets. However, investigation of clustering around point sources has been more problematic. One of the very basic issues surrounds what has been frequently referred to as the 'case of the Texan sharpshooter'. In this scenario, several shots are taken at a side of a barn and then a 'target' is painted around where the shots struck. One consequence of this, when applied to the epidemiological situation, is that calculation of the probability of any aggregation being likely or unlikely due to chance alone, is virtually impossible to calculate. The best statistical test developed for this 'point source' situation evolved from the work of John Bithell and John Stone in the late 1980s and early 1990s.

Selvin *et al.* (29) have analyzed the possible spatial clustering of tumors (51 leukemias, 35 brain tumors and 37 lymphomas) diagnosed between 1973-1988 in children and young residents of San Francisco, CA (approximately 50700 subjects under the age of 21 years) with reference to a fixed source of RF (Sutro Tower). None of the three different analytic approaches utilized (two spatial analyses based on the comparison between effective distances of census tracts of the residents of cases from the source and distance expected based on a hypothesis of random spatial distribution of the residences and a comparison of the rates of incidence among "exposed" and "unexposed), found any statistically significant clustering in the spatial distribution of the houses.

Maskarinec *et al*. (30) conducted a case-control study among the pediatric population of the Waianae Coast (Hawaii), where a Naval telecommunications center was located. In the area, there were 12 cases of leukemia between 1977 and 1999. From the registers of the patients of the local health center, four controls per case were randomly chosen, matched by sex and age (48 control children). The parents of cases and controls were interviewed (unblinded with respect to the illness status of the child). A matched pair analysis permitted the calculation of an odds ratio of 2.0 (CL 95% 0.6-8.3) for children living within a radius of 2.6 miles around the transmitter and 2.8 (0.6-8.3) for those that had a family history of cancer. No other risk factor examined (eg. professional exposures of the parents, in utero and subsequent childhood exposure to X rays, smoking habits of the parents) was more frequent among the cases than the controls. The small number of subjects in the study, the inadequate evaluation of the exposure to RF (simply inferred based on the distance between the residence and the center), and the lack of

control for potential confounding factors in the analysis greatly limits the interpretation of the results of this study.

In the United Kingdom, the incidence of tumors between 1974 and 1986 was examined in a population of approximately 400,000 persons living within a 10 km diameter around the Sutton Coldfield radio and television transmitter (31). The analysis compared observed and expected cases in two concentric areas of 2 and 10 km around the transmitter. The ratio of observed and expected cases of childhood leukemia (0-14 years) within 0-10 km of the transmitter was 34 *vs* 29.7 and 2 *vs* 1.1 within 2 km. The Stone test (conditional) did not indicate any spatial variation in the relative risks of childhood leukemia as a function of distance from the source. Instead, a spatial gradient was observed in the incidence of leukemia, cutaneous melanoma, and bladder tumors in adults. These results were difficult to explain given the low levels of exposure demonstrated: measures and estimates of the power density of the signals generated by the Sutton Coldfield yielded maximum values at 2.5 m from the source of 0.013 W/m^2 for TV frequencies and 0.057 W/m^2 for FM frequencies.

Following these observations, the incidence of tumors in the entire population of Great Britain living near transmitters with radiation power of at least 500 kW for television transmitters and 250 kW for radio transmitters during the period 1974-1986 was examined (32). Among the resident population living within 10 km of each of the 20 repeaters (approximately 3,9 million persons), there were 3305 adult leukemia cases (RR 1.03; CL 95% 1.00-1.07). Risk declined with distance from the transmitter, but there was no excess among residents within 2 km of the repeaters. The risk of childhood leukemia (317 cases observed *vs* 327 expected within 10 km; 10 observed *vs* 9 expected within 2 km) did not show any trends with respect to distance from the transmitter (Stone $p = 0.266$).

In Australia, Hocking *et al.* (33) studied cancer incidence and mortality in three communities in which television transmitters were located. The maximum estimated power density for these transmitters was approximately 8 $\mu W/cm^2$ and declined to 0.2 $\mu W/cm^2$ at 4 km from the source. The model used to estimate the power density of the signal in the study area took into account the real radiation power and the actual spatial distance from the emitters. However, a series of direct measures at ground level showed that the model substantially overestimated the level of fields actually observed. Furthermore, the authors did not provide information on the overall validity of the estimate of the level of exposure in the area included in the analysis. For 1972-1990, the comparison between communes situated around the site ("internal area", 135,000 residents) and six surrounding communities ("external area", 450,000 residents) showed an increase in the risk of childhood leukemia in the internal area, with an increase both in incidence (RR 1.58; CL 95% 1.07-2.34) and mortality (RR 2.32; CL 95% 1.35-4.01).

The results of the study of Hocking *et al*. (33) were refuted in a study conducted by McKenzie *et al*. (34). These researchers noted that in the study of Hocking *et al*. (1996), in addition to the limitations of the ecologic nature of the study design, there were other problems as well. First, only certain geographic/administrative areas near the three radio and television transmitters were included. In the second place, the analysis was limited to a comparison of the rates of incidence and death for childhood leukemia among districts "near" and "far' from the transmitter, while instead it would have been preferable to evaluate variations in rates as a function of a gradient of exposure as estimated by the power of the emissions from the antennas and the distance from the source. The geographic analysis was therefore repeated, taking into account these limitations.

In the re-analysis, all 16 areas near the three repeaters were included, and the incidence rates of childhood leukemia were evaluated for 1972-1990.

Theoretical estimates were made of the mean intensity of the signals emitted by the antennas ($\mu W/cm^2$) for the different geographic areas included in the study (based on the real irradiation

power, the angle of deflection of the signal, and the distance from the source) and the estimates were validated with measurements conducted at various distances from the source. The correlation between the estimated intensity of the signal based on the model and the intensity actually measured was not very high, but it improved greatly for the measurement points situated at least 300 meters from the repeaters and when there were no obstacles such as trees or buildings between the antennas and the measurement site. Measures at street level were extremely variable even in areas close to the beam because of reflection of the signal by buildings and other objects. There were large differences between indoor and outdoor measures; for example, on the roof of a dwelling in the zone, a signal with an intensity of 3 $\mu W/cm^2$ was measured, while in the garden it averaged 0.066 $\mu W/cm^2$ and in the house itself was 0.017 $\mu W/cm^2$.

Indicators of socioeconomic status in the area were used to control for potential confounders in the analysis (at aggregate level) that could have affected the outcome.

To add a time dimension to the analysis, the period during which the TV stations in Sydney began broadcasting 24 hours a day (one channel began in 1977-1978 and others began in the mid-1980s) was taken into account. The rates of childhood leukemia in three geographic areas were compared for three periods (1972-1973, 1979-1984, and 1985-1990), also taking into account the estimates of intensity of exposure.

The analysis demonstrated a trend of increasing incidence of childhood leukemia as both as a function of the estimated intensity of exposure to RF generated by the radio and television repeaters and an increase in average socioeconomic status of the area. However, it was evident that one single area had a profound effect on the results: the district of Lane Cove, the area closest to the source, where the incidence of childhood leukemia was unusually high (17×10^{-5} as the average for the period) compared with all other districts (average for the period $\cong 6 \times 10^{-5}$) and with other districts that were equally distant from the transmitters as Lane Cove (North Sydney = 7.1×10^{-5} and Willoughby = 6.1×10^{-5}). Furthermore, the temporal analysis demonstrated that Lane Cove had an elevated rate of acute lymphatic leukemia (ALL) that was especially high in the 0-4 year age group even before the transmitters began operating 24 hours a day (the rate of ALL0-4 years during 1972-1978 was greater than 40×10^{-5}, fell to 20×10^{-5} in 1979-1984 and then rose again to 30×10^{-5} in 1985-1990). No trends in the rates of childhood leukemia by estimated intensity of exposure to RF generated by the radio and television repeaters were found when the Lane Cove district was excluded from the analysis. The spatial cluster of childhood leukemia in this district, however, was hard to attribute to the exposition to RF generated by the repeaters since it was seen well before the first repeater was put into operation.

In conclusion, geographic studies of populations conducted to date have not demonstrated spatial clusters of childhood leukemia associated with distance from radio and television transmitters. Only one study has tried to evaluate the relationship between distance from the source and measured intensity of the electrical field (34) showing inaccuracy of the distance from residence and radiostations as proxy of RF exposure. On the basis of these results, which are compatible with what would have been expected a priori (35) and merit further replication, one can affirm that the spatial analyses of the mortality and incident rates based exclusively on distance from radio and television repeaters are not informative concerning the possible association between various outcomes in the study and the exposure to RF generated by transmitters, either with respect to agreed-upon median levels of exposure or group gradients.

6. Does a relationship exist between leukemia and residence in an area 10 km around the Vatican Radio transmitter installation?

6.1. Introduction

In the 1950s, a large radio installation (Vatican Radio) was built in the north-east periphery of Rome that contained several transmitters varying in power from 50 to 500kw that transmit radio broadcasts to the entire world. The installation covers an area of approximately 450 hectares in the area of Cesano.

In the years following construction of the transmission installation, housing was constructed in the immediate vicinity. Today, in the area included within a 10 km radius of the installation, there are approximately 60,000 persons, including almost 10,000 children 0-14 years of age (in 1999).

In recent years, the populations living near the transmission site have complained that transmissions of Vatican Radio interfere with domestic electrical devices (intercoms, radios, etc.). In addition, a local general medicine physician reported a suspect excess of cases of childhood leukemia, which was attributed to the radio installation. A local citizen's committee was formed to draw attention to this hypothesis.

In response to the growing preoccupation of the local population, the Local Health Agency Rome E involved the Regional Epidemiologic Observatory (OER) of the Lazio Region, which since 2000 has been the region's public health agency. Between 1996 and 2001, descriptive ecologic studies of mortality and incidence of leukemia were conducted for the implicated area (37, 38), and some reports were issued that suggested the existence of an excess of deaths from leukemia and an excess incidence of childhood leukemia in the area compared with the Commune of Rome. Furthermore, it was suggested that both, for the mortality in all age groups and the incidence of childhood leukemia, there was a decreasing gradient with distance from the installation.

6.2. Mortality data

In the Lazio Region, the death certificates (ISTAT) are maintained centrally in the OER of Lazio (now known as the Public Health Agency, ASP) (RENCAM). Mortality data are available in a regional data basis slightly more than a year after the end of the reporting year, almost two years earlier than the national ISTAT data base on mortality is released. The ASP also has access to population data from the ISTAT census unit.

6.3. Morbidity data

No national-level data are available on leukemia morbidity. Nonetheless 14 local tumor registries exist that register incident cases, allowing for an estimate of national incidence. The Lazio Region has a childhood tumor registry that actively and systematically collects data on newly diagnosed childhood cancers, including those diagnosed in the past.

Many pediatric oncology centers in Italy participate in AIEOP (Italian Association of paediatric hematology and oncology) register, notifying newly diagnosed cases of leukemia via a special form to a national center located in Padova, where they are reviewed and validated. In Lazio, some of the major clinical centers do not participate in the AIEOP network, although

information on the cases diagnosed in these facilities is available through the hospital discharge information system or is directly transferred to the regional cancer registry.

6.4. Data on the measurement of electromagnetic fields in the Cesano area

Data on electromagnetic and electrical fields measured in the area around the Vatican Radio installation were obtained by reports from ENEA, ANPA Lazio, the Lazio Region, and Local Health Agency 3, which is responsible for the study area in which the Vatican Radio installation is located, as well as from Vatican Radio (39-43).

The data in the documents provided by all of these agencies are hard to reconcile because of the lack of standard procedures in obtaining these measurements: the measuring devices used, the methods and time during which the data were obtained, and sites where measurements were taken have been sources of heated debate in recent years, and no common agreement has been reached about standardizing or harmonizing these measures. Only at the end of January 2001 was the CEI GUIDE 211-7 (Electrotechnical Committee of Italy) published, which, albeit not in a comprehensive manner, suggested a method for measuring electrical fields between 10 Khz and 300 GHz.

Over the years, a number of efforts have been made to measure the electromagnetic and electrical fields in the area near but outside the perimeters of the installation, within the installation, and on the walls surrounding the installation. The predominant feature of the available data is the essential absence of valid measures on potential exposure of the childhood leukemia cases diagnosed in the area within a 10 km radius of the radiotransmitter installation. The limitations of the data are as follows:

- All measurements were taken to verify whether the levels exceeded the legal limits on electromagnetic and electrical fields around the installation.
- The vast majority of the measurements were done only in the area immediately around the installation.
- No attempt was made to construct a relationship between measurements in volt/meters and distance from the installation, although the distance from the installation was subsequently used as a surrogate for exposure.
- No indoor measurements were performed: almost all were done outside of houses on balconies, terraces, and in courtyards because these measures were designed to determine whether the measured values fell within the limits specified in Ministerial Decree 381/98 for such sites.
- Few prolonged measurements were made at the same site.
- No serial measurements were made that adequately took into account the variability in cones and hours of transmission of different wavelengths of Vatican Radio.
- The authors reporting on the measurement efforts independently came to the conclusion that it was extremely difficult to perform homogenous measurements that were reproducible and free of confounding covariables.

In conclusion, up to this point in time, the measurements of the possible exposure to emissions of the Vatican Radio facility are not adequate for the study of an association with childhood leukemia.

6.5. Use of distance as a surrogate for exposure

Based on the assumption that the radiotransmission installation emitted radiation associated with leukemia in a uniform manner over time and that dose and direction of transmission remained consistent, the ASP of Lazio used, as a surrogate measure of exposure, the aerial distance between the center of the installation and the center of the ISTAT census tract where the resident cases were living at the time of diagnosis, or in the case of the deceased, the residence where they last lived. A series of five concentric circles, each of a radius of 2 km (0-10 km), were thus defined for further study purposes.

A number of issues arise regarding the use of distance from the installation as a surrogate for exposure. These include the following:

- The central point, which was taken to be the geographic center of the 400 hectares in the installation, did not correspond to the location of the transmitters. In fact, the four main antennas were located a few hundred meters from the center and were spread over an area of approximately 2 km in diameter.
- The waves from the antennas did not emanate in all directions but instead were clearly directional, with direction and duration of transmission in a given direction changing over the course of the day.
- The transmission was intermittent, and their duration in the various directions was not consistent.
- The zone is hilly (for example, in some areas, the transmitters are visible, while in others, they are not).
- The numerous possible sources of interference within and outside the houses was not considered.
- Indoor exposure was not taken into account.
- Erroneously, it was assumed that RF radiation would penetrate indoors, attenuated only as a function of distance, while in fact, it is screened by walls and other obstacles. McKenzie *et al*. (34).

7. Results

7.1. Mortality

The analysis of mortality data for all age groups for the years 1987-1998 was conducted by the ASP Lazio for various categories of causes for the study area for the adjacent census tracts within 10 km of the Vatican Radio antennas. The standardized mortality rate (SMR) was calculated by comparing the reported deaths with the expected deaths determined by applying the mortality rates for the same year and cause for the entire Commune of Rome.

In the study, no significant differences were found in mortality for the causes examined, including leukemia for the two sexes, were found.

Between 1987 and 1998, 21 deaths from leukemia were reported among male residents of all ages, who at the time of death, were living within a radius of 10 km of Vatican Radio (a recently urbanized area). This number was less than that expected based on the mortality rates for the entire Commune of Rome.

The mortality data for all forms of leukemia were nonetheless disaggregated by sex and distance of residence at the time of death from the transmission site. Data were examined for the 5 concentric 2 km bands, covering a total radius of 10 km from the transmitter installation. Comparing the number of deaths observed with those expected applying the death rates for the Commune of Rome, in none of the bands was the observed number of deaths significantly higher than expected, and in some, the standardized mortality rate was less than 1. However, the overall effect was a statistically significant decrease in mortality as a function of distance (Stone test = 0.03), although this difference was observed only for males (Table 2).

Table 2. Vatican Radio and adult male deaths (>14 years) from leukemia within 10 km: observed and expected deaths for the 12 year period 1987-1998

Distance calculated based on center of census tract at death						**Total**	**Stone**
5 concentric bands							
Distance, km	**0-2**	**2-4**	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**0-10**	
Expected	0.69	3.68	7.22	6.25	4.35	22.2	0.03
Observed	2	6	7	5	1	21	
SIR	290	163	97	80	23	95	
Distance calculated to actual residence at death						**Total**	**Stone**
Distance, km	**0-4***	**4-6**	**6-8**	**8-10**		**0-10**	
Expected	4.37	7.22	6.25	4.35		22.19	0.06
Observed	6	8	6	1		21	
SIR	137	111	96	23		95	
**No deaths observed within 2 km of Vatican Radio*							

Substituting the center of the census zone with the true location of each person's residence at the time of death, no deaths were observed within 2 km of Vatican Radio, and the p from Stone test was equal to 0.06.

The adult deaths were primarily leukemias of the elderly: the mean age was 65 years with a median of 71 years, and 71% were over the age of 65 years, a picture of leukemia very different from that of the pediatric age group.

For women, there were no differences by distance, using either type of distance measurement (Table 3).

Table 3. Vatican Radio and adult female deaths (>14 years) from leukemia within 10 km of the installation: observed and expected deaths for the 12 year period 1987-1998

Distance calculated based on center of census tract at death						**Total**	**Stone**
5 concentric bands							
Distance, km	**0-2**	**2-4**	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**0-10**	
Expected	0	2.32	4.71	4.13	3.62	15.2	0.86
Observed	0	3	5	6	5	19	
SIR	0	129	106	145	138	125	
Distance calculated to actual residence at death						**Total**	**Stone**
Distance, km	**0-4***	**4-6**	**6-8**	**8-10**		**0-10**	
Expected	2.32	4.71	4.13	3.62		14.78	0.12
Observed	6	2	5	6		19	
SIR	259	42	121	166		129	
**No deaths observed within 2 km of Vatican Radio*							

7.2. Incidence of leukemia

From the Regional Childhood Leukemia Register, data on the temporal trends for childhood leukemia were examined for the Commune of Rome for the years of diagnosis 1987-1999. These data showed a consistent incidence over time.

When the standardized incidence rate (SIR) of childhood leukemia was calculated for the 13 year period in the area within a 10 km radius of the Vatican Radio installation, using the entire Commune of Rome to calculate expected values, there was no statistically significant increase in mortality (SIR = 1.22 CL95% = 0.56-2.27).

Seven cases of ALL and one case of AML were identified in the study area between 1987 and 1999 in children 0-14 years of age and living in the area for at least 6 months prior to their leukemia diagnosis. Figure 2 shows the temporal trends by sex and age.

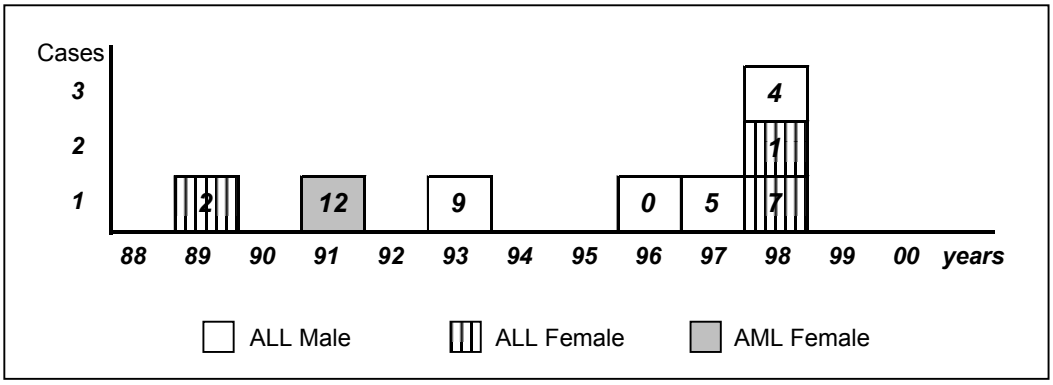


Figure 2. Cases of leukemia in children living within 10 km of Vatican Radio, by year of diagnosis and sex (in each box, the age at diagnosis is specified)

Of the eight cases, six had resided in the area since birth and two were born elsewhere but moved to the area later (one case of AML and one five-year old child with ALL). Figure 2 shows the distribution of the interval between living in the area and diagnosis, by age and sex. Four cases were diagnosed in children living from a shorter period in the area, against the association hypotesis between residence and leukemia.

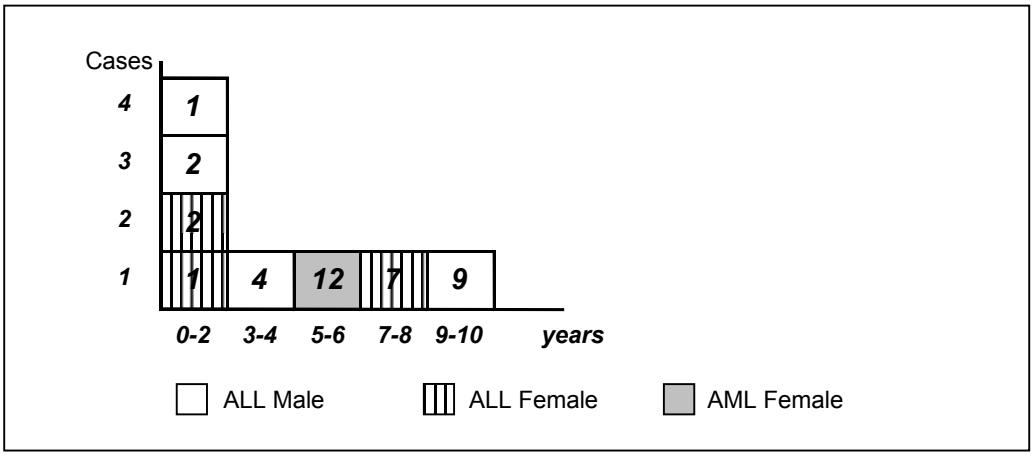


Figure 3. Duration of residence within 10 km of Vatican Radio for leukemia cases (age at diagnosis indicated in square)

As previously described, in the absence of a valid measure of individual exposure to radiation from the Vatican antennas, it was assumed that the distance from the geometric center of the installation would be an adequate surrogate of exposure. It was also assumed that exposure decreased in a uniform manner as distance from the central point increased.

For study purposes, it was therefore hypothesized that with an increasing distance between the geometric center of the installation and the center of the census tracts surrounding the installation, the incidence of leukemia would decline.

To test this hypothesis, leukemia rates for the five previously-defined concentric rings, each 2 km wide (respectively at 2, 4, 6, 8, and 10 km from the installation). The pediatric population living in each ring was estimated, and the cases were considered to belong to that ring if they were living there at the time of diagnosis.

Ninety-five percent confidence intervals around the SIR calculated for each ring consistently overlapped 1.0. Thus no statistically significant difference between the observed incidence and that expected based on the incidence rates for the Commune of Rome was observed for the entire 10 km area.

In the first ring, the expected cases in the 13 years considered was 0.16, while 1 case was diagnosed in a 9 year old child in 1993.

A simple linear regression examining the relationship between distance and SIR was weakly statistically significant, but it was strongly driven by values at the two extremes (1 case in the ring nearest the installation and 0 cases in each of the two most distant rings.

In order to avoid the effect of these three outlier cases on the regression, the Stone test was applied. This is a statistical test specifically designed to evaluate the inverse association between the distance between a source of exposure and the incidence of an event.

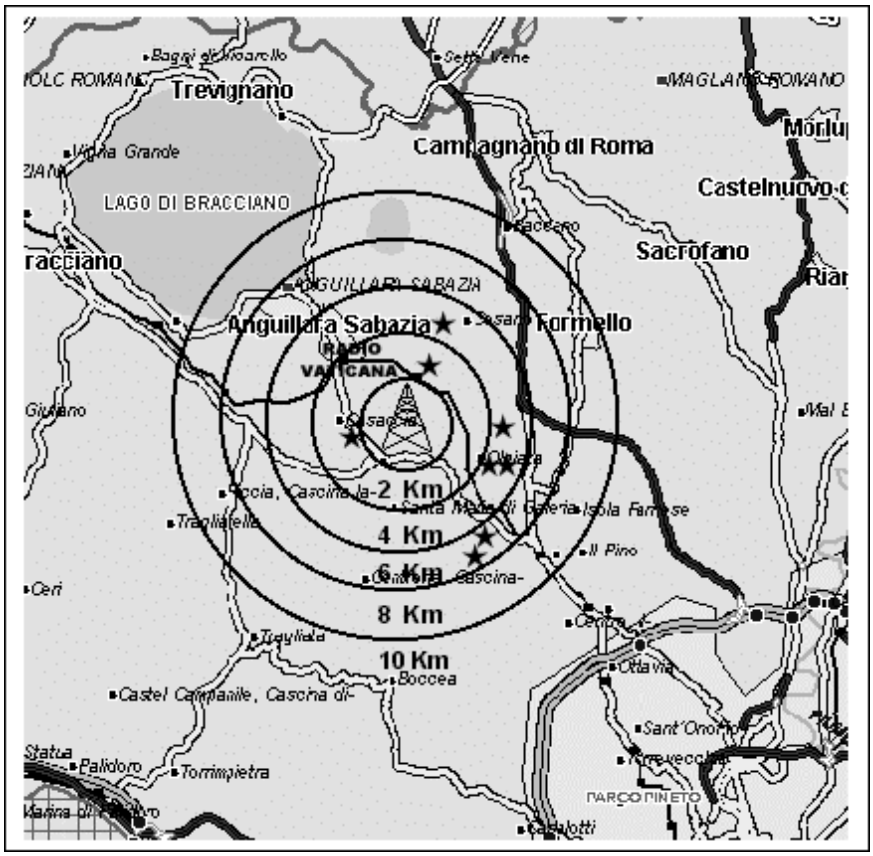


Figure 4. Map of the area showing the residence of incident cases of childhood leukemia (1987-1999) indicated by stars and the concentric rings 0-4 km, 4-6 km, 6-8 km, 8-10 km around Vatican Radio

In the report issued by the ASP of the Lazio Region, the observed cases (1-2-5-0-0) of the five concentric circles were compared with the expected, and the results were statistically significant (p=0.04). However, the Stone test, based on isotonic ordinal regression (44) lack precision when applied to rings without observed cases. In the present situation, the rings at 6-8 and 8-10 km fall into this category, for which it is to be rearranged a different spatial aggregations to examine the cases.

Accordingly, the cases were regrouped such that there was at least one in every ring, the cases were grouped into three rings of unequal radius (0-2 km, 1 case; 2-4 km two cases e 4-10 km five cases). In this instance the Stone p value was 0.04, which was weakly statistically significant. (Table 4).

If the AML case occurring in a 12 year old in 1991 who lived in the third ring is excluded (thereby limiting the analysis to ALL cases), the Stone test becomes non-significant (p= 0,09).

The statistical significance obtained was not robust. Furthermore, because these calculations were based on distance between the installation and center of the census tract, it was deemed useful to repeat the analysis based on residence of the cases. Based on the geographic coordinates of the case, three rings were developed (0-4km, 4-6 km and 6-10 km) with 2, 4, and 2 cases, respectively. The Stone test in the case was p = 0.16, decidedly not significant (Table 4).

Table 4. Vatican Radio and cases of childhood leukemia: observed and expected cases in the 13 years from 1987 to 1999

Distance calculated from the center of the census tract						Total	Stone
5 concentric bands							
Distance, km	**0-2**	**2-4**	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**0-10**	
Expected	0.16	0.86	2.66	1.74	1.1	6.57	0.004
Observed	1	2	5	0	0	8	
SIR	6.3	2.3	1.9	0	0	1.2	
3 concentric bands							
Distance, km	**0-2**	**2-4**	**4-10**			**0-10**	
Expected	0.16	0.86	5.54			6.56	0.036
Observed	1	2	5			8	
SIR	6.3	2.3	0.9			1.2	
Distance calculated to actual residence (only 3 possible bands)						**Total**	**Stone**
Distance, km	**0-4**	**4-6**	**6-10**			**0-10**	
Expected	1.02	2.66	2.88			6.56	0.16
Observed	2	4	2			8	
SIR	1.96	1.50	0.69			1.2	

The population denominators for each ring were also based on census tract rather than actual distances. It's quite evident, however, that given the thousands of resident children 0-14 years, the effect of using census tract distance versus residence distance would not be great, while for the cases, who were very few in number (2, 4, and 2), this was not the situation.

The absence of a relationship between distance and exposure provides no other alternative than the use of the center of the installation as the point of departure for measuring distance. In fact, the point of departure could be a single antenna, although the direction, the time, and the intensity of transmission during the 13 years would need to be defined as well.

To summarize, the data collected both for mortality and for incidence in the area around Vatican Radio are too limited to yield statistical significance to any hypothesized association. From our investigation, a number of limitations were easily identifiable:

- Measures of geographic distance are imprecise; it is necessary only to recall that the antennas covered a large area and use of a central surrogate point within the installation for the measurement of distance could have over- or under-estimated the actual distance.
- The distance from the site to the residence of the cases was also somewhat imprecise; the apartment building "Olgiata", for example, is large and the address given refers only to the main entrance.
- The position and orientation of each residence was not taken into account, while we know that physical obstacles such as walls, electrical lines, railings, etc.) can influence possible exposure.

- No time/person exposure was documented.
- Other important covariates were not considered.
- Two incident cases took place in children living on the site of a major radar communication station of the Italian Navy (Santa Rosa).

8. Conclusions

8.1. Regarding biologic knowledge

Based on available information on the biologic consequences available to the study group, the following conclusions can be drawn:

- The word leukemia aggregates a number of diseases that are different according to their etiologic mechanism and population target such that it is not appropriate to aggregate these diagnoses into a unique category, especially when looking for etiologic factors.
- Different forms of leukemia most likely have different etiologies that are most likely multifactorial, none of which by itself is capable of causing the disease.
- In childhood leukemia, there is convincing evidence of the existence of a leukemogenic process that begins during fetal development: this underlines the importance of genetic risk factors and environmental and behavioral exposures of the mother.
- Countless studies on animals, cell lines, and other biologic models support an absence of a significant biologic effect of electromagnetic fields and radio frequencies such that it is highly unlikely that an effect exists in man.

8.2. On the available knowledge about an association between radiofrequency fields and health

Concerning the state of knowledge about RF and health, the group shares the view of the World Health Organization as presented earlier in this document based on their Report on Electromagnetic Fields (9):

> In the area of biologic effects and of medical applications of non-ionizing radiation, approximately 25,000 articles have been published over the past 30 years. Although some believe that there is need for more research, the scientific knowledge in this area is greater than that for the majority of chemical contaminants.
> Based on an extensive review of the scientific literature, the World Health Organization has concluded that the current evidence does not confirm any negative health effects of the exposure to low-level electromagnetic fields. Nonetheless, some knowledge gaps remain regarding potential biologic effects and necessitate further studies.

8.3. On methods

Regarding the epidemiologic studies published up to the present on the association between health and electromagnetic fields, the group shares the conclusions expressed by Swerdlow (36):

> Epidemiologic studies on the potential effects of radiofrequency have generally included poor measures of exposure, or in some cases, no measures, such that the level of exposure to radiofrequency in the study subjects remains uncertain and at times it is not even clear that the subjects have any exposure at all.
> Poor measurements diminish the capacity of studies to determine if there is an association with radiofrequency and the risk of a disease and also if such a risk is found, the ability to determine whether it is a causal association.
> For this reason, future studies should include a better measurement of dosage and in particular should include measures of individual exposures, rather than measures of exposures of a group of subjects, or at a minimum, a good estimation of exposures.
> This requires an intense collaboration between epidemiologists and technical experts in dosage measurement, both to improve the use of existing information on exposure and to ensure that exposure measures are included as an integral part of epidemiologic studies.

8.4. On the area of the Vatican Radio installation

Regarding the area of Cesano in Lazio, the study group came to the following conclusions:

- Ecologic studies, such as those conducted by the ASP of Lazio in the Cesano area, have little possibility of producing useful insights into the association between electromagnetic fields and leukemia, especially when precise data on individual exposure are lacking and may result in public concern that is not subsequently validated by scientific data.
- The data examined did not show a relationship between the emissions of the Vatican Radio installation of S. Maria di Galeria and the incidence and death rate from childhood leukemia.
- Mortality and incidence of childhood leukemia in the area 10 km around the transmitter were not different from those observed in the Commune of Rome.
- The postulated association between distance from the installation and the declining incidence of childhood leukemia was not verified.
- Neither an excess in incidence of leukemia in the 10 km zone around Vatican Radio, nor a decrease in risk with distance from the transmitter site was observed.
- The data from efforts made in both 1998 and April 2001 to measure electrical fields did not provide evidence that distance was an effective surrogate for the intensity of exposure of the population and therefore were not a valid measure of a possible association between exposure to the radiotransmitter installation and childhood leukemia.
- The expected numbers of cases were too small to demonstrate, using ecologic study methods, an association between the exposure and the outcome.

- In the descriptive analysis of adult mortality, the reasons for the inconsistent results between males and females is not evident; it could be expected that, given the greater amount of time that women spent in their houses, women would be expected to have greater exposure to RF fields and, consequentely, if the hypothesis is correct to have more leukemia than men.
- In the analysis of incidence, at least 3 different types of leukemia were grouped together (3 cases of ALL in children under 2 years, 4 cases of ALL in children 4-9 years, and one case of AML in a 12 year old) when in reality these three types are widely believed to have different etiologic mechanisms (see section 5).
- Grouping together adult and pediatric leukemia deaths (of which adults accounted for 95% of the total) is inappropriate given the great differences between the various types of leukemia.
- Studies conducted to date have not taken into account possible confounding factors that are known to be risk factors for childhood leukemia (ranging from maternal smoking to Down's syndrome, chronic infections, or other environmental contamination). However, the impact of this would probably be limited since most identified risk factors are either weak or are limited to a very small proportion of the population.
- In the zone 0-10 km from the Vatican Radio installation, there are other stations producing magnetic fields (a communications center for the Italian Navy), which were not considered in the studies undertaken.
- The study was conducted "a posteriori", after the alarm was raised locally about the cases of leukemia "caused" by the Vatican antennas: studies were conducted that sought to find "any possible" statistically significant value to support an association rather than being based on a "cold" analysis in which the null hypothesis was that there was no association. This greatly hampers calculating the true statistical probability of any finding.
- The difficulty in measuring exposure makes it difficult to draw meaningful conclusions.
- In the current situation, it is important not to dismiss the preoccupation of so many parents, even if the risk is only potential. Instead, it is important not to focus on unknown risks at the cost of losing track of risk factors known to affect the health of children.
- The possibility of avoiding even a few cases of leukaemia is a moral responsibility in our society, and it is the duty of technical experts to offer objective evidence in a complete and clear manner.

8.5. For epidemiological monitoring in Italy

In modern society, pressures frequently arise to investigate local cancer clusters. This phenomenon, which is often media-driven, has been has grown in recent years in Italy; in other countries such as the United States and England, it has been going on for many years. Cancer is an emotionally-charged subject, particularly when it affects children. It is an understandable response from communities which are concerned about what they perceive to be unusual aggregations of disease and which understandably want to protect their children. Such situations likely to become more common in the future.

In order to respond in a coherent and rapid manner, several actions within Italy can be recommended:

- The creation of a National Cancer Registry based on existing Cancer Registries and the development of regional registries where none currently exist;
- The establishment of a national small-area statistics unit which would work closely with the data from the National Cancer Registry and have a number of functions including monitoring the geographic pattern of cancer in Italy and investigating suspected clusters nationally and on a routine basis.

9. Research priorities identified at international level

The International EMF Project has identified research priorities in the areas of dosimetry, experimental studies, and epidemiology (36).

In terms of specific recommendations regarding carcinogenicty of RF, WHO has identified the following priority areas of epidemiologic study:

(a) development of instruments and methods to accurately measure individual exposure to RF;

(b) studies on the use of cell phones and of professional groups with high exposure to RF in whom the individual exposure can be well-characterized;

(c) studies on radar workers (especially those working with new ultra-wide band systems).

WHO does not believe that studies based on populations exposed to point sources of RF, such as radio and TV transmitters or radio-based cell phone antennas should be considered informative because of the modest levels of exposure and the difficulties of evaluating exposure in these situations (11).

REFERENCES

1. Italia. Decreto Ministeriale 10 aprile 2001. Istituzione del Gruppo di studio sullo stato attuale delle conoscenze scientifiche in materia di esposizione a campi a radiofrequenza e leucemia infantile, in rapporto alle relative problematiche nell'area di Cesano.
2. Biondi A *et al*. Biological and therapeutic aspects of infant leukemia. *Blood* 2000;96:24-33.
3. Borhardt A, Cazzaniga G et al. Incidence and clinical relevance of TEL/AML1 fusion genes in children with acute lymphoblastic leukemia enrolled in the German and Italian multicenter therapy trials. *Blood* 1997;90:571-7.
4. Greaves M. Molecular genetics, natural history and the demise of childhood leukaemia. *Eur J Cancer* 1999;35:1941-53.
5. Wiemels JL, Cazzaniga G et al. Prenatal origin of acute lymphoblastic leukemia in children. *Lancet* 1999;354:1499-503.
6. Greaves MA. Etiology of acute leukemia. *Lancet* 1997;349:344-9.
7. WHO – International EMF Project. Electromagnetic fields and public health: physical properties and effects on biological systems. Fact sheet 182. Italian version. Available from: http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/fact_italian.htm.
8. International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 1998;74:494-509.
9. WHO International EMF Project. Electromagnetic fields and public health: Health effects of radiofrequency fields. Fact Sheet 183. Italian version. Available from: http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/fact_italian.htm.
10. Mantiply ED, Pohl KR, Poppell SW, Murphy JA. Summary of measured radiofrequency electric and magnetic fields (10 kHz to 30 GHz) in the general and work environment. *Bioelectromagnetics* 1997;18:563-77.
11. WHO International EMF Project. Electromagnetic fields and public health: The International EMF Project. Fact Sheet 181. Italian version. Available from: http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/fact_italian.htm.
12. Repacholi MH. Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics* 1998;19:1-19.
13. Krewski D, Byus CV, Glickman BW, Lotz WG, Mandeville R, McBride ML, Prato FS, Weaver DF. Potential health risks of radiofrequency fields from wireless communication devices. *J Toxicol Environ Health* 2001;4:1-143.
14. Krewski D, Byus CV, Glickman BW, Lotz WG, Mandeville R, McBride ML, Prato FS, Weaver DF. (2001). Recent advances in research on radiofrequency fields and health. *J Toxicol Environ Health* 2001;4:145-59.
15. Independent Expert Group on Mobile Phones (IEGMP). Mobile phones and health. Chilton, Didcot (UK): National Radiological Protection Board; 2000. Available from: www.iegmp.org.uk.
16. Valberg PA. Radio frequency radiation (RFR): the nature of exposure and carcinogenic potential. *Cancer Causes Control* 1997;8:323-32.
17. Verschaeve L, Maes A. Genetic, carcinogenic and teratogenic effects of radiofrequency fields. *Mutat Res* 1998;410:141-65.

18. Repacholi MH, Basten A, Gebski V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymhomas in Eμ-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res* 1997;147:631-40.

19. Swerdlow AJ. Epidemiology of chronic diseases in relation to radiofrequency radiation exposure: issues in interpretation of the current literature and future directions for research. In: Bernhardt JH, Matthes R, Repacholi MH (Ed.). *Non-thermal effects of RF electromagnetic fields*. Munich, Germany: ICNIRP 3/97; 1997. p. 191-8.

20. Elwood JM. A critical review of epidemiologic studies of radiofrequency exposure and human cancer. *Environ Health Perspect* 1999;107(suppl. 1):155-68.

21. Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ. Cause-specific mortality in cellular telephone users. *JAMA* 1999;282:1814-6.

22. Hardell L, Näsman Å, Påhlson A, Hallquist A, Hansson Mild K. Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: a case-control study. *Int J Oncol* 1999;15:113-6.

23. Muscat JE, Malkin MG, Thompson S, Shore RE, Stellman SD, McRee D, Neugut AI, Wynder EL. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000;284:3001-7.

24. Inskip PD, Tarne RE, Hatch EE, Wilcosky TC, Shapiro WR, Selker RG, Fine HA, Black PM, Loeffler JS, Linet MS. Cellular-telephone use and brain tumours. *N Engl J Med* 2001;344:79-86.

25. Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, Olsen JH. Cellular telephones and cancer – a nationwide cohort study in Denmark. *J Natl Cancer Inst 2001*;93(3):203-7.

26. Nelson NJ. Recent studies show cell phone use is not associated with increased cancer risk. *J Natl Cancer Inst* 2001;93(3): 170-2.

27. Cardis E, Kilkenny M. International case-control study of adult brain, head and neck tumours: results of the feasibility study. *Radiat Prot Dosimetry* 1999;83:179-183.

28. Lagorio S, Ardoino L, D'Ippoliti D, Forastiere F, Galiè E, Iavarone I, Jandolo B, Martuzzi M, Polichetti A, Salvan A, Vecchia P. Tumori del distretto cervico-encefalico e uso dei telefoni cellulari: uno studio epidemiologico internazionale. *Notiziario Ist Super Sanità* 2001;14(2):3-9.

29. Selvin S, Schulman J, Merrill DW. Distance and risk measures for the analysis of spatial data: a study of childhood cancers. *Soc Sci Med* 1992;34(7):769-77.

30. Maskarinec G, Cooper J, Swygert L. Investigation of increased incidence in childhood leukemia near radio towers in Hawaii: preliminary observations. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1994;13:33-37.

31. Dolk H, Shaddick G, Walls P, Grundy C, Thakrar B, Kleinschmidt I, Elliott P. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield transmitter. *Am J Epidemiol* 1997;145:1-9.

32. Dolk H, Elliott P, Shaddick G, Walls P, Thakrar B. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. II. All high power transmitters. *Am J Epidemiol* 1997;145:10-7.

33. Hocking B, Gordon IR, Grain HL, Hatfield GE. Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. *Med J Australia* 1996;165:601-5.

34. McKenzie DR, Yin Y, Morrell S. Chlidhood incidence of acute lymphoblastic leukaemia and exposure to broadcast radiation in Sydney – a second look. *Aust N Z J Public Health* 1998;22:360-7.

35. Swerdlow AJ. Measurement of radiofrequency radiation exposure in epidemiological studies. *Radiat Prot Dosimetry* 1999;83(1-2):149-53.

36. WHO International EMF Project. *Agenda for research*. Available from: http://www.who.int/peh-emf/research_agenda/agenda_intro.htm. Last updated 31/05/99.

37. Regione Lazio, Osservatorio Epidemiologico. Indagine epidemiologica tra i residenti in prossimità della stazione Radio Vaticana di Roma. Draft 1999.

38. Regione Lazio, Agenzia Sanità Pubblica. Mortalità per leucemia nella popolazione adulta ed incidenza di leucemia infantile in un'area caratterizzata dalla presenza di un sito di emissioni di radiofrequenze. Draft, aprile 2001.

39. Regione Lazio, Dipartimento Ambiente e Protezione Civile. Relazione conclusiva sulla caratterizzazione elettromagnetica del sito di Radio Vaticana. Draft, 8/11/99.

40. ENEA. Relazione sulle misure di campo elettromagnetico delle emissioni di Radio Vaticana nelle zone di Cesano e Osteria Nuova. Draft, maggio 1999.

41. Antonucci G, D'Anastasio P, Mancini S, Moro A, Zambotti A. Misure di campo elettromagnetico a radiofrequenza nell'area circostante la stazione della Radio Vaticana di Santa Maria di Galeria (Roma). Relazione Tecnica ENEA, 9/4/01.

42. ANPA. Rilevazioni di inquinamento elettromagnetico da emittenti del centro Radio Vaticana di S. Maria di Galeria. Relazione Tecnica, 9/4/01.

43. ANPA, ARPA Lazio, Ministero Comunicazioni. Rilevazioni del campo elettromagnetico generato dagli impianti emittenti del Centro Radio Vaticano di Santa Maria di Galeria. Relazione Tecnica, aprile 2001.

44. Barlow RE, Bartholemew DJ, Bremmer JM, *et al. Statistical inference under order restrictions: the theory and application of isotonic regression*. New York: Wiley; 1972.

Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità
e Direttore responsabile: Enrico Garaci

Coordinamento redazionale:
Paola De Castro e Sandra Salinetti

Stampato dal Servizio per le attività editoriali
dell'Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena, 299 - 00161 ROMA

La riproduzione parziale o totale dei Rapporti *e* Congressi ISTISAN
deve essere preventivamente autorizzata.

Reg. Stampa - Tribunale di Roma n. 131/88 del 1° marzo 1988

Roma, settembre 2001 (n. 3) 8° Suppl.

La responsabilità dei dati scientifici e tecnici
pubblicati nei Rapporti *e* Congressi ISTISAN *è dei singoli autori*

Studio di una popolazione esposta ad elevati livelli di campi magnetici a 50 Hz: finalita', procedure, risultati preliminari

Comba P. [1], De Mei B.[2], De Nardo P. [1], Fazzo L. [1], Pasetto R. [1], Polichetti A. [3], Vanacore N. [2] e gruppo di lavoro "Longarina"[*]

1) Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 Roma, comba@iss.it
2) Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 Roma, vanacore@iss.it
3) Dipartimento Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 Roma, polichetti@iss.it

Riassunto

Sulla base di una serie di indicazioni fornite dalla letteratura scientifica, e dalla precedente attività di un gruppo di lavoro multidisciplinare coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità, è stato avviato un progetto di ricerca teso a valutare lo stato di salute di popolazioni residenti in prossimità di linee di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Il progetto prevede la valutazione dell'esposizione ai campi magnetici a 50 Hz generati dalle linee in esame, lo studio storico della mortalità e morbosità di coorti di residenti, la valutazione dello stato di salute dei soggetti attualmente residenti con uno studio di tipo trasversale e un'indagine di epidemiologia veterinaria sugli animali da compagnia. Questo protocollo viene attualmente applicato in un quartiere di Ostia Antica (Longarina). Particolare attenzione viene annessa alle problematiche della comunicazione con la popolazione in studio.

Gli autori (1, 2) di due importanti analisi "pooled" su esposizione residenziale a campi magnetici a 50/60 Hz e leucemia infantile, sulla base delle quali la IARC (3) ha classificato i campi magnetici ELF come "possibili cancerogeni", hanno messo in evidenza la necessità di concentrare gli studi epidemiologici su popolazioni esposte a livelli di campo magnetico più elevati rispetto a quelli che si riscontrano nelle situazioni più comuni, per studiare gruppi sufficientemente numerosi di individui esposti a livelli di induzione magnetica superiori a 0,3-0,4 µT al fine di chiarificare le associazioni messe in evidenza dalle analisi "pooled". Tale indicazione è stata ripresa anche dalla LILT (4), che ne ha esteso la portata al di là della sola leucemia infantile, in considerazione del fatto che sono presenti in letteratura alcune osservazioni, anche se inconclusive, provenienti da studi su soggetti adulti e su patologie tumorali non limitate alla leucemia. Alcune evidenze di incrementi di patologie neurodegenerative ed eventi riproduttivi avversi in corrispondenza di livelli di esposizione a induzioni magnetiche a 50 Hz dell'ordine delle unità di microtesla suggeriscono inoltre la necessità di effettuare studi epidemiologici su popolazioni esposte ad elevati campi magnetici anche per patologie non tumorali. In questo quadro, presso l'Istituto Superiore di Sanità, è stata messa a punto una procedura per lo studio dello stato di salute di popolazioni di aree caratterizzate da elevati livelli di campo magnetico a 50 Hz (5), per la realizzazione di un insieme di ricerche coordinate - studio di coorte relativo alla popolazione residente, studio trasversale sullo stato di salute, studio di epidemiologia veterinaria, studio di valutazione dell'esposizione- è stato scelto il quartiere di Longarina (Ostia Antica,

---

[*] Gruppo di lavoro "Longarina"

Antonella Bacosi, Marta Benedetti, Caterina Botti, Caterina Bruno, Cinzia Carboni, Pietro Comba, Massimo Corbo, Barbara De Mei, Paola De Nardo, Marco De Santis, Ilaria Del Giudice, Simonetta Di Carlo, Edito Fabrizio, Lucia Fazzo, Daniela Ferrari, Robin Foà, Andrea Giovani, Mario Grignoli, Ivano Iavarone, Nicoletta Locuratolo, Ludovica Malaguti, Rosalba Masciulli, Giuseppe Meco, Isabella Napolitani, Maurizio Nordio, Roberta Pacifici, Roberto Pasetto, Alessandro Polichetti, Roberta Pozzi, Umberto Raucci, Letizia Sampaolo, Francesco Santin, Daniele Savelli, Cristina Schiano, Calogero Stelletta, Nicola Vanacore, Pierluigi Zuchegna.

Lo studio è stato effettuato nell'ambito del contratto ISS – APAT:

"Ricerca epidemiologica a prevalente contenuto sanitario – Studio epidemiologico di popolazioni esposte a campo magnetico a 50 Hz"

Roma). Il quartiere di Longarina è sorto, alla metà degli anni Cinquanta, in prossimità di un elettrodotto a 50 Hz di media tensione (60 kV) Ai fini dello studio, è stata considerata l'area che si estende per 100 metri sia a destra, sia a sinistra a partire dalla linea elettrica.

La valutazione dell'esposizione ai campi magnetici generati dalla linea elettrica è stata effettuata attraverso misure sperimentali dell'induzione magnetica con strumenti Emdex Lite prodotti dalla ditta Enertech Consultants, e valutazioni teoriche ottenute con il programma CAMPI messo a punto dal Dr. Daniele Andreuccetti dell'Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" del CNR di Firenze. I dati di ingresso utilizzati sono stati la configurazione geometrica della linea elettrica e i dati di corrente (gennaio 1995 – settembre 2004), forniti dall'ACEA SpA, e la posizione dei punti di calcolo determinata dagli autori dello studio. La figura 1 mostra l'accordo fra le misure di corrente fornite dal gestore e l'induzione magnetica determinata con l'Emdex Lite. La figura 2 mostra la distribuzione del campo magnetico generata dalla linea in esame.

Figura 1 – Accordo fra le misure di corrente e l'induzione magnetica

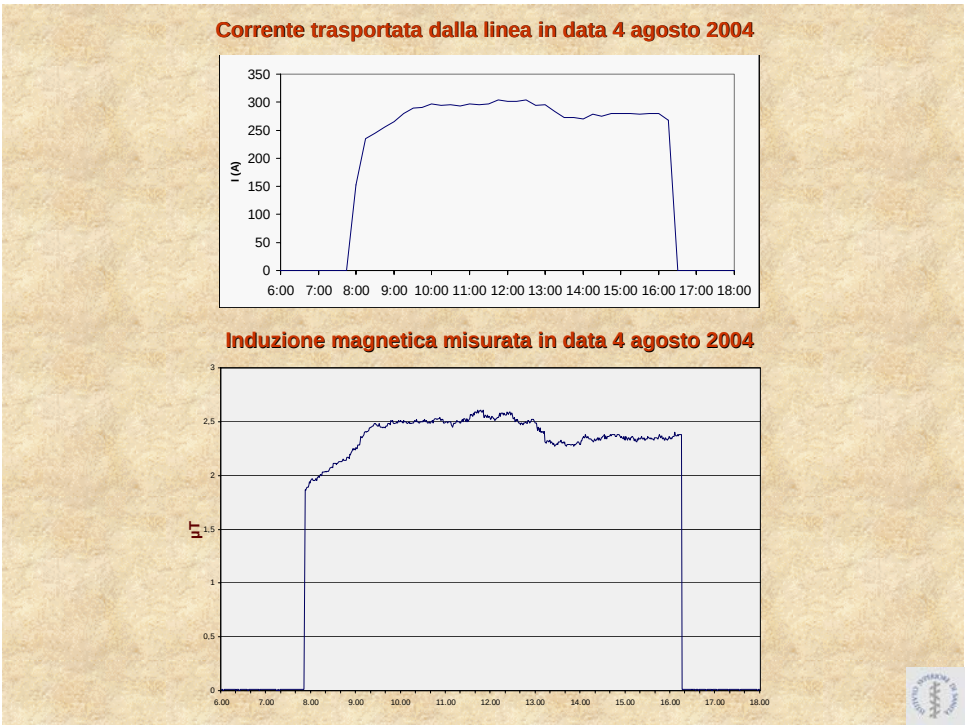
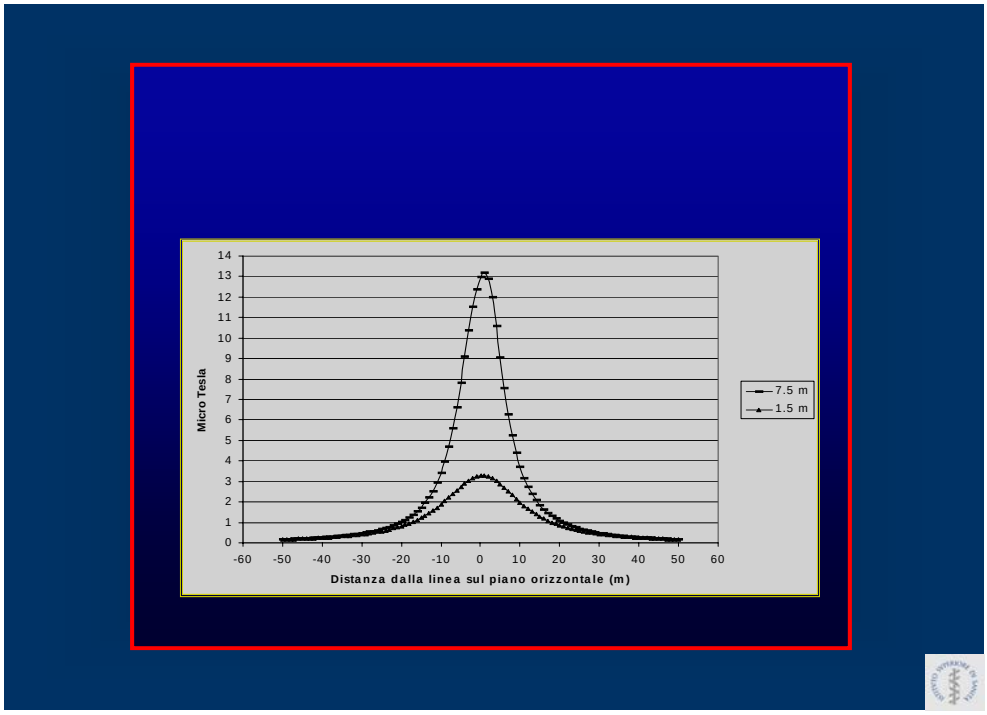


Figura 2 – Distribuzione del campo magnetico (microtesla) generato dalla linea



Integrando i dati misurati e le stime del campo magnetico, l'area in studio è stata suddivisa in sub-aree caratterizzate da livelli di esposizione decrescenti; A vicina alla linea, R lontana dalla linea, B intermedia.

Per le abitazioni entro i 28 metri dalla linea - la fascia A - il minimo valore dell'induzione magnetica è stato stimato pari a 0.44 μT; per le abitazioni oltre i 33 metri dalla linea - la fascia R - il massimo valore dell'induzione magnetica (civico più vicino alla linea, conduttore più basso a 10 metri dal suolo, stima effettuata all'altezza di 7 metri) è stato stimato pari a 0.34 μT. I valori stimati per la fascia B confermano la sovrapposizione, in parte, con quelli della fascia A e in parte con quelli della fascia R.

Questi valori sono stimati nelle due situazioni estreme: pertanto, con un carico di corrente elettrica di 389 A, in tutte le unità abitative della fascia R l'induzione magnetica non supera gli 0.34 μT mentre in tutte quelle della fascia A l'induzione magnetica è al di sopra di 0.44 μT .

Successivamente, per un'ulteriore conferma della corretta individuazione delle diverse sub-aree, sono state effettuate in alcune abitazioni misure dirette prolungate del campo magnetico: i dati hanno confermato che le abitazioni della fascia A sono esposte in modo continuativo a un campo maggiore delle abitazioni della fascia R.

Le indagini epidemiologiche relative al sito di Longarina (studio storico di coorte, studio trasversale sullo stato di salute di soggetti oggi residenti, studio di epidemiologia veterinaria sugli animali da compagnia (cani e gatti)) poggiano sul sistema di valutazione precedentemente descritto.

Lo studio di coorte è stato recentemente pubblicato, e si rinvia al testo della pubblicazione per un'analisi dettagliata (6). In sintesi, è stata studiata una coorte di 357 soggetti residenti in un'area a 100 metri a destra, sia a sinistra della linea.

L'analisi di mortalità è stata effettuata per il periodo 1980-2003 (tenendo conto anche della durata della residenza e del periodo di latenza), sia per l'intera coorte, sia per tre sub-coorti distinte per distanza dalla linea elettrica e per valori di campo magnetico.

La mortalità generale dell'intera area non è risultata diversa da quella della popolazione del Lazio (SMR 0.99, IC 95% 0.73-1.35; 40 osservati). La mortalità per tutti i tumori presenta un incremento non statisticamente significativo (SMR 1.34, IC 95% 0.82-2.18; 16 osservati), che diventa significativo nella classe di durata di residenza di 31-40 anni (SMR 2.09, IC 95% 1.05-4.19; 8 osservati). La mortalità per tumori del sistema linfoematopoietico presenta un incremento basato su due casi di leucemia.

La mortalità per tutti i tumori è più elevata nella zona più vicina alla linea elettrica ed esposta a livelli di campo magnetico maggiori. A tale incremento sembrano contribuire soprattutto i tumori dell'apparato digerente (SMR 3.57, IC 95% 1.49-8.58; 5 osservati) e del pancreas in particolare.

E' tuttora in corso lo studio della morbosità della coorte, basato sull'analisi delle schede di dimissione ospedaliera (7, 8).

Lo studio epidemiologico relativo ai soggetti oggi residenti a Longarina (studio trasversale) ha come oggetto lo stato di salute della popolazione con particolare riguardo alla depressione, alla cefalea e alla qualità del sonno; vengono inoltre effettuati diversi esami ematologici, il dosaggio urinario della 6-sulfossimelatonina e l'holter cardiaco e pressorio (9). Lo studio si concluderà nel secondo semestre 2006.

Lo studio veterinario intende individuare i possibili effetti dell'esposizione a campo magnetico a 50 Hz su cani e gatti che condividono l'ambiente di vita delle famiglie, attraverso lo studio del comportamento, dei livelli di melatonina di sangue, urina e saliva, della risposta immunitaria e del metabolismo energetico (9). Anche questo studio si concluderà nel giro di qualche mese.

Tutta l'attività in corso a Longarina è accompagnata da un piano di comunicazione del rischio basato su un approccio di tipo partecipativo. Questo fornisce benefici anche per la raccolta dei dati e per la percentuale di adesione allo studio. E' prevista un'attività di comunicazione in itinere: risultati anche parziali vanno comunicati con adeguato commento. Sulla base di una strategia di comunicazione veritiera e basata sull'ascolto reciproco, è possibile coinvolgere gli altri attori del processo comunicativo (operatori strutture locali, amministratori, media).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La letteratura scientifica sui campi elettromagnetici contiene numerosi elementi di incertezza, ma indica chiaramente come una priorità lo studio dei gruppi di popolazione con i più elevati livelli di esposizione.

Questi gruppi hanno spesso numerosità limitata, e la potenza statistica può essere inadeguata. La soluzione è realizzare molti studi indipendenti con protocolli comparabili, e poi effettuare analisi "pooled". Questo richiede da parte delle ARPA e dei Dipartimenti Prevenzione delle ASL la ricerca attiva dei gruppi ad alto rischio nel territorio. Quest'attività può trarre beneficio da una relazione di ascolto e dialogo con le associazioni e i comitati, fermo restando l'autonomia di ognuno. Le strutture deputate alla sanità pubblica, per intraprendere questa strada, devono puntare alla formazione del personale e lavorare in termini di obiettivi di priorità.

In questo quadro il Progetto Longarina rappresenta il prototipo di studio clinico e epidemiologico, in grado di fornire dati iniziali che dovranno essere confermati da studi indipendenti. E' particolarmente importante che i nuovi studi adottino protocolli comparabili con quello del Progetto Longarina, per poter in seguito effettuare analisi "pooled" di dati. L'Istituto Superiore di Sanità è interessato a collaborare con Regioni, Province, Agenzie e Dipartimenti di Prevenzione che condividano questo approccio.

BIBLIOGRAFIA

1. Ahlbom A, Day N, Feychting M, et al. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *British Journal Cancer* 2000; 83: 692-698.

2. Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, et al. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukaemia. *Epidemiology* 2000; 11: 624-634.

3. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. *Non-ionizing radiation,part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields*. IARC, Lyon, 2002. Vol. 80

4. Lega Italiana per la Lotta contro i Tumori (LILT). *Campi elettrici e magnetici statici e a frequenze estremamente basse (ELF). Rischio cancerogeno*. Commissione "Cancerogenesi ambientale", 2004.

5. Comba P, Fazzo L, Pasetto R. Studio epidemiologico di popolazioni esposte a elevati livelli di campi magnetici a 50 Hz. *Epidemiologia & Prevenzione* 2005; 29(5-6): suppl 28-33.

6. Fazzo L, Grignoli M. Iavarone I, et al. Studio preliminare di mortalità per causa di una popolazione con esposizione residenziale a campi magnetici a 50 Hz, in un quartiere del comune di Roma. *Epidemiologia & Prevenzione* 2005;

7. Fazzo L, Tancioni V, Vanacore N, Papini P, Iavarone I, Farchi S, Bruno C, Polichetti A, Borgia P, Comba P. L'utilizzo delle schede di dimissione ospedaliera negli studi su coorti residenziali in epidemiologia ambientale. a metodologia utilizzata in un caso studio. Atti Convegno AIE "Epidemiologia per la sorveglianza: dal disegno alla Comunicazione. Istituto Superiore di Sanità, Roma, 15-16 Maggio 2006. A cura di E. Appelgren, P. Ruggeri e S. Spila Alegiani. ISTISAN Congressi 06/C2. http://www.iss.it/publ/cong/cont.php?id=1949&lang=1&tipo=6

8. Fazzo L, Tancioni V, Vanacore N, Papini P, Iavarone I, Farchi S, Bruno C, Polichetti A, Borgia P, Comba P. Cause specific morbidity study of a population exposed to 50 Hz magnetic fields" submitted abstract Parigi. Settembre: "International Conference on Environmental Epidemiology and Exposure". International Society of Environmental Epidemiology.

9. Vanacore N, Benedetti M, Conte D et al. Approccio metodologico multidisciplinare allo studio degli effetti neurocomportamentali associati all'esposizione ai campi magnetici a 50 Hz. *Rapporti ISTISAN* 04/01. http://www.iss.it/publ/rapp/2004/0401.pdf

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Ministero dello Sviluppo Economico - Comunicazioni

Arpa Lazio

CAMPAGNA DI MISURE 2008 DELLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE DAL CENTRO TRASMITTENTE DI S. MARIA DI GALERIA DI RADIO VATICANA

INDICE

INDICE 2

PREMESSA 3

NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4

DESCRIZIONE DEI SITI D'INDAGINE 6

METODOLOGIA DI MISURA 9

RISULTATI DELLE MISURE 11

SITO DI MISURA n.1 – CASALE OLGIATELLA 12

SITO DI MISURA n. 2 – CASA SCALZI 15

SITO DI MISURA n. 3 – CASALE SPINACI 17

SITO DI MISURA n. 4 – OLGIATA 20

SITO DI MISURA n. 5 – VIA FERRAIOLO 23

SITO DI MISURA n. 5 bis – VIA ARNOFFI 15 25

SITO DI MISURA n. 6 – VIA SENIO, 25 28

SITO DI MISURA n. 7 – RISTORANTE PLAYOFF 30

SITO DI MISURA n. 8 – VIGILI URBANI OSTERIA NUOVA 33

SITO DI MISURA n. 9 – SCUOLA OSTERIA NUOVA 36

SITO DI MISURA n.10 – ISTITUTO OMNICOMPRENSIVO DI VIA ORREA (sede di via Sforzini) 39

STRUMENTAZIONE 42

CONCLUSIONI 44

ALLEGATI E APPENDICI 45

PREMESSA

In data 16 febbraio 2006, la Commissione Bilaterale Italia – Santa Sede si riuniva concordando l'avvio di una nuova campagna di misurazioni congiunte delle emissioni elettromagnetiche del Centro Trasmittente di Radio Vaticana, sito in località S. Maria di Galeria.

L'ISPRA (già IRPA ex art. 28 D.L. 112/2008) si attivava predisponendo, concordemente con le parti interessate (Ministero dello Sviluppo Economico - Comunicazioni, ARPA Lazio e Ministero dell'Ambiente), un programma di attività relativo alla nuova campagna, definendone tempi e modalità di esecuzione.

Nella presente relazione sono dunque riportati gli esiti di tali attività, svoltesi nel periodo compreso tra il 26 maggio ed il 30 giugno 2008, con l'obiettivo di rilevare i campi elettromagnetici presenti sul territorio circostante il Centro Trasmittente, mediante misure in banda larga ed in banda stretta, nei siti concordati in sede di Commissione Bilaterale, molti dei quali già oggetto delle precedenti campagne di misura.

È stata valutata, inoltre, l'entità dei campi elettromagnetici nelle zone di recente sviluppo edilizio, al fine di assicurare l'assenza di livelli di campo rilevanti anche in altre aree del territorio.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il DPCM dell'8 luglio 2003, pubblicato sulla G.U. n. 199, stabilisce la *"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".* I limiti indicati dal DPCM sono i seguenti:

Limiti di Esposizione in relazione alla frequenza f	**Intensità di campo elettrico E (V/m)**	**Intensità di campo magnetico H (A/m)**
0,1 MHz < f ≤ 3 MHz	60	0,20
3 MHz < f ≤ 3000 MHz	20	0,05
3 GHz < f ≤ 300 GHz	40	0,10*

Valori di attenzione in relazione alla frequenza f	**Intensità di campo elettrico E (V/m)**	**Intensità di campo magnetico H (A/m)**
0,1MHz < f ≤ 300GHz	6	0,016

* Il valore di 0,01 A/m presente nel DPCM costituisce in realtà un errore di stampa, si riporta dunque in tabella il valore esatto.

Obiettivi di qualità in relazione alla frequenza f	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)
0,1MHz < f ≤ 300GHz	6	0,016

Le emissioni degli impianti trasmittenti che interessano l'ambiente circostante l'area degli impianti devono pertanto risultare conformi con i valori limite riportati nelle tabelle precedenti.

DESCRIZIONE DEI SITI D'INDAGINE

Il 10 aprile 2001 i tecnici di ISPRA (ex IRPA, prima APAT), ARPA Lazio e Ministero dello Sviluppo Economico - Comunicazioni, valutando la vicinanza agli impianti trasmittenti, la densità di popolazione, nonché la destinazione d'uso degli ambienti, individuavano dieci siti in cui sarebbero state eseguite le misure selettive, a seguito di considerazioni di carattere tecnico, ovvero in base allo studio delle caratteristiche fisiche e radioelettriche degli impianti trasmittenti del Centro e della loro direzione di emissione.

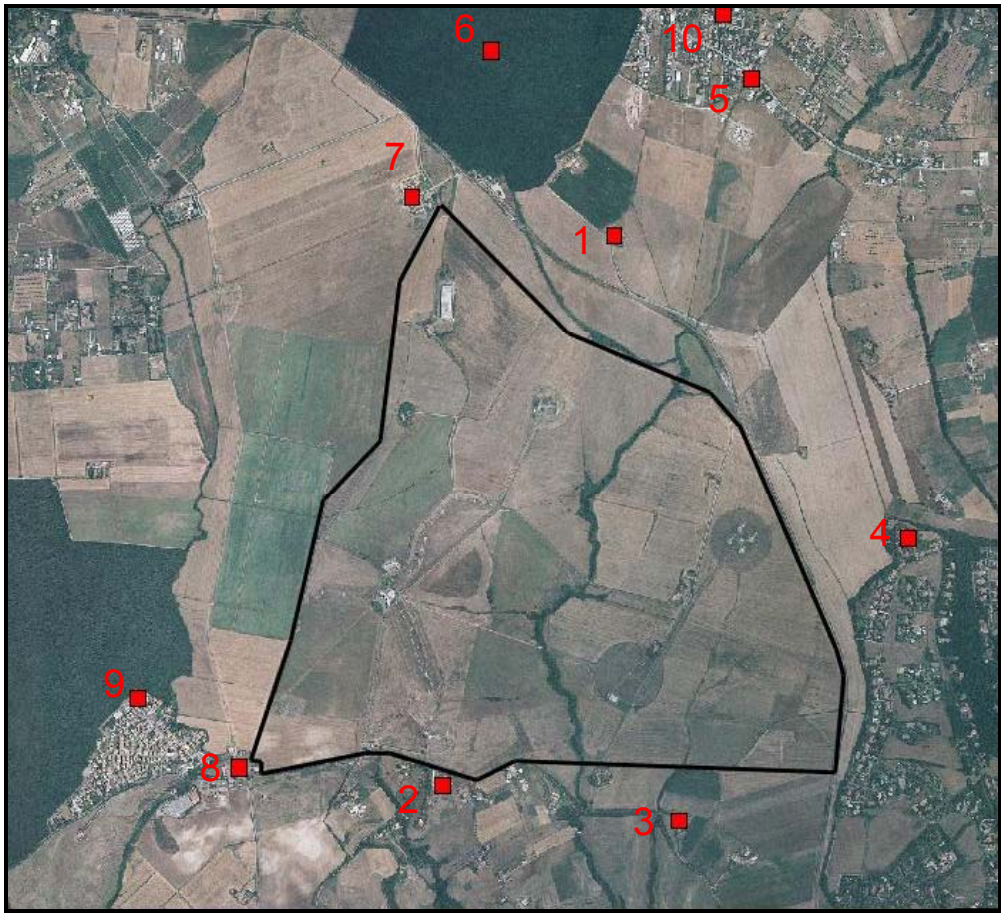


Figura 1 – I siti (in rosso) e loro disposizione rispetto al perimetro del centro trasmittente (in nero)

I siti prescelti (fig.1), la cui rappresentatività è stata nuovamente comprovata dalle indagini effettuate nel corso della presente campagna, sono di seguito elencati:

1- Casale Olgiatella;
2- Casa Scalzi (via Braccianese, 635);
3- Casale Saraceni;
4- Comprensorio residenziale dell'Olgiata;
5- Via di Baccanello, 281;
6- Via Senio, 25;
7- Ristorante PlayOff (via Tor dei Venti);
8- Vigili Urbani di Osteria Nuova (via della Stazione di Cesano, 4);
9- Scuola elementare di Osteria Nuova (via Quero, 130);
10- Istituto omnicomprensivo di via Orrea (sede di via Sforzini, 35).

Nella fase di pianificazione dell'attuale campagna di misure, è stata nuovamente richiesta, da parte dei tecnici preposti ai controlli, la disponibilità a consentire l'accesso nei predetti siti, ottenendo la piena collaborazione di tutti i proprietari, ad eccezione dei siti n. 3 e n. 5.

A seguito della suddetta indisponibilità, e al fine di poter disporre di dati di misura direzionalmente equivalenti in termini di esposizione alle emissioni elettromagnetiche, si è provveduto a ricercare siti alternativi parimenti significativi. Per il sito alternativo a Casale Saraceni (sito concordato n. 3) l'alternativa ottimale, sotto il profilo tecnico, è rappresentata da Casale Spinaci, in cui già da molti anni vengono condotte regolarmente delle indagini.

Nella scorsa campagna di misurazioni, come sito alternativo a quello di via di Baccanello (sito concordato n.5), è stato considerato quello di via Ferraiolo che risulta rappresentativo della serie di nuovi edifici residenziali realizzati a poca distanza dal Centro Radio, in direzione nord.

Preliminarmente all'attuale campagna, in data 5 giugno 2008, è stato condotto un sopralluogo tecnico durante il quale sono state esaminate, sempre alla ricerca di un sito alternativo al n.5, le seguenti proprietà private:

- appartamento di via di Baccanello n.298;
- appartamento di via Andrea Marchini n.65;
- terrazzo di via Arnoffi n.15.

I valori di campo elettrico misurati durante il periodo di massima esposizione in tutte le predette proprietà si sono mantenuti entro i 2,50 V/m. Al termine delle indagini preventive, il sito di via Arnoffi è stato ritenuto, tra i tre esaminati, quello maggiormente rappresentativo in termini espositivi, nonchè il più idoneo a consentire di condurre agevolmente le misure selettive.

Pertanto, la campagna di misurazioni, oggetto della presente relazione, ha permesso di valutare le condizioni espositive per un totale di undici siti, ciascuno dei quali con proprie caratteristiche, i cui dettagli verranno forniti nel seguito della relazione.

METODOLOGIA DI MISURA

Il protocollo tecnico concordato prevede che vengano eseguite misure selettive e di campo totale: alla realizzazione delle prime hanno collaborato l'ISPRA ed il Ministero dello Sviluppo Economico - Comunicazioni, mentre l'ARPA Lazio, sempre in collaborazione con l'ISPRA, ha eseguito le seconde.

In particolare, l'ISPRA, con propria catena strumentale, ha eseguito misure selettive di campo elettrico, mentre il Ministero dello Sviluppo Economico - Comunicazioni ha effettuato parallelamente misure di campo magnetico. Contestualmente alle operazioni di misura, personale tecnico del Ministero dello Sviluppo Economico - Comunicazioni ha verificato all'interno del Centro Radio le condizioni di trasmissione degli impianti, verificandone la conformità con il palinsesto in vigore al momento delle misure.

La campagna di misure è stata programmata, per ciascuno degli undici siti esaminati, come consuetudine, ricercando le fasce orarie di esposizione maggiormente gravose, mediante monitoraggio con centraline installate a cura di ARPA Lazio ed ISPRA; infatti, le centraline hanno fornito indicazioni sul periodo temporale di maggior esposizione durante il quale sono state poi condotte le misurazioni selettive con finalità, quindi, conservative.

Il periodo di osservazione dell'andamento dei campi elettromagnetici mediante centralina è stato mediamente di una decina di giorni, periodo ritenuto sufficiente a valutare l'esposizione caratteristica di ciascun sito.

Ciascuna sessione di misura è stata determinata in base ai risultati del monitoraggio di cui sopra ed alla loro correlazione con le caratteristiche radio-elettriche (in particolare frequenza, potenza, direzione) di ogni antenna del Centro Trasmittente.

Le operazioni di misura sono state eseguite in accordo con le procedure stabilite dalla norma CEI 211-7 ("Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz con riferimento all'esposizione umana") per la misurazione di campi elettromagnetici da impianti AM.

Tale norma prevede l'utilizzo di diverse metodiche per la misurazione dei campi emessi da impianti in AM che, tuttavia, non presentano la stessa equivalenza e significatività di risultati; per tale motivo, nella riunione del 19 novembre 2004 presso il centro radio di S. Maria di Galeria, i rappresentanti tecnici del Ministero dello Sviluppo Economico - Comunicazioni, dell'ISPRA, di ARPA Lazio e di Radio Vaticana hanno concordato di adottare una metodica che prevede la misura della sola portante con maggiorazione di 1,2 dB (equivalente ad una stima della modulazione con indice medio pari all'80%). È stato anche stabilito di impostare le catene di misura con i seguenti parametri:

- Analizzatore di spettro: RBW = 10 kHz, VBW = 10 Hz, SPAN = 200 kHz
- Ricevitore: Linear Average con filtro 9 o 10 kHz

Nel corso delle misure, laddove sono state rilevate frequenze trasmesse con la tecnologia DRM si è proceduto al loro rilevamento in modalità "*Channel Power*".

Durante le operazioni di misura, le condizioni meteorologiche si sono mantenute complessivamente buone con assenza di precipitazioni atmosferiche, mentre alcuni problemi tecnici sono sorti a causa delle alte temperature registratesi in tale periodo.

Sono stati eseguiti, a completamento di quanto finora detto, tutti i rilievi strumentali ritenuti opportuni al fine di caratterizzare l'esposizione della popolazione residente a possibili emissioni non riconducibili al Centro Radio di S. Maria di Galeria.

RISULTATI DELLE MISURE

In ogni sito è stato effettuato un monitoraggio preventivo a banda larga, per determinare un'area di massima esposizione al campo elettrico e magnetico, all'interno della quale sono state posizionate numerose sonde (fino a quattro) afferenti alle diverse catene di misura, a distanza tale da prevenire reciproche interferenze. La loro distribuzione ha coperto aree relativamente ampie, pertanto eventuali scostamenti tra i risultati riportati nel seguito della presente relazione devono essere considerati imputabili all'impossibilità di misurare contemporaneamente in un unico punto fisico.

E' stato difatti rilevato sperimentalmente quanto determinante sia la scelta dei punti di misura; misurazioni compiute sul medesimo sito di indagine possono difatti produrre risultati spesso sensibilmente diversi. Tale problematica assume ancor più rilevanza nell'immediata prossimità degli impianti emittenti ove si rileva una pronunciata variabilità spaziale delle emissioni.

Sono riportati di seguito i risultati delle indagini; per ciascun sito è fornita una breve descrizione del punto di misura con eventuali particolari ritenuti importanti ai fini dell'interpretazione dei risultati. La sigla *n.d.* in tabella indica che la misura non è stata effettuata per motivi tecnici o comunque eseguita con altra catena strumentale. I grafici degli spettri di frequenza più rappresentativi, acquisiti durante le sessioni di misura, sono riportati per ciascun sito in appendice.

SITO DI MISURA n.1 – CASALE OLGIATELLA

Le misure sono state effettuate il 3 giugno 2008 dalle ore 17:30 alle ore 18:30. A causa del mancato rilevamento di alcune frequenze, per problemi tecnici conseguenti al malfunzionamento di un trasmettitore, si è programmata un'ulteriore giornata di misurazioni per il 6 agosto 2008 a completamento della precedente.

Il sito di misura è situato a nord del Centro Trasmittente. Le sonde, a seguito di un preliminare screening in banda larga, sono state posizionate nel piazzale interno del casale (fig. 2), intorno al punto di coordinate geografiche:

N 42° 03' 33''

E 12° 20' 05''

Figura 2

In tabella 1 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga rilevati in entrambe le giornate di misura.

Tabella 1

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [A/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [A/m]
17:30 – 17:49	11935 15595 1530 5885 7250 9645 13765 15235	0.04 0.06 2.92 0.00 0.33 0.04 0.69 0.16	n.d.*	0.000 0.000 0.010 0.000 0.001 0.000 n.d. n.d.	0.007
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.02**		**0.010**	
17:50 – 17:59	11935 15595 1530 5885 7250 9645 1611 11715 15185 13765[1] 15235[1]	0.04 0.06 2.92 0.00 0.33 0.04 1.66 0.04 0.05 0.69 0.16	n.d.*	0.000 0.000 0.010 0.000 0.001 0.000 0.005 0.000 0.000 n.d. n.d.	0.008
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.45**		**0.011**	
18:00 – 18:09	1611 11715 15185 1530 5885 7250 9645 15595 13765 15570	1.66 0.04 0.05 2.92 0.00 0.04 0.04 0.06 0.33 0.05	n.d.*	0.005 0.000 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.008
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.38**		**0.011**	

[1] **Frequenze in aria solo il sabato**

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [A/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [A/m]
18:10 – 18:29	1530 5885 7250 9645 15595 13765 15570 1611 9585 11715 15185	2.92 0.00 0.04 0.04 0.16 0.33 0.05 1.66 0.03 0.04 0.05	n.d.*	0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.005 0.000 0.000 0.000	0.009
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.38**		**0.011**	

*** Non sono disponibili tali valori in quanto la strumentazione ha mostrato dei malfunzionamenti durante il corso dei rilievi.**

Dall'analisi dei risultati riportati in tabella 1, si deduce il mantenimento di livelli espositivi ampiamente inferiori ai limiti legislativi applicabili nel punto di misura, che si ricorda essere pari a 6 V/m per il campo elettrico e a 0.016 A/m per il campo magnetico (vedi anche pagg. 4 e 5).

SITO DI MISURA n. 2 – CASA SCALZI

Le misure sono state effettuate il 30 maggio 2008; non è stato possibile eseguire le misure nell'orario di massima esposizione, osservabile tra l'1:15 e l'1:30 di notte, per ragioni di accessibilità al sito, di conseguenza sono state condotte prove in regime di simulazione che hanno permesso di verificare l'impatto delle suddette configurazioni notturne in orario diurno, precisamente dalle ore 11:00 alle ore 12:00.

Il sito di misura si trova, più degli altri, nella regione di campo vicino radiativo, essendo molto prossimo ad alcune antenne del Centro Radio, e ciò determina situazioni espositive complesse, molto difficili da analizzare; tra le problematiche più rilevanti figura una elevata variabilità spaziale dei campi elettromagnetici.

A tal riguardo, le sonde, solo a seguito di un accurato screening in banda larga, sono state posizionate nel giardino antistante l'abitazione (fig. 3), dove si registrano i valori più elevati, intorno al punto di coordinate geografiche:

N 42° 02' 13''
E 12° 19' 29''

Figura 3

In tabella 2 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga della giornata del 30/05/08. Al termine delle misure programmate, data la vicinanza del sito agli impianti trasmittenti e al fine di caratterizzare i livelli espositivi non imputabili all'emittente vaticana, sono state effettuate misure con tutti gli impianti del Centro Radio spenti e si è proceduto al rilevamento del cosiddetto "bianco" o fondo elettromagnetico (vedi ultima riga della tab. 2).

Tabella 2

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [A/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [A/m]
1:15 – 1:30	1611 9755 9600	0.22 2.98 0.05	2.22	0.001 0.006 0.000	0.008
TOTALE CONFIGURAZIONE		**2.99**		**0.006**	
BIANCO			(<0.30) LOW		0.003

Dall'analisi dei risultati presentati, si evince che durante il periodo di maggiore esposizione, i valori sono ben al di sotto dei limiti legislativi vigenti.

SITO DI MISURA n. 3 – CASALE SPINACI

Il sito in esame ha sostituito quello di Casale Saraceni (inizialmente indicato in sede di Commissione Bilaterale) a causa dell'indisponibilità del proprietario di quest'ultimo a consentire l'accesso per effettuare le misure. Pur tuttavia, ne mantiene inalterata la rappresentatività direzionale, essendone immediatamente adiacente.

Le misure sono state effettuate il 26 maggio 2008 dalle ore 17:30 alle ore 18:30; è stata quindi programmata una seconda giornata di misure a causa del mancato rilevamento di alcune frequenze per problemi tecnici, conseguenti al malfunzionamento di un trasmettitore, che si è svolta il 6 agosto 2008, ad integrazione della prima.

Il sito di misura è situato a sud-est rispetto al Centro Trasmittente. Le sonde, a seguito di uno screening preliminare in banda larga, sono state posizionate nello spiazzo antistante l'officina (fig. 4), intorno al punto di coordinate geografiche:

N 42° 01' 59''

E 12° 20' 31''

Figura 4

In tabella 3 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga di entrambe le giornate di misura.

Tabella 3

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [A/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [A/m]
17:30 – 17:49	11935 15595 1530 5885 7250 9645 13765 15235	0.25 0.15 4.25 0.00 0.07 0.03 0.09 0.07	2.29*	0.001 0.001 0.008 0.000 0.000 0.000 n.d. n.d.	0.009
TOTALE CONFIGURAZIONE		**4.26**		**0.008**	
17:50 – 17:59	11935 15595 1530 5885 7250 9645 1611 11715 15185 13765[1] 15235[1]	0.25 0.15 4.25 0.00 0.07 0.03 3.53 0.04 0.09 0.09 0.07	3.28*	0.001 0.001 0.008 0.000 0.000 0.000 0.007 0.000 0.000 n.d. n.d.	0.010
TOTALE CONFIGURAZIONE		**5.54**		**0.011**	
18:00 – 18:09	1611 11715 15185 1530 5885 7250 9645 15595 13765 15570	3.53 0.04 0.09 4.25 0.00 0.06 0.03 0.15 0.30 0.16	3.30*	0.007 0.000 0.000 0.008 0.000 0.000 0.000 0.000 0.002 0.000	0.010
TOTALE CONFIGURAZIONE		**5.54**		**0.011**	

[1] **Frequenze in aria solo il sabato**

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [A/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [A/m]
18:10 – 18:29	1530 5885 7250 9645 15595 13765 15570 1611 9585 11715 15185	4.25 0.00 0.06 0.03 0.15 0.30 0.16 3.53 0.10 0.04 0.09	3.24*	0.008 0.000 0.000 0.000 0.000 0.002 0.000 0.007 0.000 0.000 0.000	0.009
TOTALE CONFIGURAZIONE		**5.54**		**0.011**	

***I valori riportati sono stati misurati il 26 maggio, in assenza delle frequenze misurate il 6 agosto.**

Dai dati in tabella 3 si deduce il mantenimento di un livello espositivo al di sotto dei limiti legislativi previsti, nel periodo di maggiore esposizione.

SITO DI MISURA n. 4 – OLGIATA

Le misure sono state effettuate il 23 giugno 2008, dalle ore 17:30 alle ore 18:30, in corrispondenza del periodo di massima esposizione, osservato durante il periodo di monitoraggio effettuato mediante centralina ivi installata.

Il sito di misura è situato ad est rispetto al Centro Trasmittente. Le sonde, a seguito di uno screening preliminare in banda larga, sono state posizionate nello spiazzo in prossimità dell'isola 83* (fig. 5), intorno al punto di coordinate geografiche:

N 42° 02' 34''
E 12° 20' 57''

Figura 5

In tabella 4 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga della giornata del 23/06/08.

* L'isola 83 è individuabile nella planimetria del comprensorio residenziale riportata in appendice.

Tabella 4

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [A/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [A/m]
17:30 – 17:49	11935 15595 1530 5885 7250 9645 13765 15235	0.20 0.18 3.54 0.02 0.05 0.00 0.18 0.26	1.28	0.000 0.000 0.008 0.000 0.000 0.000 n.d. n.d.	0.006
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.56**		**0.008**	
17:50 – 17:59	11935 15595 1530 5885 7250 9645 1611 11715 15185 13765[1] 15235[1]	0.20 0.18 3.54 0.02 0.05 0.00 2.80 0.14 0.11 0.18 0.26	1.71	0.000 0.000 0.008 0.000 0.000 0.000 0.007 0.000 0.000 n.d. n.d.	0.007
TOTALE CONFIGURAZIONE		**4.54**		**0.010**	
18:00 – 18:09	1611 11715 15185 1530 5885 7250 9645 15595 13765 15570	2.80 0.14 0.11 3.54 0.06 0.04 0.00 0.18 0.18 0.10	1.70	0.007 0.000 0.000 0.008 n.d. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.009
TOTALE CONFIGURAZIONE		**4.53**		**0.010**	

[1] **Frequenze in aria solo il sabato**

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [A/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [A/m]
18:10 – 18:29	1530 5885 7250 9645 15595 13765 15570 1611 9585 11715 15185	3.54 0.06 0.04 0.00 0.18 0.10 0.10 2.80 0.02 0.14 0.11	1.70	0.008 n.d. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.007 0.000 0.000 0.000	0.008
TOTALE CONFIGURAZIONE		**4.52**		**0.010**	

Dall'analisi dei risultati presentati, si evince che durante il periodo di maggiore esposizione, i valori si mantengono al di sotto dei limiti legislativi in vigore.

SITO DI MISURA n. 5 – VIA FERRAIOLO

Il sito in esame sostituisce, dall'anno 2004, quello di via di Baccanello 281, concordato in sede di Commissione Bilaterale nel 2001, essendo direzionalmente equivalente ad esso. La sostituzione si è resa necessaria a seguito della rinnovata indisponibilità dei proprietari del terrazzo a consentire l'accesso per condurre le misure ed è stata effettuata sulla base dei sopralluoghi tecnici condotti il 19 ed il 26 ottobre 2004.

In base all'osservazione dei dati provenienti dalle centraline installate presso altri siti concordati, si è deciso di condurre le misure dalle ore 19:00 alle ore 20:00, prevedendo in tale orario il periodo di massima esposizione.

Le misure sono state condotte nella giornata del 16 giugno 2008.

Le sonde sono state posizionate su suolo pubblico, di fronte al giardino di una delle numerose villette a schiera recentemente costruite, intorno al punto (fig. 6) di coordinate geografiche:

N 42° 03' 46''

E 12° 20' 35''

Figura 6

In tabella 5 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga della giornata del 16/06/08.

Tabella 5

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [A/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [A/m]
19:00 – 19:29	1611 9585 11715 13765 15570 1530 5885 7250	1.49 0.14 0.12 0.06 0.07 2.98 0.18 0.03	2.11	0.004 0.000 0.000 0.000 0.000 0.009 0.000 0.000	0.014
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.34**		**0.010**	
19:30 – 19:59	1611 9585 11715 13765 15570 1530 5885 7250 11625	1.49 0.14 0.12 0.08 0.06 2.98 0.18 0.03 0.00	2.16	0.004 0.000 0.000 0.000 0.000 0.009 0.000 0.000 0.000	0.012
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.34**		**0.010**	

Dai dati riportati in tab. 5, si osserva che sia i valori di campo magnetico che di campo elettrico si mantengono al di sotto dei limiti imposti dal DPCM 8 luglio 2003.

SITO DI MISURA n. 5 bis – VIA ARNOFFI 15

Il sito in esame, come il precedente, ha sostituito quello di via di Baccanello che, nel 2001, la Commissione Bilaterale aveva indicato essere idoneo allo svolgimento delle misure selettive. A seguito del sopralluogo tecnico effettuato il 5 maggio 2008, tra i siti esaminati quali candidati alla sostituzione, quello di via Arnoffi è stato ritenuto il più idoneo e rappresentativo in termini di esposizione, nonchè il più adatto per lo svolgimento delle misure selettive.

Dopo un periodo di monitoraggio di oltre un mese mediante centralina, le misure sono state condotte il 16 giugno 2008, dalle ore 17:30 alle ore 18:30. Le sonde sono state posizionate sul terrazzo della palazzina in vista delle antenne del Centro Trasmittente (fig. 7).

Coordinate geografiche: N 42° 04' 02"
E 12° 20' 25"

Figura 7

In tabella 6 vengono riportati i risultati delle misure condotte il 16 giugno 2008.

Tabella 6

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [mA/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [mA/m]
17:30 – 17:49	11935 15595 1530 5885 7250 9645 13765 15235	0.00 0.00 2.90 0.00 0.06 0.00 0.08 0.00	2.89	0.000 0.000 0.006 0.000 0.000 0.000 n.d. 0.000	0.011
TOTALE CONFIGURAZIONE		**2.90**		**0.006**	
17:50 – 17:59	1530 1611 5885 7250 9645 11715 11935 15185 15595 13765* 15235*	2.90 1.80 0.00 0.06 0.00 0.05 0.00 0.02 0.00 0.08 0.00	2.97	0.006 0.003 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 n.d. 0.000	0.011
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.41**		**0.007**	
18:00 – 18:09	1530 1611 5885 7250 9645 15570 15595 11715 15185 13765	2.90 1.80 0.01 0.00 0.00 0.03 0.00 0.05 0.02 0.03	2.99	0.006 0.003 n.d. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.011
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.41**		**0.007**	
18:10 – 18:29	1530 1611 5885 7250 9645 15570 9585 13765 15595 11715 15185	2.90 1.80 0.01 0.00 0.00 0.03 0.04 0.03 0.00 0.05 0.02	2.99	0.006 0.003 n.d. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.011

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [mA/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [mA/m]
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.41**		**0.007**	

*** Frequenze in aria solo il sabato.**

Analizzando i risultati delle misure, condotte nel periodo di maggiore esposizione, si deduce il mantenimento di livelli di campo elettrico e di campo magnetico inferiori ai limiti legislativi vigenti.

SITO DI MISURA n. 6 – VIA SENIO, 25

Le misure sono state effettuate il 30 giugno 2008, dalle ore 10:30 alle ore 12:30, in simulazione, vale a dire che si è valutato l'impatto elettromagnetico delle configurazioni pomeridiane dei giorni feriali e di quelle diurne dei giorni festivi in orario diverso da quello di effettiva trasmissione. La valutazione delle configurazioni maggiormente impattanti è stata effettuata sulla base dei dati rilevati dalla centralina di monitoraggio installata l'11 aprile 2008.

Le sonde sono state posizionate sul lastrico solare della palazzina (fig. 8), intorno al punto di coordinate geografiche:

N 42° 03' 59''

E 12° 19' 46''

Figura 8

In tabella 7 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga della giornata del 30/06/08.

Tabella 7

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [mA/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [mA/m]
17:50 – 17:59	11935 15595 1530 5885 7250 9645 13765 15235 1611 11715 15185	0.00 0.02 1.54 0.00 0.05 0.01 0.03 0.03 0.64 0.01 0.03	3.50	0.000 0.000 0.008 0.000 0.001 0.000 0.000 0.000 0.004 0.000 0.000	0.015
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.67**		**0.009**	
18:10 – 18:29	1530 5885 7250 9645 15595 13765 15570 1611 9585 11715 15185	1.60 0.00 0.02 0.01 0.01 0.00 0.05 0.82 0.03 0.01 0.00	3.30	0.008 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.004 0.000 0.000 0.000	0.014
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.80**		**0.008**	
12:00 – 12:30 (FESTIVI)	1611 1530 5965 7250 9645 11740 15560 15595 17765	0.80 1.56 0.00 0.04 0.07 0.03 0.04 0.00 0.00	3.30	0.004 0.008 0.000 0.001 0.001 0.000 0.000 0.000 0.000	0.015
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.76**		**0.009**	

Dall'analisi dei risultati presentati, si nota un evidente scostamento tra le misurazioni in banda stretta e quelle ben maggiori in banda larga. Si ipotizza, pertanto, che al momento delle misure fossero presenti in aria i contributi di altre sorgenti elettromagnetiche, esterne a Radio Vaticana; nonostante la presenza di queste, i limiti non risultano superati.

SITO DI MISURA n. 7 – RISTORANTE PLAYOFF

Le misure sono state effettuate il 28 maggio 2008, dalle ore 22:00 alle ore 22:59; in tale occasione, alcune frequenze non sono andate in aria per problemi tecnici conseguenti il guasto di un trasmettitore di Radio Vaticana. E' stato quindi necessario, anche per questo sito, programmare una seconda giornata di misure per completare le indagini, svoltasi anch'essa il giorno 6 agosto 2008.

Il sito di misura è situato ad ovest rispetto al Centro Trasmittente. Le sonde, a seguito di un preliminare screening in banda larga, sono state posizionate nel parcheggio del ristorante (fig. 9), intorno al punto di coordinate geografiche:

N 42° 03' 41''
E 12° 19' 25''

Figura 9

In tabella 8 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga della giornata del 28/05/08 e del 06/08/08.

Tabella 8

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [mA/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [mA/m]
22:00 - 22:19	1530 5885 7250 9645 7135 9610 7365 9755 11625	1.98 0.04 0.14 0.15 0.08 0.24 0.17 0.05 0.02	1.19**	0.006 0.001 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.005
TOTALE CONFIGURAZIONE		**2.02**		**0.006**	
22:20 - 22:29	1611 1530 5885 7250 9645 7365 9755 11625 7135 9610	0.98 3.11 0.04 0.03 n.d.* 0.17 0.05 0.02 0.08 0.24	1.89**	0.003 0.008 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.008
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.28**		**0.009**	
22:30 - 22:39	1530 1611 5885 7250 9645 7365 9755 11625	3.11 0.98 0.04 0.02 n.d.* 0.16 0.05 0.02	1.88**	0.008 0.003 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.008
TOTALE CONFIGURAZIONE		**3.27**		**0.009**	
22:40 - 22:59	9755 7365 11625 1530 1611 5885 7250 9645	0.05 0.16 0.02 1.93 0.98 0.14 0.13 0.03	1.40**	0.000 0.000 0.000 0.005 0.003 0.000 0.000 0.000	0.007
TOTALE CONFIGURAZIONE		**2.18**		**0.006**	
BIANCO			LOW (< 0.30)		0.002

****Valori misurati il 28 maggio, in assenza delle frequenze misurate il 6 agosto.**

*** Valori non disponibili in quanto la strumentazione non ha funzionato correttamente.**

Dall’osservazione dei dati in tabella 8 si deduce l’ampio mantenimento di condizioni di esposizione stabilmente al di sotto dei limiti legislativi previsti.

SITO DI MISURA n. 8 – VIGILI URBANI OSTERIA NUOVA

Le misure sono state effettuate in due giornate distinte: il 26 maggio 2008, dalle ore 22:00 alle ore 22:59, ed il 6 agosto 2008, dalle 9:00 alle 9:45. Nella prima giornata, non essendo funzionante un trasmettitore, non è stato possibile rilevare tutte le frequenze e quindi si è ritenuto opportuno perfezionare le misure in una seconda giornata, che si è svolta il 6 agosto 2008.

Il sito di misura è situato in regione di campo vicino radiativo, essendo appena oltre il muro di recinzione del Centro Trasmittente. Le sonde, successivamente allo screening in banda larga, sono state posizionate nel parcheggio della stazione dei vigili urbani (fig. 10), intorno al punto di coordinate geografiche:

N 42° 02’ 12’’
E 12° 18’ 56’’

Figura 10

In tabella 9 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga rilevati in entrambe le giornate.

Tabella 9

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [mA/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [mA/m]
22:00 - 22:19	1530 5885 7250 9645 7135 9610 7365 9755 11625	0.18 0.06 0.03 0.04 0.36 0.46 0.06 0.26 0.06	0.50*	0.001 0.000 0.000 0.000 0.001 0.001 0.000 0.001 0.000	0.005
TOTALE CONFIGURAZIONE		**0.67**		**0.002**	
22:20 - 22:29	1611 1530 5885 7250 9645 7365 9755 11625 7135 9610	0.08 0.63 0.89 0.19 0.73 0.06 0.26 0.06 0.36 0.46	0.98*	0.000 0.002 0.001 0.003 0.002 0.000 0.001 0.000 0.001 0.001	0.006
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.48**		**0.005**	
22:30 - 22:39	1530 1611 5885 7250 9645 7365 9755 11625	0.63 0.08 0.89 0.19 0.73 0.04 0.25 0.38	1.06*	0.002 0.000 0.001 0.003 0.002 0.000 0.001 0.001	0.006
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.40**		**0.004**	
22:40 - 22:59	9755 7365 11625 1530 1611 5885 7250 9645	0.25 0.04 0.38 0.18 0.08 0.28 0.08 0.18	0.61*	0.001 0.000 0.001 0.001 0.000 0.000 0.000 0.001	0.005
TOTALE CONFIGURAZIONE		**0.69**		**0.002**	
BIANCO			0.3		0.002

***I valori riportati sono stati misurati il 26 maggio, in assenza delle frequenze misurate il 6 agosto.**

Dall’osservazione dei dati in tabella 9, si deduce che, nonostante l’estrema vicinanza del sito al Centro Trasmittente, i valori misurati sono i più bassi rilevati nel corso della campagna, notevolmente al di sotto dei limiti legislativi previsti.

SITO DI MISURA n. 9 – SCUOLA OSTERIA NUOVA

Le misure sono state effettuate il 3 giugno 2008, dalle ore 22:00 alle ore 22:59; a causa del mancato rilevamento di alcune frequenze per problemi tecnici, conseguenti al malfunzionamento di un trasmettitore, si è programmata un'ulteriore giornata di misurazioni, condotta in seguito il giorno 6 agosto 2008, a completamento della precedente.

Il sito è situato a sud-ovest rispetto al Centro Trasmittente. Tra i numerosi spazi accessibili ai bambini della scuola, si è scelto di effettuare le misure nell'area adiacente le aule delle elementari, dove sono stati riscontrati i valori più elevati durante il monitoraggio in banda larga effettuato preliminarmente alle misure selettive. Le sonde sono state posizionate intorno al punto di coordinate geografiche (fig. 11):

N 42° 02' 22''
E 12° 18' 30''

Figura 11

In tabella 10 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga rilevati in entrambe le giornate di misura.

Tabella 10

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [mA/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [mA/m]
22:00 - 22:19	1530 5885 7250 9645 7135 9610 7365 9755 11625	0.68 0.10 0.02 0.02 0.05 0.08 0.06 0.16 0.02	n.d.*	0.001 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.004
TOTALE CONFIGURAZIONE		**0.72**		**0.002**	
22:20 - 22:29	1611 1530 5885 7250 9645 7365 9755 11625 7135 9610	0.16 1.52 0.19 0.04 0.35 0.06 0.16 0.02 0.05 0.08	n.d.*	0.000 0.003 0.001 0.002 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.006
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.60**		**0.002**	
22:30 - 22:39	1530 1611 5885 7250 9645 7365 9755 11625	1.52 0.16 0.19 0.04 0.35 0.06 0.17 0.03	n.d.*	0.003 0.000 0.001 0.002 0.001 0.000 0.000 0.000	0.005
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.59**		**0.002**	

22:40 - 22:59	9755 7365 11625 1530 1611 5885 7250 9645	0.17 0.06 0.03 0.71 0.16 0.00 n.d. 0.47	n.d.*	0.000 0.000 0.000 0.001 0.000 0.000 n.d. 0.001	0.004
TOTALE CONFIGURAZIONE		**0.87**		**0.002**	
BIANCO			n.d.*		0.003

*** Non sono disponibili tali valori in quanto la strumentazione ha mostrato dei malfunzionamenti nel corso dei rilievi.**

Dall'osservazione dei dati in tabella 10 si deduce l'ampio mantenimento di livelli espositivi notevolmente al di sotto dei limiti legislativi previsti.

SITO DI MISURA n.10 – ISTITUTO OMNICOMPRENSIVO DI VIA ORREA (sede di via Sforzini)

Le misure sono state effettuate il 28 maggio 2008, dalle ore 17:30 alle ore 18:30, ma durante le operazioni alcune frequenze non sono andate in aria per problemi tecnici conseguenti il malfunzionamento di un trasmettitore. Si è proceduto, perciò, alla programmazione di una seconda giornata di misurazioni, poi condotta il 6 agosto 2008, per rilevare i contributi delle frequenze mancanti.

Il sito di misura è situato a nord del Centro Trasmittente. Le sonde, a seguito di uno screening preventivo in banda larga, sono state posizionate nella porzione di giardino prospiciente le antenne del Centro Trasmittente, intorno al punto di coordinate geografiche (fig. 12):

N 42° 04’ 15’’
E 12° 20’ 24’’

Figura 12

In tabella 11 si riportano i risultati delle misure selettive e della banda larga relativi alle giornate del 28 maggio e del 6 agosto 2008.

Tabella 11

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [mA/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [mA/m]
17:30 – 17:49	11935 15595 1530 5885 7250 9645 13765 15235	0.00 0.00 1.34 0.00 0.04 0.00 0.04 0.00	0.72*	0.000 0.000 0.004 0.000 0.000 0.000 n.d. n.d.	0.007
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.34**		**0.004**	
17:50 – 17:59	1530 1611 5885 7250 9645 11715 11935 15185 15595 13765[1] 15235[1]	1.34 0.57 0.00 0.04 0.00 0.01 0.00 0.00 0.00 0.04 0.00	0.84*	0.004 0.002 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 n.d. n.d.	0.008
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.49**		**0.005**	
18:00 – 18:09	1530 1611 5885 7250 9645 15570 15595 11715 15185 13765	1.34 0.57 0.00 0.00 0.00 0.02 0.00 0.01 0.00 0.04	0.85*	0.004 0.002 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.008
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.46**		**0.005**	

Orario Configurazione	Frequenze [kHz]	Campo Elettrico (ISPRA) [V/m]	Banda Larga Campo Elettrico (ARPA Lazio) [V/m]	Campo Magnetico (Ministero Sviluppo Economico - Comunicazioni) [mA/m]	Banda Larga Campo Magnetico (ISPRA) [mA/m]
18:10 – 18:29	1530 1611 5885 7250 9645 15570 9585 13765 15595 11715 15185	1.34 0.57 0.00 0.00 0.00 0.02 0.00 0.01 0.00 0.01 0.00	0.82*	0.004 0.002 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.009
TOTALE CONFIGURAZIONE		**1.46**		**0.005**	

***I valori riportati sono stati misurati il 28 maggio, in assenza delle frequenze misurate il 6 agosto.**

[1] Frequenze in aria solo il sabato.

Dall'osservazione dei dati in tabella 11 si conclude che le condizioni di esposizione si mantengono stabilmente al di sotto dei limiti legislativi previsti.

STRUMENTAZIONE

La strumentazione utilizzata per le misure in banda stretta è stata la seguente:

ISPRA

- Analizzatore di spettro
    - Modello: Rohde&Schwarz FSP-30 (9 kHz – 30 GHz)
    - Numero di matricola: 1093.4495.30

- Cavo in fibra ottica (25 m)

- Sonda selettiva di campo elettrico e ricevitore
    - Modello: Sistema EMSmog – Sonda FP2000 e Ricevitore RC200A
    - Serial number: 02-21

MINISTERO DELLE COMUNICAZIONI

- Ricevitore
    - Modello: Rohde&Schwarz ESVN 40

- Cavo RG 214 (10 m)

- Sonda di campo magnetico
    - Modello: Rohde&Schwarz Loop HFH 2 – Z2

La strumentazione utilizzata per le misure in banda larga è stata la seguente:

ISPRA

- Sonda di campo magnetico con misuratore
    - Modello: Wandel & Goltermann Type 12.1/ EMR 300 (0.3 – 30 MHz)
    - Serial number: D-0016 L-0071

- Centraline di monitoraggio in continua
    - Modello: AMB 8057
    - Modello: PMM 8055

ARPALazio

- Misuratore di campo
    - Modello: PMM 8053
    - Serial number: 0220J00745

- Sonde di campo elettrico
    - Modello: EP 330 (0.1 – 3000 MHz)
    - Serial numbers:
        - 1010J10486
        - 1010J00632

- Centraline di monitoraggio in continua
    - Modello: AMB 8057

Per l'individuazione delle coordinate geografiche dei siti di misura è stato utilizzato lo strumento GPS III PLUS della GARMIN, matr. 96538204.

CONCLUSIONI

Dall'analisi dei risultati delle misurazioni delle emissioni elettromagnetiche prodotte dagli impianti del Centro Trasmittente di Radio Vaticana, sito in località S. Maria di Galeria, secondo il palinsesto allegato ed in vigore fino al 30 ottobre 2008, si evince il mantenimento di condizioni espositive al di sotto dei limiti legislativi vigenti in Italia.

Tali misurazioni, essendo state effettuate per ciascun sito nel periodo di maggior esposizione, consentono di confermare anche per tutti gli altri periodi temporali il rispetto delle limitazioni in vigore da parte dell'emittente della Santa Sede.

ISPRA

ARPA Lazio

Ministero delle Comunicazioni

ALLEGATI E APPENDICI

Allegato 1 – Palinsesto (feriale e festivo)

Appendice – Spettri di frequenza acquisiti durante le giornate di misura
Planimetria del Centro Residenziale Olgiata

Il Messaggero On line

Domenica 8 Marzo 1998

CRONACA DI ROMA

ALLARME ANTENNE
Un consiglio comunale alla Leopardi

"Il caso delle antenne di Monte Mario non è affatto chiuso" lo sostiene il sottosegretario alle Comunicazioni, Vincenzo Vita, replicando così alla decisione del Consiglio di Stato che ha accolto il ricorso delle emittenti televisive stoppando l'abbattimento dei ripetitori vicino alla scuola materna ed elementare Leopardi. "E' pronto infatti il decreto interministeriale di Ambiente, Sanità e Comunicazione - riferisce Vita - sulle onde elettromagnetiche, che deve essere discusso dalla conferenza Stato-Regioni. E' poi in corso di definizione il nuovo piano delle frequenze che mette fine alla giungla dell'etere".

Da parte sua intanto l'amministrazione comunale non demorde: è pronta infatti l'ordinanza del sindaco Rutelli per far sgomberare le antenne nocive. Un Consiglio comunale straordinario nelle aule della scuola materna ed elementare Leopardi, probabilmente giovedì prossimo, sancirà la decisione. Ai consiglieri della maggioranza e dell'opposizione saranno presentati due mozioni: la prima presentata dall'assessore al Lavori pubblici Montino, che ripresenterà la richiesta di sgombero, la seconda dall'assessore alla Sanità Giusy Gabriele, che ribadirà il diritto alla salute. Saranno due atti preliminari che porteranno poi alla firma dell'ordinanza di sgombero da parte del sindaco.

Il Messaggero On line

Venerdì 23 Gennaio 1998

CRONACA DI ROMA

LA VITTORIA DEI BAMBINI

Leopardi, via le prime antenne

Aria di smobilitazione a Monte Mario. Tutte quelle antenne che circondano la materna ed elementare Leopardi cominciano a traballare, una ad una stanno per finire sotto sequestro. E **il Comune dice che a giorni smantellerà i primi sette tralicci abusivi**, quelli comparsi dopo la prima ordinanza di demolizione del ’92, mai rispettata. I tecnici stanno appurando se quelle antenne sono veramente abusive. Intanto due antenne, una Telecom e una dell’Enel, sono sotto sequestro penale, su ordinanza della Pretura di Roma. Sotto sequestro a fine probatorio, di fatto continuano a funzionare. A breve lo stesso provvedimento sarà preso per le altre. Importanti saranno i risultati di una perizia dell’Ispels (Istituto superiore prevenzione e sicurezza sul lavoro) disposta dalla Procura circondariale che saranno consegnati tra una ventina di giorni.
Ma qualcosa finalmente si muove, ed **è indubbia la vittoria dei genitori** che a lungo hanno protestato preoccupati per la presenza di ben 34 antenne intorno alla Leopardi. Loro non contenti già annunciano: "Il 5 febbraio saremo a Cavalese. Lì si terrà un convegno di Ispels e Istituto superiore della Sanità". E il censimento commissionato dall’assessore ai Lavori pubblici, Esterino Montino, la prossima settimana sarà pronto. "Ora vogliamo ottenere per Monte Mario - annuncia Montino - la definizione di sito non idoneo per le antenne radio tv, e far rimanere lì solo le radio a bassa frequenza, quelle del 112, del 113 e del 118. E intendiamo chiedere alla Regione un presidio permanente per monitorare ogni singolo impianto. C’è anche il problema della liberalizzazione della telefonia mobile: siamo già a tre gestori, il numero crescerà ancora. Nel ’98 prevediamo richieste di altre 400 antenne di telefonia mobile. Occorre una norma complessiva che regoli la materia. Abbiamo istituito un’unità di crisi per seguire passo passo la vicenda". Soddisfatto il presidente della XVII Circoscrizione, Marco Noccioli: "Ora chiediamo alla Regione di individuare siti alternativi per tutte le altre antenne. Il problema è cittadino. Subiamo pure l’inquinamento che arriva dalla zona dell’Hilton e Prati non naviga in buone acque".
Ra. Tro.

Il Messaggero On line

Giovedì 2 Aprile 1998

CRONACA DI ROMA

Affissi gli "sfratti" delle antenne

Elementare Leopardi: la "scalata" di Montino

"Il vizio di notifica? **Trovate un'altra scusa**". **Stava scritto sulla faccia di Montino, ieri pomeriggio, mentre si arrampicava sui tralicci che circondano l'elementare Leopardi e attaccava stralci dell'ordinanza di sgombero agli impianti.**
Perché far sparire quelle antenne da Monte Mario è diventata la sua missione. Ma a quanto pare, un'ordinanza di sgombero firmata dal sindaco ancora non basta a far stare tranquillo l'assessore ai Lavori pubblici che, dopo aver studiato le possibili mosse dell'*avversario,* tutti i cavilli giudiziari in grado di bloccare l'operazione, è tornato sotto gli undici tralicci radiotelevisivi abusivi. "Nei ricorsi al Tar - spiegava - gli avvocati della parte lesa spesso si appellano al "vizio di notifica", giocando sul fatto che alcuni soggetti hanno varie sedi legali. E intanto ottengono la sospensiva. Invece, attaccando a ogni traliccio un estratto dell'ordinanza nessuno potrà dire che non sapeva niente, visto che ogni giorno i gestori sono tenuti a controllare l'impianto. Non vorrei, infatti, che il tema del ricorso diventasse questo. E bloccasse tutto come è già successo nel '93".
Entro il 30 aprile, "con le buone", gli impianti devono sparire. Passati altri 15 giorni, ci penserà il Comune a sgomberare le proprietà comunali occupate abusivamente. "E con il presidente della XVII Circoscrizione, Marco Noccioli, abbiamo già predisposto l'intervento di una ditta che si occupa di demolizioni". Devono rimuovere le antenne, Canale 5, Rete 4, Radio Maria, Radio Subasio, Telemondo, Telepace, Teletuscolo, Rete Sole, Super Tre, Porta Portese tv, Teletevere. Anche se il signor Giovanni, 82 anni, non si spiega perché. Lui ha il traliccio di Radio Maria in giardino da una vita, così con l'affitto arrotonda la pensione anche se deve denunciarlo anche sul 740: "E stiamo tutti bene, guardate che piante, solo l'anno di Chernobyl ho avuto problemi con gli alberi da frutto". "L'ordinanza è stata inviata anche al ministero delle Poste e telecomunicazioni - ha spiegato Noccioli - che deve trovare siti alternativi fuori della città, su proposta della Regione che però è immobile". Montino già pensa alla "seconda fase", in cui cercherà di rimuovere i megatralicci Enel e Telecom a ridosso della scuola che il pm Amendola ha messo sotto sequestro. "E devono sparire quelle tre antenne abusive sopra l'Hilton".
Soddisfatti i genitori degli alunni della Leopardi. Che però segnalano: "Guardate verso Forte Trionfale: l'esercito ha piazzato un altro traliccio". Soddisfatti anche al Codacons. "Ma il lavoro non è finito - fa sapere il responsabile legale, Italo Mannucci - ci sono tantissime aree a rischio, da via Bettolo a Pietralata".
R.Tro.

CORRIERE DELLA SERA

Il ministro Bordon alla scuola Leopardi: "E' sconvolgente, anche per il paesaggio"

Il ministro Bordon alla scuola Leopardi: "E' sconvolgente, anche per il paesaggio" Ha indossato la maglietta con scritto "Siamo tutti bambini della Leopardi" e si e' presentato puntuale nella scuola di Monte Mario. Il ministro dell' Ambiente Willer Bordon ha voluto ieri controllare tralicci ed antenne che circondano la scuola materna ed elementare, della quale aveva sentito sempre parlare, ma che non conosceva. E "sono rimasto sconvolto - ha ammesso -. E' una visione impressionante". Il ministro ha aggiunto: "Bisogna intervenire subito. Tra quindici giorni tornero' qui con un programma operativo". Secondo Willer Bordon, oltre alla legge che sta per essere definitivamente approvata sulle emissioni elettromagnetiche, per la Leopardi c' e' anche "impatto paesaggistico intollerabile. Sicuramente questo parco e' una zona con vincoli particolari - ha aggiunto - per cui qui, quegli impianti non ci devono piu' stare". Accompagnato dalla direttrice della Leopardi, Aurora Mereu, accolto dai genitori che ricordano le loro oltre cento denunce, il ministro ha osservato da vicino tutti gli impianti e ha promesso il suo intervento, ricordando "che grazie alle prime opere di risanamento le emissioni degli impianti sono al di sotto dei limiti del decreto a 4 volt/metro. Ma in ogni caso gli impianti se ne devono andare". Madri e padri dei ragazzi hanno consegnato al ministro una lettera dove esprimono "la preoccupazione che cresce nonostante gli enormi passi legislativi, mentre sta montando una sorta di visione negativa tanto che le iscrizioni potrebbero soffrirne. Per questo - scrivono - e' opportuna la costruzione di un percorso ad hoc per la dislocazione immediata degli impianti, magari insieme ad altre emittenti". "Il piano di delocalizzazione delle antenne fa sempre un piccolo passo in avanti e poi uno grande indietro", ha ricordato Gisella Persio del consiglio d' istituto mentre Aldo Sipola ha espresso "preoccupazione sul futuro della scuola: gia' quest' anno le iscrizioni sono calate". ANTENNE E TRALICCI BAMBINO Il ministro Bordon durante la sua visita alla scuola Leopardi: "Visione impressionante"

Pagina 49
(8 febbraio 2001) - Corriere della Sera

la Repubblica.it

Il Tar: via le antenne dalla Leopardi

Repubblica — 17 aprile 2003 pagina 1 sezione: ROMA

«Le antenne se ne devono andare dalla scuola Leopardi». Stavolta lo dice il Tar, che ieri ha respinto il ricorso di Rti (Reti televisive italiane, cioè Canale 5 e Rete 4), Rete Sole, Super Tre e Telepace contro l' ordinanza di sgombero voluta dal Campidoglio e firmata dal XVII municipio. E' la prima volta che il tribunale amministrativo dà torto alle emittenti sopra Monte Mario. Gli impianti dovranno essere rimossi e trasferiti nei nuovi siti nel comune di Capranica Prenestina entro il 15 luglio. Il Tar ha infatti concesso ai gestori ulteriori 90 giorni per il trasloco, ma obbligandoli alla «rigorosa osservanza» dei limiti fissati dalla legge per l' elettrosmog. La sentenza, che verrà depositata oggi in cancelleria, sicuramente farà storia per i prossimi pronunciamenti, visto che anche le altre società hanno chiesto la sospensiva del provvedimento. Per esempio: Teletevere, Gbr, Teleradiotuscolo, Radio Subasio, Radio Maria. «Abbiamo vinto», esclama Aldo Sipala a nome dei genitori della Leopardi, che si sono presentati in tribunale contro le emittenti. Esulta il sindaco Walter Veltroni: «Dall' anno prossimo gli alunni potranno, finalmente, frequentare l' istituto in una condizione di piena serenità. E' il risultato più importante per loro, per i genitori e per gli insegnanti che hanno avuto il grande merito di battersi con determinazione per affermare il diritto alla salute e alla sicurezza». «E' una grande notizia anche per l' amministrazione comunale che vede premiata la sua determinazione nel perseguire l' obiettivo», aggiunge l' assessore ai Lavori pubblici Giancarlo D' Alessandro. Nella sentenza, il Tar riconosce che tra l' interesse delle emittenti e quello del Comune è prevalente quest' ultimo perché difende il parco di Monte Mario dai tralicci abusivi che si trovano al suo interno «senza uno specifico titolo». Infine prende atto della documentazione presentata dai genitori della Leopardi, che attesta il frequente superamento del tetto dei sei volt per metro. Ma i residenti dei comuni vicini a Colle Anfagione, il sito di Capranica Prenestina individuato dalla Regione per la delocalizzazione delle antenne, non ci stanno. Ieri mattina, insieme ad una delegazione di sindaci, sono andati a protestare alla Pisana a bordo di 20 pullman. Alla fine il consiglio regionale ha approvato all' unanimità una mozione che impegna la giunta a verificare la possibilità di un sito alternativo, individuato dai sindaci sempre nel comprensorio dei Monti Prenestini, e a procedere alla bonifica delle situazioni critiche sul territorio. - *CECILIA GENTILE*

Il Messaggero On line

Giovedì 30 Gennaio 2003

CRONACA DI ROMA

Elettrosmog

Storace: sposteremo le antenne dalla Leopardi

"Plaudiamo alla decisione del presidente della Regione Lazio Francesco Storace. Il ministero farà tutto quello che è di sua competenza per risolvere la questione dell'installazione di antenne a Monte Mario, nelle vicinanze della scuola Leopardi". Lo ha detto il portavoce del ministro delle Comunicazioni Maurizio Gasparri.

"È accolta con favore - ha aggiunto - l'ordinanza di Storace per la delocalizzazione delle antenne da Monte Mario a colle Anfagione. La nota dell'assessore regionale all'Ambiente Marco Verzaschi è stata inoltre importante per chiarire un equivoco che, in modo anche strumentale, era stato mal interpretato da gruppi di centrosinistra. Sul piano di delocalizzazione, infatti, il ministero non ha colpa: è una competenza dell'Authority".

Il ministero delle Comunicazioni ha anche aggiunto che "l'individuazione e la predisposizione di un sito alternativo a quello di Monte Mario per la collocazione delle antenne è competenza delle autorità regionali" e quindi sono "Regione e Comuni che devono provvedere".

"Dopo le innovative dichiarazioni del ministro Gasparri - ha annunciato l'assessore regionale all'Ambiente Verzaschi - e dopo un colloquio con il presidente Storace, è stato deciso che il Governatore stesso firmerà un'ordinanza per la delocalizzazione delle antenne a Colle Anfagione". E ha aggiunto: "Non ho mai affermato che il piano di delocalizzazione delle antenne non fosse operativo per colpa del ministero delle Comunicazioni. Questa specifica competenza, come già detto, fa capo all'Autorità per le garanzie per le comunicazioni".

Intanto i Verdi della Regione Lazio hanno presentato una denuncia alla Corte di Giustizia europea nei confronti del ministro delle Telecomunicazioni e dell'assessore regionale all'Ambiente Marco Verzaschi in merito alla vicenda della scuola Leopardi.

CORRIERE DELLA SERA

Radio Vaticana e onde nocive. Deve decidere il ministro Dini

Fanno bene all' anima, ma, a quanto pare, molto meno al fisico. Sono le emissioni delle antenne di Radio Vaticana in prossimita' della stazione di Santa Maria Galeria, vicino Roma. Tanto che la Asl Roma E ha inviato una lettera al ministero della Sanita' chiedendo un intervento urgente presso il ministero degli Esteri affinche' vengano intraprese le azioni necessarie per ridurre le emissioni di onde elettromagnetiche da parte degli impianti della radio Vaticana (che gode del privilegio della extraterritorialita'). Ad insistere affinche' si faccia qualcosa e' il presidente della XX circoscrizione, Marco Daniele Clarke, il quale ricorda che nelle aree vicine la stazione radio "si verificano da molto tempo numerosi casi di interferenza nelle comunicazioni telefoniche e via citofono, dovute a sovrapposizioni di trasmissioni della radio Vaticana". Nella lettera dell' azienda sanitaria al ministero della Sanita' e' detto, tra l' altro, che il 10 e il 19 agosto scorsi il presidio multizonale di prevenzione ha compiuto un monitoraggio ambientale vicino la stazione di Santa Maria Galeria, rilevando "il superamento dei limiti d' intensita' di campo elettromagnetico" rispetto a quanto previsto dal decreto ministeriale 381 del 10 settembre 1999. Clarke ricorda anche di aver chiesto da anni alle autorita' sanitarie se nelle zone limitrofe la radio Vaticana di via Braccianese vi sia pericolo per la salute pubblica e se la normativa sulle onde elettromagnetiche sia rispettata. Preoccupano anche i telefonini e i relativi trasmettitori. Sempre per quanto riguarda la XX circoscrizione, il coordinatore comunale di An, Fabio Sabbatani Schiuma, ha rivolto un invito all' assessore alla tutela della salute di Roma Giusy Gabriele affinche' intervenga "seriamente per bloccare tutte le attivazioni di antenne per la telefonia mobile nella circoscrizione fino a quando l' Ispesl non abbia dato il suo parere sull' intensita' dei campi magnetici in zona". In un comunicato, Sabbatani Schiuma rileva che le recenti misurazioni compiute con tecnici riconosciuti e con il comitato Cerquetta hanno indicato "un abbondante superamento dei parametri indicati dalla delibera dell' assessore Montino fissati a 6 volt/metro: in alcune abitazioni - osserva Sabbatani Schiuma - si raggiungono addirittura 14 e 18 v/m con gravi rischi per bambini, anziani e soprattutto cardiopatici". L' Ispesl (Istituto per l' igiene e la sicurezza sul lavoro), e' detto nel comunicato, deve esprimere, insieme all' Asl Roma E, il parere per la concessione del nulla osta alle autorizzazioni di stazioni di radio base che nel frattempo, conclude Sabbatani Schiuma, vengono costruite senza sapere se potranno mai essere attivate.

Pagina 46
(13 settembre 1999) - Corriere della Sera

la Repubblica.it

Dieci giorni per padre Borgomeo e il porporato Roberto Tucci
Sospesa la pena, previsto anche un risarcimento in denaro

Radio Vaticana, cardinale condannato

La replica: "Sentenza ingiustificata"

L'emittente si dice pronta ad impugnare il verdetto
Continua l'indagine della procura sui tumori a Roma nord

ROMA - E' scontro tra Radio Vaticana e i giudici. Il tribunale di Roma ha condannato a dieci giorni di reclusione due dei responsabili dell'emittente per "Getto pericoloso di cose". Padre Pasquale Borgomeo, direttore generale e il cardinale Roberto Tucci, presidente del comitato di gestione, sono infatti accusati di aver provocato l'inquinamento elettromagnetico nella zona di Cesano, a nord di Roma. Il terzo imputato, il vicedirettore tecnico Costantino Pacifici, è stato invece assolto per non aver commesso il fatto, in quanto la sua opera è stata limitata all'esecuzione degli ordini relativi al funzionamento dell'impianto di Radio Vaticana.

Dura la replica della direzione di Radio Vaticana. Che esprime "rincrescimento per il fatto che le sue posizioni non siano state riconosciute valide e accolte dal Tribunale". Pur "apprezzando l'assoluzione di uno degli imputati", l'emittente della Santa Sede "si riserva di impugnare in appello una sentenza che ritiene chiaramente ingiustificata sia per considerazioni di diritto, sia per motivi di fatto".

La sentenza è stata emessa dal giudice Luisa Martoni dopo una camera di consiglio durata circa mezz'ora. All'uscita dall'aula alcuni cittadini di Cesano hanno accolto con applausi i pm, Gianfranco Amendola e Stefano Pesci. Per condannare padre Borgomeo e il cardinale Tucci, quest'ultimo limitatamente a fatti avvenuti entro il 2000, il giudice Martoni ha disposto il risarcimento dei danni alle parti civile costituite nel procedimento: 5.800 euro a Legambiente, 850 a Cittadinanzattiva; ai Comitati Roma-Nord 5.120 euro e al Codacons 5.800.

Nell'udienza del 18 novembre dello scorso anno i magistrati Amendola e Pesci avevano sollecitato una condanna degli imputati a quindici giorni di arresto con sospensione condizionale della pena subordinata alla eliminazione della situazione di pericolo e al risarcimento dei danni. Per loro il giudice ha oggi stabilito la sospensione della pena.

Secondo l'accusa sarebbero stati sforati, tra il 2001 e il 2003, i limiti precauzionali nelle emissioni di onde elettromagnetiche fissati dall'apposito decreto ministeriale a tutela della persona umana. La responsabilità degli imputati, secondo la pubblica accusa, sarebbe dimostrata da una serie di testimonianze dibattimentali, che hanno ribadito l'esistenza di onde magnetiche in quantità tale da interferire con apparecchiature tecniche, la presenza in alcuni casi di malesseri fisici e stati di ansia nei cittadini.

A questo proposito, i pm nel corso della loro requisitoria avevano anche ricordato alcuni dei fenomeni che sono stati segnalati nel corso delle indagini: citofoni dai quali si sentivano i programmi di Radio Vaticana, disturbi a telefoni, fax e computer, fino a vibrazioni di lampadari.

Sul presunto inquinamento elettromagnetico a Nord della capitale, la procura di Roma ha da tempo aperto un altro fascicolo nel quale, sulla base di alcune denunce, si ipotizza il reato di omicidio colposo a carico di sei indagati. Nell'ambito di questa inchiesta, lo scorso 18 marzo, lo stesso procuratore Amendola, ha ottenuto dal gup Zaira Secchi di far svolgere, tramite incidente probatorio, una perizia per accertare se sia possibile stabilire un nesso tra l'emissione di onde elettromagnetiche e l'incremento di tumori e leucemie a Cesano e La Storta. In queste aree si trova, oltre agli impianti di radio Vaticana, anche un sito radar della Marina Militare.

E il Codacons parla di sentenza rivoluzionaria "perché per la prima volta la magistratura italiana condanna un Cardinale per la violazione dell'articolo 674 del codice penale dopo che la Cassazione aveva respinto l'eccezione di difetto di giurisdizione sugli alti prelati dirigenti della radio. Grazie a questa sentenza - prosegue l'associazione - adesso anche l'indagine della Procura di Roma per omicidio, legata alle onde elettromagnetiche di Radio Vaticana, subirà un positivo impulso". Il Codacons si appella infine al nuovo papa Benedetto XVI "affinché le antenne di Radio Vaticana siano spostate lontano dalle zone abitate, onde tutelare la salute dei cittadini".

(*9 maggio 2005*)

la Repubblica.it

Annullata con rinvio dalla Cassazione la sentenza della Corte d'appello di Roma
Due dirigenti dell'emittente della Santa Sede dovranno tornare alla sbarra

Elettrosmog, processo da rifare niente assoluzione a Radio Vaticana

ROMA - La terza sezione penale della Cassazione ha annullato con rinvio le assoluzioni pronunciate nel giugno 2007 dalla Corte d'appello di Roma nei confronti di padre Pasquale Borgomeo e il cardinale Roberto Tucci, all'epoca dei fatti direttore generale e presidente del comitato di gestione di Radio Vaticana.

I due imputati, accusati di 'getto pericoloso di cose' in relazione all'emissione nociva di onde elettromagnetiche provenienti dagli impianti dell'emittente radiofonica a Santa Maria di Galeria, subiranno dunque un nuovo processo.

La Cassazione non ha dunque condiviso le motivazioni dei giudici di secondo grado che avevano assolto i due religiosi ritenendo che l'emissione di onde elettromagnetiche non potesse rientrare nel reato di 'getto pericoloso di cose', previsto dall'articolo 674 del Codice Penale. Anche il sostituto procuratore generale della Cassazione Alfredo Montagna, durante la sua requisitoria, oggi aveva sollecitato l'annullamento delle assoluzioni e dunque l'accoglimento dei ricorsi presentati dalla Procura Generale di Roma e dalle parti civili.

Per il cardinale Tucci, il Pg aveva però sollecitato l'annullamento senza rinvio della sentenza d'appello per intervenuta prescrizione del reato. I giudici della Terza Sezione Penale, invece, hanno rilevato che il reato, anche per quanto riguarda Tucci, non è ancora prescritto.

Nella Capitale, infine, resta aperta un'altra inchiesta sugli impianti di Radio Vaticana, riguardante le morti per leucemia riscontrate nelle zone di Cesano e La Storta, la cui causa, secondo chi indaga, è da attribuire alle onde elettromagnetiche provenienti dagli impianti dell'emittente della Santa Sede e da un sito della Marina Militare.

In questo filone di indagine, Tucci e Borgomeo risultano iscritti sul registro degli indagati assieme a Costantino Pacifici, vicedirettore tecnico di Radio Vaticana, Gino Bizzari, Vittorio Emanuele Di Cecco ed Emilio Roberto Guarini, responsabili degli impianti della Marina.

(*13 maggio 2008*)

IL TEMPO.IT

Parco della Vittoria, dismissione prevista già da due settimane. Vizzani: «Vigileremo»

Torre Acea, i residenti contro le antenne: «Via i ripetitori»

La battaglia per l'elettrosmog nel XIII Municipio continua. «Le autorizzazioni per la rimozione delle antenne sulla torre Acea sono state formalizzate lo scorso 7 novembre - afferma Ludovico Greco del Comitato di quartiere Parco della Vittoria - Pertanto, non ci dovrebbero essere più ostacoli alla loro dismissione.

Invece, le antenne continuano a funzionare e di fatto, rispetto all'accordo che prevedeva l'immediata dismissione di 15 antenne e la delocalizzazione delle restanti 9, non è accaduto nulla. A questo punto, spetta a comune e Municipio far rispettare un accordo sottoscritto in piena libertà da un anno». I cittadini, da anni in lotta, sono pronti a tornare in piazza, forse già dalla prossima settimana, per denunciare una situazione limite che riguarda l'intero circondario, ossia: la concentrazione di 24 impianti di telefonia mobile sulla sommità del serbatoio Acea, che negli anni avrebbe provocato effetti dannosi sulla salute dei residenti. A far scattare la protesta, il testo stesso delle autorizzazioni, che assegnano quattro anni di tempo ai gestori per la rimozione degli impianti. «Gli accordi - continua Greco - indicavano in sessanta giorni il tempo necessario per procedere alle rimozioni. L'elevazione del limite temporale a quattro anni appare ingiustificato». I cittadini contestano anche una dichiarazione di Giacomo Vizzani, presidente del XIII Municipio il quale, interrogato sulla mancata rimozione, avrebbe asserito che, comunque, le quindici antenne per le quali erano state inviate la autorizzazioni erano state spente. «È vero - ammette Vizzani - mi è stato assicurato dai gestori che sono state spente e, di fatto, non vengono più utilizzate. Tuttavia, abbiamo avviato verifiche e controlli per appurare se questo risponda al vero. Indietro non si torna: quelle antenne verranno rimosse dalla torre Acea entro i termini».Enz. Bia.

25/11/2008

d u e m i l a q u a t t r o

RAPPORTO SULLO STATO DELL'AMBIENTE DEL LAZIO 2004

Regione Lazio
Assessorato all'Ambiente

ARPALAZIO
Agenzia Regionale Protezione Ambientale del Lazio

RAPPORTO SULLO STATO DELL'AMBIENTE DEL LAZIO

2004

REGIONE LAZIO
Assessorato all'Ambiente - Dipartimento Territorio

Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile

AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO
Servizio Tecnico della struttura centrale

ASSESSORATO ALL'AMBIENTE	Assessore: Vincenzo Maria Saraceni
DIPARTIMENTO TERRITORIO	Direttore: Patrizio Cuccioletta
DIREZIONE AMBIENTE E PROTEZIONE CIVILE	Direttore: Raniero De Filippis
AREA CONSERVAZIONE NATURA	Dirigente: Aldo Dominici
COORDINAMENTO REGIONALE PER LA REDAZIONE:	Lamberto Tizi
RESPONSABILE DEL PROGETTO PER ARPALAZIO:	Stefania Borghini
REFERENTE TECNICO REGIONALE PER ARPALAZIO:	Claudio Cattena
COMITATO TECNICO	
Regione Lazio:	Raniero De Filippis (Presidente) Manlio Mondino (Vice-Presidente) Maria Amadori Claudio Cattena Lamberto Tizi
Arpalazio:	Giancarlo Ortaggi Stefania Borghini Riccardo Casilli

		pagina
PREFAZIONI		8
INTRODUZIONE		15
CONTRIBUTI E RINGRAZIAMENTI		16
1.	**METODOLOGIA**	20
1.1.	DEFINIZIONE	20
1.2.	IL MODELLO DI RIFERIMENTO	20
1.3.	LA STRUTTURA DEL RSA	21
1.3.1	*LE SEZIONI*	21
1.3.2	*LA VALUTAZIONE SINTETICA*	22
1.3.3	*LE PRINCIPALI EVIDENZE*	23
1.3.4	*GLI INDICATORI*	24
1.3.5	*BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE*	25
2.	**INQUADRAMENTO TERRITORIALE**	26

SEZIONE A
DETERMINANTI

		pagina
3.	**DINAMICHE DELLA POPOLAZIONE**	30
3.1.	VALUTAZIONE SINTETICA	30
3.2.	LE PRINCIPALI EVIDENZE	30
3.3.	GLI INDICATORI	32
4.	**SISTEMA ECONOMICO-PRODUTTIVO**	42
4.1.	VALUTAZIONE SINTETICA	42
4.2.	LE PRINCIPALI EVIDENZE	42
4.3.	GLI INDICATORI	45
5.	**AGRICOLTURA**	60
5.1.	VALUTAZIONE SINTETICA	60
5.2.	LE PRINCIPALI EVIDENZE	60
5.3.	GLI INDICATORI	66
6.	**ENERGIA**	78
6.1.	VALUTAZIONE SINTETICA	78
6.2.	LE PRINCIPALI EVIDENZE	79
6.3.	GLI INDICATORI	86
7.	**TRASPORTI E INFRASTRUTTURE**	102
7.1.	VALUTAZIONE SINTETICA	102
7.2.	LE PRINCIPALI EVIDENZE	102
7.3.	GLI INDICATORI	104
8.	**TURISMO**	112
8.1.	VALUTAZIONE SINTETICA	112
8.2.	LE PRINCIPALI EVIDENZE	112
8.3.	GLI INDICATORI	116
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE		128

INDICE

SEZIONE B
TEMATISMI AMBIENTALI

		pagina
9.	**ATMOSFERA**	132
9.1	**VALUTAZIONE SINTETICA**	132
9.2	**LE PRINCIPALI EVIDENZE**	133
9.2.1	*LO STATO*	133
9.2.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	135
9.2.3	*LE RISPOSTE*	136
9.3	**GLI INDICATORI**	144
9.3.1	*LO STATO*	144
9.3.1.1	LA QUALITÀ DELL'ARIA	144
9.3.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	164
9.3.2.1	LE EMISSIONI	164
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE		177
10.	**IDROSFERA**	178
10.1	**VALUTAZIONE SINTETICA**	178
10.2	**LE PRINCIPALI EVIDENZE**	179
10.2.1	*LO STATO*	179
10.2.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	180
10.2.3	*LE RISPOSTE*	180
10.3	**GLI INDICATORI**	182
10.3.1	*LO STATO*	182
10.3.1.1	QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	182
10.3.1.2	QUALITÀ DELLE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO	199
10.3.1.3	QUALITÀ DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE	201
10.3.1.4	QUALITÀ DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE	208
10.3.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	212
10.3.2.1	EMISSIONI E SCARICHI NEI CORPI IDRICI	212
10.3.2.2	USO DELLA RISORSA IDRICA	218
10.3.3	*LE RISPOSTE*	224
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE		237

SEZIONE B
TEMATISMI AMBIENTALI

		pagina
11.	**GEOSFERA**	238
11.1	**VALUTAZIONE SINTETICA**	241
11.2	**LE PRINCIPALI EVIDENZE**	239
11.2.1	*LO STATO*	239
11.2.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	240
11.2.3	*LE RISPOSTE*	241
11.3	**GLI INDICATORI**	244
11.3.1	*LO STATO*	244
11.3.1.1	CARATTERISTICHE DEI SUOLI	244
11.3.1.2	RISCHIO NATURALE	251
11.3.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	263
11.3.2.1	RISCHIO ANTROPICO	263
11.3.3	*LE RISPOSTE*	271
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE		290
12.	**RIFIUTI**	292
12.1	**VALUTAZIONE SINTETICA**	292
12.2	**LE PRINCIPALI EVIDENZE**	293
12.2.1	*LA PRODUZIONE DI RIFIUTI*	293
12.2.2	*LA GESTIONE DEI RIFIUTI*	294
12.2.3	*LE RISPOSTE*	296
12.3	**GLI INDICATORI**	302
12.3.1	*LA PRODUZIONE DI RIFIUTI*	302
12.3.2	*LA GESTIONE DEI RIFIUTI*	319
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE		336

SEZIONE B
TEMATISMI AMBIENTALI

		pagina
13.	**RADIAZIONI NON IONIZZANTI**	338
13.1	**VALUTAZIONE SINTETICA**	338
13.2	**LE PRINCIPALI EVIDENZE**	338
13.2.1	*LO STATO*	338
13.2.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	339
13.2.3	*LE RISPOSTE*	340
13.3	**GLI INDICATORI**	343
13.3.1	*LO STATO*	343
13.3.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	346
13.3.3	*LE RISPOSTE*	352
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE		356
14.	**RUMORE**	358
14.1	**VALUTAZIONE SINTETICA**	358
14.2	**LE PRINCIPALI EVIDENZE**	359
14.2.1	*LO STATO*	359
14.2.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	360
14.2.3	*LE RISPOSTE*	363
14.3	**GLI INDICATORI**	365
14.3.1	*LO STATO*	365
14.3.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	370
14.3.3	*LE RISPOSTE*	377

SEZIONE B
TEMATISMI AMBIENTALI

		pagina
15.	**BIOSFERA**	380
15.1	**VALUTAZIONE SINTETICA**	380
15.2	**LE PRINCIPALI EVIDENZE**	381
15.2.1	*LO STATO*	381
15.2.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	383
15.2.3	*LE RISPOSTE*	383
15.3	**GLI INDICATORI**	387
15.3.1	*LO STATO*	387
15.3.1.1	LA BIODIVERSITÀ	387
15.3.1.2	LE AREE PROTETTE, ZONE UMIDE E RETE NATURA 2000	410
15.3.1.3	IL PAESAGGIO E IL TERRITORIO	426
15.3.1.4	LE FORESTE	440
15.3.2	*LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI*	443
15.3.3	*LE RISPOSTE*	454
15.4	**BIBLIOGRAFIA**	466

INDICE

SEZIONE C
SPESE AMBIENTALI, PIANI FINANZIARI, INFORMAZIONE ED EDUCAZIONE AMBIENTALE

pagina

16. LE SPESE PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE DELLA REGIONE LAZIO 472

16.1 LE SPESE AMBIENTALI DELLA REGIONE LAZIO ANNI 2002-2003 472

16.1.1 LO SCOPO E LA METODOLOGIA DI RIFERIMENTO 472

16.1.2 L'OGGETTO DELLA RILEVAZIONE E L'ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO 473

16.1.3 LE PRINCIPALI EVIDENZE 474

16.1.4 BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE 477

16.2 LE SPESE AMBIENTALI DELLA REGIONE LAZIO ANNI 1995-2000 478

16.2.1 NOTE INTRODUTTIVE E METODOLOGICHE 478

16.2.2 LA SPESA AMBIENTALE DELLA REGIONE LAZIO "IN BREVE" 483

16.2.3 LA SPESA DELLA REGIONE ANALIZZATA IN DETTAGLIO 484

16.2.4 TAVOLE STATISTICHE ANALITICHE 494

16.2.5 BIBLIOGRAFIA DI APPROFONDIMENTO 500

17. LA PROGRAMMAZIONE REGIONALE DEI PRINCIPALI STRUMENTI FINANZIARI PER LA TUTELA E LA VALORIZZAZIONE AMBIENTALE 501

17.1 DOCUP OBIETTIVO 2 LAZIO 2000/2006 501

17.2 INTESA ISTITUZIONALE E ACCORDI DI PROGRAMMA QUADRO 503

17.3 PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTI PER LO SVILUPPO DEL LITORALE DEL LAZIO 506

SEZIONE C
SPESE AMBIENTALI, PIANI FINANZIARI, INFORMAZIONE ED EDUCAZIONE AMBIENTALE

pagina

18. I PROGRAMMI DI INFORMAZIONE ED EDUCAZIONE AMBIENTALE DEI CITTADINI 508

18.1 L'EDUCAZIONE AMBIENTALE NELLA REGIONE LAZIO 508

18.2 LA RETE REGIONALE DI EDUCAZIONE AMBIENTALE 508

18.2.1 I LABORATORI DI EDUCAZIONE AMBIENTALE NEL LAZIO 510

18.2.2 I CENTRI DI ESPERIENZA NEL LAZIO 510

18.3 I PROGETTI FORMATIVI 510

18.4 ALTRE AZIONI DI EDUCAZIONE ALLA SOSTENIBILITÀ 510

18.5 OBIETTIVI PROGRAMMATICI 511

18.6 IL SISTEMA INFORMATIVO REGIONALE AMBIENTALE 512

Sviluppo sostenibile, è stato questo il principio ispiratore delle politiche ambientali della Regione Lazio. Il territorio laziale vanta una grande varietà nel paesaggio e un patrimonio ambientale e archeologico di rilievo. Allo stesso tempo la regione accoglie la peculiare realtà di Roma e una realtà sociale, economica e produttiva dinamica e vivace.

L'amministrazione regionale si è trovata dinanzi un compito non sempre facile: rispondere alle esigenze del mondo produttivo, fattore di crescita della qualità della vita e del benessere dei cittadini e tutelare l'ambiente, anch'esso volano di sviluppo.

Il "Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2004" approvato dalla Giunta regionale, e realizzato nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro (APQ8) stralcio "Sviluppo sostenibile e promozione della qualità ambientale" stipulato tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e la Regione Lazio, risponde proprio a questo bisogno.

Come sempre, la conoscenza si pone alla base di ogni seria e mirata strategia di intervento. Un confronto costruttivo, così come il monitoraggio dell'efficacia delle politiche di sostenibilità ambientale permettono di applicare con maggiore efficacia la volontà di valorizzare l'ambiente come risorsa vitale e opportunità di sviluppo.

Il Rapporto sull'Ambiente della Regione Lazio, la cui stesura è stata affidata ad ARPA, in collaborazione con le Direzioni regionali competenti, è il primo documento in materia ambientale ad utilizzare metodologie fondate su standard europei, indicatori in grado di evidenziare come i fenomeni andranno evolvendosi e di permettere l'inserimento e la comparazione dei dati regionali in una dimensione internazionale.

Il Rapporto raccoglie tutte le informazioni ad oggi disponibili sulla qualità dell'ambiente in cui viviamo, aggiorna qual è l'impatto delle attività produttive sul territorio, e informa su tutte le misure, e sulla loro efficacia, finora intraprese per prevenire, mitigare e recuperare situazioni di degrado ambientale.

L'impegno della Regione Lazio a favore dell'ambiente è stato riaffermato con forza anche all'interno del nuovo Statuto. L'articolo 9, alla voce "Valorizzazione del patrimonio ambientale e culturale", al primo comma così recita: *"La Regione, nel rispetto delle norme di tutela, valorizza l'ambiente, il paesaggio ed il patrimonio naturale in ogni sua specificità e diversità biologica e promuove la salvaguardia dei diritti degli animali previsti dalle convenzioni internazionali e dalla normativa comunitaria"*.

Sono molti gli interventi realizzati da questa amministrazione per rafforzare le politiche di sviluppo sostenibile, di informazione e di educazione ambientale: dal Piano di indirizzi strategici per il risanamento ed il miglioramento della qualità dell'aria, che individua i provvedimenti strutturali da intraprendere per riportare la qualità dell'aria ai valori limite individuati dall'Unione Europea, agli investimenti nel settore della viabilità, dei trasporti tra i quali il progressivo rinnovamento del parco mezzi per il trasporto pubblico e il pro-

gramma di rottamazione dei motorini inquinanti. Dalla legge per l'obbligo dell'installazione negli edifici di nuova generazione di pannelli solari e ai finanziamenti per i tetti fotovoltaici. Dal lavoro dei consorzi di bonifica per il recupero delle acque inquinanti, alla mappatura del territorio per la rilevazione dei campi elettromagnetici, al considerevole incremento delle aree protette, tanto che si passa dalle 53 del 2000 alle 87 previste.

Di queste, come delle altre tante azioni di prevenzione e risanamento ambientale si possono trovare informazioni preziose in questo Rapporto che presentando valori quantitativi, numeri certi, costituisce un documento prezioso, utile per verificare lo stato dell'arte, individuare priorità e fattori di cui tenere conto nella messa a punto dei prossimi strumenti di attuazione delle politiche di difesa ambientale. Il cittadino, a sua volta, potrà conoscere meglio i problemi dell'ambiente e sviluppare progetti collettivi. “Fare sistema”, soprattutto in tema di protezione dell'ambiente, torna ad essere ancora una volta la parola chiave per proseguire il cammino verso lo sviluppo sostenibile, su basi sempre più trasparenti e partecipative.

Francesco Storace

Presidente della Regione Lazio

Le azioni istituzionali della Regione Lazio in materia di salvaguardia e di valorizzazione dell'ambiente non possono prescindere da una conoscenza profonda del contesto operativo, rappresentato da un territorio fisico caratterizzato da risorse ambientali e paesaggistiche di notevole valore e da un tessuto socio - economico diversificato ed in continua evoluzione che interagisce profondamente con l'ambiente e con le sue risorse.

Pertanto è essenziale, ai fini dell'efficacia e dell'efficienza dell'attività regionale, poter disporre di validi strumenti di analisi e di conoscenza in grado di fornire i presupposti per l'individuazione degli obiettivi generali e delle priorità di azione rivolte alla prevenzione di fattori di rischio per le risorse del territorio, alla conservazione del patrimonio naturale, al recupero di ambiti degradati o alla definizione di programmi di sviluppo sostenibile e di valorizzazione delle risorse locali.

Il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente risponde quindi all'esigenza di disporre di dati preliminari alla definizione di piani, programmi e interventi, fornisce (pur con i limiti imposti in alcuni casi da carenza di rilevazioni e quindi di informazioni) un quadro aggiornato e integrato delle conoscenze ad oggi possedute nei diversi settori ambientali e individua le azioni di programmazione e di tutela poste in essere. Questo importante lavoro permette, quindi, di riflettere sia sui risultati conseguiti dalle politiche attuate dal Governo regionale e sia su quelle che dovranno essere le future azioni di intervento.

Primaria attenzione è rivolta al monitoraggio e alla diffusione di informazioni e dati sull'area territoriale, al fine di evidenziare lo stato e le prestazioni in termini di qualità o di degrado del sistema, e di valutare l'efficacia delle misure e delle risposte adottate o programmate.

La metodologia utilizzata si basa su un sistema di indicatori ambientali selezionati in base alla loro attitudine a evidenziare e confrontare nel tempo l'evoluzione dei sistemi ambientali della regione, i miglioramenti, gli andamenti negativi, le criticità.

Il Rapporto vuole essere uno strumento agile, di pronta e facile consultazione, in grado di garantire ai cittadini laziali adeguate risposte all'esigenza di conoscere meglio i problemi dell'ambiente, nell'ottica di una politica ambientale partecipativa; nello stesso tempo è utile a tutti coloro che progettano, operano, programmano interventi e iniziative in campo ambientale.

È articolato in 3 sezioni che riprendono il modello europeo DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte) che stabilisce una relazione causale fra attività umane, modifiche da esse prodotte alla quantità e qualità delle risorse naturali e politiche ambientali messe in atto in risposta a tali modifiche.

Infine il capitolo dedicato alle spese ambientali introduce alcuni spunti di riflessione e quantificazione in tema di contabilità ambientale, volti a sviluppare un utile confronto per il futuro ed è arricchito dal contributo, offerto dall'Istituto Nazionale di Statistica, Direzione Centrale della Contabilità Nazionale, basato su una metodologia messa a punto dall'ISTAT per la riclassificazione dei bilanci pubblici ai fini della quantificazio-

ne della spesa per l'ambiente.

Il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente del Lazio 2004 è volto a incentivare, in un'ottica di sviluppo sostenibile del territorio, la conoscenza delle problematiche ambientali favorendo una consapevole partecipazione dei cittadini e del mondo economico-produttivo a tutti i processi decisionali.

Anche al fine di agevolare questo processo è stata istituita nell'ambito dell'Assessorato all'Ambiente l'Area "Sviluppo Sostenibile" che si configura come un polo regionale di coordinamento e indirizzo dell'insieme di azioni sul territorio volte alla promozione della qualità ambientale, nella quale un ruolo importante deve essere svolto dalla informazione e dalla educazione ambientale.

La pluralità di ruoli operativi del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente riflette la varietà di attori che hanno concorso alla sua realizzazione: esso nasce infatti dal lavoro congiunto delle Strutture Regionali e degli Enti Strumentali con l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Lazio, che ha curato la redazione del Rapporto.

La sinergia creatasi tra le risorse umane e professionali coinvolte nel percorso di redazione del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2004 conferisce al lavoro stesso un valore aggiunto che vale la pena sottolineare: i valori ambientali sono un patrimonio comune da conoscere, tutelare e valorizzare, attraverso un percorso condiviso, basato sul confronto, sulla collaborazione e sulla concertazione, a cui tutti (cittadini, istituzioni, operatori di settore) sono chiamati a partecipare, secondo le loro attribuzioni e ruoli.

A coloro che hanno contribuito alla realizzazione del Rapporto, dai partecipanti ai Gruppi di lavoro istituiti per i vari tematismi agli autori dei paragrafi e a coloro che hanno facilitato il reperimento delle informazioni, da chi ha svolto funzioni di coordinamento al Comitato Tecnico, va dato il merito di aver dimostrato una volta di più come tramite la cultura del fare si superino gli ostacoli temporali e strutturali sino al raggiungimento degli obiettivi prefissati.

L'Assessore all'Ambiente

Vincenzo Maria Saraceni

Arpalazio ha sviluppato negli ultimi due anni un efficace sistema di monitoraggio, il cui fine è di garantire la conoscenza del territorio per il decisore politico ed amministrativo degli enti locali e per i cittadini.

L'impegno è stato rivolto a rendere efficaci ed efficienti gli interventi e, attraverso una gestione attenta delle risorse, ad ottenere un maggior numero di prestazioni.

Fondamentale a tale scopo è stata la scelta dell'Agenzia di stringere accordi di collaborazione con altre istituzioni preposte, con competenze diverse, al controllo dell'ambiente, ottenendo, anche attraverso la loro professionalità risultati eccellenti.

L'obiettivo di Arpalazio è quello di perfezionare ed approfondire i sistemi di monitoraggio per giungere a disegnare scenari ambientali e prevedere i mutamenti in relazione alle scelte ed ai comportamenti assunti dalle istituzioni e dai cittadini, fornendo un elemento indispensabile quali sono i dati ambientali sotto forma di analisi della realtà compiuta e concreta.

Inoltre, gli accordi avviati con le università ed i progetti comuni con enti di ricerca pongono l'attività dell'Agenzia al centro di ricerche importanti, alle quali essa fornisce l'apporto indispensabile di ente detentore dei dati di monitoraggio.

Il monitoraggio ambientale costantemente implementato, rappresenta, quindi, il cuore delle attività di Arpalazio ma è solo parte della sua missione. L'Agenzia, infatti, opera a tutto campo nell'ambito della prevenzione e protezione ambientale, per la tutela sia degli ecosistemi che della salute dei cittadini, attraverso un impegno teso ad orientare a comportamenti virtuosi mediante tutti gli strumenti dell'educazione ambientale, dai corsi in aula alle manifestazioni pubbliche.

Non di minore rilevanza è l'attività di “tutoraggio” alle imprese, verso le quali l'Agenzia intende svolgere un ruolo non solo di controllo, quindi repressivo, ma anche di consulenza al fine di ridurre l'impatto ambientale delle attività produttive, anche attraverso la promozione delle certificazioni ambientali. Arpalazio, dunque, si sente impegnata nella protezione ambientale in tutti i settori nei quali un proprio intervento può essere utile per proteggere e migliorare l'ambiente e in tutte le azioni che possono rassicurare i cittadini sviluppando in loro la consapevolezza che l'Agenzia vive la sua missione con passione, coscienza e spirito di servizio alla comunità.

Rosaria Marino

Direttore generale ARPALAZIO

INTRODUZIONE

Il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente costituisce un atto istituzionale previsto dalla L.R. 18 novembre 1991, n.74, la quale stabilisce che la Giunta Regionale provvede alla redazione di un rapporto biennale sullo stato dell'ambiente e del territorio, da sottoporre al Consiglio Regionale e da pubblicare sul Bollettino Ufficiale della Regione.

Il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2004 del Lazio è stato realizzato dalla Regione Lazio nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro "Aree sensibili: Difesa del suolo, Tutela della costa, Sistema della depurazione e Reti fognarie" (APQ8), stralcio "Sviluppo sostenibile e promozione della qualità ambientale" tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione per lo Sviluppo Sostenibile, il Ministero dell'Economia e delle Finanze e la Regione Lazio - Dipartimento Territorio - Direzione Ambiente e Protezione Civile.

Arpalazio è stato il soggetto attuatore dell'intervento per la realizzazione del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2004 del Lazio.

CONTRIBUTI E RINGRAZIAMENTI

L'attuazione dell'intervento relativo alla redazione del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente (RSA) è stata curata da Lamberto Tizi, Dipartimento Territorio, Direzione Ambiente e Protezione Civile, Area Conservazione Natura.
Claudio Cattena, Area Qualità dell'Ambiente-Osservatorio Ambientale, ha svolto il ruolo di referente tecnico per Arpalazio.

Arpalazio è stato il soggetto attuatore dell'intervento che ha previsto la realizzazione del RSA. Responsabile del progetto è stata Stefania Borghini, coadiuvata da Riccardo Casilli.

Per la redazione del RSA sono stati costituiti specifici 'Gruppi di Lavoro' composti dai rappresentanti nominati dalle Strutture regionali competenti per le materie trattate e dai responsabili per la materia nominati da Arpalazio.

Alla realizzazione del RSA ha collaborato, per Arpalazio, la società Ambiente Italia s.r.l.

Il Gruppo di Lavoro **"Fattori di Pressione"** ha curato i dati ed i testi relativi ai capitoli: *Dinamiche della popolazione*, *Sistema economico-produttivo*, *Agricoltura*, *Energia*, *Trasporti e infrastrutture*, *Turismo*.
Il Gruppo di Lavoro è stato costituito da:

- Regione Lazio:
  - Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile: Claudio Cattena (Area Qualità dell'Ambiente-Osservatorio Ambientale), Renata Abatecola (Area Energia);
  - Direzione Regionale Attività Produttive: Ivo di Domenico;
  - Direzione Regionale Sistemi Informativi e Statistici Provveditorato e Patrimonio: Luciana D'Ambra, Ugo Moretti;
  - Direzione Regionale Agricoltura: Alessandra Bianchi e Massimo Maria Madonia;
  - Direzione Regionale Trasporti: Pietro Servetto;
  - Direzione Regionale Cultura, Sport e Turismo: Enrico Pierini e Anna Maria Resini;
- Arpalazio: Stefania Borghini.

Hanno inoltre contribuito alla redazione dei testi e delle rappresentazioni grafiche:
Regione Lazio: Valchiria Ferranti, Maria Andreina Raponi (Direzione Regionale Agricoltura); Sergio Paniccia (Direzione Regionale Sistemi Informativi e Statistici);
Ambiente Italia s.r.l.: Emanuela Manca, Duccio Bianchi, Lorenzo Bono, Giuseppe Dodaro, Chiara Lazzari, Luigi Pagano, Elisabetta Volpato.

Si ringrazia per la collaborazione:
Regione Lazio: Alberto Cacciatore, Roberto Aleandri (Direzione Regionale Agricoltura);
Arpalazio: Christian Barrella, Riccardo Casilli, Alessandro Di Giosa;
ENEL s.p.a.: Giammarco Caimi;
GRTN: Enrico Maria Carlini, Nicoletta Rivabene;
Rete Ferroviaria Italiana: Patrizia Anastasi, Giuseppe Scorfani;
Snam Rete Gas s.p.a.: Maride Bertuzzi.

Il Gruppo di Lavoro **"Aria"** ha curato i dati ed i testi relativi ai capitoli: *Atmosfera*, *Radiazioni Non Ionizzanti* e *Rumore*.
Il Gruppo di Lavoro è stato costituito da:

- Regione Lazio:
  - Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile: Claudio Cattena, Sandro Zampilloni, Carolina Tasco (Area Qualità dell'Ambiente-Osservatorio Ambientale);
  - Direzione Regionale Trasporti: Pietro Servetto;
  - Direzione Regionale Programmazione Sanitaria e Tutela della Salute: Adalberto Bonifazi;
  - Direzione Regionale Attività Produttive: Ivo di Domenico;
- Arpalazio: Giorgio Catenacci per il capitolo "Atmosfera", Franco Micozzi per il capitolo "Rumore", Tommaso Aureli per il capitolo "Radiazioni non ionizzanti".

Hanno inoltre contribuito alla redazione dei testi e delle rappresentazioni grafiche:
Regione Lazio: Giuseppa Bruschi (Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile); Valchiria Ferranti (Direzione Regionale Agricoltura): SCHEDA 2, Servizio Agrometeorologico della Regione Lazio (SIARL);
Ambiente Italia s.r.l.: Rosanna Augello, Duccio Bianchi, Giuseppe Dodaro, Luigi Pagano, Elisabetta Volpato;
Arpalazio: Andrea Bolignano; Concetta Fabozzi; Francesca Fornasier: SCHEDA 4 – Indice di biodiversità lichenica; Roberto Sozzi.

Si ringrazia per la collaborazione:
CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi Pallanza (VB): Rosario Mosello.
Corpo Forestale dello Stato, Servizio CONECOFOR.
ACEA s.p.a.: Claudio Puliti.
GRTN: Nicoletta Rivabene.
Rete Ferroviaria Italiana: Patrizia Anastasi, Cristina Capuccini, Giuseppe Scorfani.
TERNA s.p.a. Area Operativa Trasmissione – Roma.
H3G, TIM, Vodafone, WIND.

Il Gruppo di Lavoro **"Acque"** ha curato i dati ed i testi relativi al capitolo *Idrosfera*.
Il Gruppo di Lavoro è stato costituito da:
- Regione Lazio:
  - Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile: Claudio Cattena, Sandro Zampilloni (Area Qualità dell'Ambiente-Osservatorio Ambientale), Pietro Fusco (Area Bonifiche e Irrigazione), Giuseppe Tanzi (Area Risorse Idriche);
  - Direzione Regionale Programmazione Sanitaria e Tutela della Salute: Adalberto Bonifazi;
  - Direzione Regionale Agricoltura: Valchiria Ferranti;
- Arpalazio: Sergio Ceradini.

Hanno inoltre contribuito alla redazione dei testi e delle rappresentazioni grafiche:
Regione Lazio: Pietro Fusco (Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile): SCHEDA 6 – Gli standards qualitativi per le acque ad uso irriguo e la stima delle quantità;
Arpalazio: Stefania Borghini, Riccardo Casilli, Silvia Castelli;
Ambiente Italia s.r.l.: Giuseppe Dodaro, Luigi Pagano, Elisabetta Volpato;
Università 'La Sapienza' di Roma: Nadia Abdelahad (Dipartimento Biologia Vegetale): SCHEDA 5 – La flora algale del Lazio.

Si ringrazia per la collaborazione:
Regione Lazio: Mauro Lasagna, Maura Mazzei, Ciro Micera, Carolina Tasco (Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile); Patrizia Refrigeri (Direzione Regionale Attività Produttive-Ispettorato Regionale di Polizia Mineraria);
Arpalazio: Christian Barrella.

Il Gruppo di Lavoro **"Suolo"** ha curato i dati ed i testi relativi ai capitoli: *Geosfera* e *Rifiuti*.
Il Gruppo di Lavoro è stato costituito da:

- Regione Lazio:
  - Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile: Francesco Nolasco, Antonio Colombi, Francesco Gubernale (Area Difesa del Suolo), Claudio Cattena (Area Qualità dell'Ambiente - Osservatorio Ambientale), Francesca Santolini (Area Rifiuti), Carlo Cecconi (Area Valutazione Impatto Ambientale o Danno Ambientale), Guglielmo Quercia (Segreteria tecnico-operativa Autorità dei Bacini Regionali);
  - Direzione Regionale Agricoltura: Massimo Maria Madonia;
  - Direzione Regionale Attività Produttive: Ivo di Domenico.
- Arpalazio: Fabio Ermolli per il capitolo "Rifiuti" e Giovanni Vinciguerra per il capitolo "Geosfera".
- Agenzia Regionale per la Difesa del Suolo: Michelangelo Papa.

Hanno inoltre contribuito alla redazione dei testi e delle rappresentazioni grafiche:
Regione Lazio: Massimo Maria Madonia: SCHEDA 1 – La Carta dei suoli di Leonessa; Valchiria Ferranti, Maria Andreina Raponi (Direzione Regionale Agricoltura); Paolo Lupino, Ciro Riccardi (Osservatorio Regionale dei Litorali): SCHEDA 2 – L'Osservatorio regionale dei Litorali-Progetto Interreg III B: BEACHMED; Mario Cutonilli (Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile): SCHEDA 3 – Gli interventi di bonifica e irrigazione.
Autorità di Bacino del Tevere: Carlo Ferranti, Paola Malvati: SCHEDA 4 – L'Autorità di Bacino del Tevere.
Ambiente Italia s.r.l.: Luigi Pagano, Giuseppe Dodaro.
Arpalazio: Riccardo Casilli.

Si ringrazia per la collaborazione:
Regione Lazio: Giovanni Tiberi, Franco Corridori (Direzione Regionale Attività Produttive - Ispettorato Regionale di Polizia Mineraria); Fabio Fabbri (Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile); Giovanni Merloni (Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile).
Consorzio Obbligatorio degli Oli Usati (COOU).
EALL s.r.l, Mobilservice s.r.l..
Unione Petrolifera Italiana: Massimiliano Giannocco.

Il Gruppo di Lavoro **"Natura"** ha curato i dati ed i testi relativi al capitolo *Biosfera*.
Il Gruppo di Lavoro è stato costituito da:

- Regione Lazio:
  - Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile: Maria Amadori, Giovanna Bargagna, Maria Pina Egidi, Dario Fiasco, Concetta Guida, Gemma Meriano, Massimo Stazi, Lamberto Tizi (Area Conservazione Natura); Claudio Cattena (Area Qualità dell'Ambiente-Osservatorio Ambientale); Valter Tonelli (Area Difesa del Suolo); Tonino Torrigiani (Area Conservazione Foreste);
  - Direzione Regionale Cultura, Sport e Turismo: Lucrezia Casto, Cinzia Forniz;
  - Direzione Regionale Agricoltura: Mario Cennerilli, Maria Teresa Samà;
  - Direzione Regionale Territorio e Urbanistica: Daniele Iacovone, Claudia Rocci, Paolo B.Nocchi, Pietro Pannone;
- Agenzia Regionale per i Parchi: Guglielmo Arcà, Stefano Cresta;
- Arpalazio: Stefania Borghini, Giuseppe Dodaro;
- Coordinamento Regionale per il Lazio del Corpo Forestale dello Stato: Vincenzo Pasquini.

Hanno inoltre contribuito alla redazione dei testi e delle rappresentazioni grafiche:
Regione Lazio: Andrea Leccese – Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile (Area Foreste); Adalberto Bonifazi (Direzione Regionale Programmazione Sanitaria e Tutela della Salute): SCHEDA 2 – I gamberi autoctoni e alloctoni nelle acque interne del Lazio; Maria Teresa Samà (Direzione Regionale Agricoltura): SCHEDA 3 – L'acquacoltura nel Lazio.
Agenzia Regionale per i Parchi: Dario Capizzi e Stefano Sarrocco: SCHEDA 1, Fauna da salvare; Nicoletta Cutolo, Cristiano Fattori, Dario Mancinella.
Coordinamento Regionale per il Lazio del Corpo Forestale dello Stato: Marina Marinelli.
Ambiente Italia s.r.l.: Luigi Pagano.

Si ringrazia per la collaborazione:
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio: Alessandro La Posta, Francesca Pani, Eugenio Dupré – Direzione Generale per la Protezione della Natura.

Il Gruppo di Lavoro **"Spese Ambientali"** ha curato i dati ed i testi relativi al paragrafo 16.1 *Le Spese Ambientali della Regione Lazio – Anni 2002-2003*.
Il Gruppo di Lavoro è stato costituito da:

- Regione Lazio:
  - Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile: Caterina Martone;
  - Direzione Regionale Bilancio e Tributi: Roberto Nardini, Daniela Giorni;
- Arpalazio: Stefania Borghini.

Si ringraziano, inoltre, per la redazione di capitoli o paragrafi specifici:

- Capitolo 1. *Metodologia*. Arpalazio: Stefania Borghini.
- Capitolo 2. *Inquadramento territoriale*. Ambiente Italia s.r.l.: Giuseppe Dodaro e Luigi Pagano.
- Paragrafo 16.12. *Le Spese Ambientali della Regione Lazio – Anni 1995-2000*. ISTAT: Cesare Costantino, Federico Falcitelli, Gianna Greca, Miriam Vannozzi, Giusy Vetrella – Direzione centrale della Contabilità Nazionale – Contabilità Ambientale (Unità Operativa Conti economici dell'ambiente).
- Capitolo 17. *La Programmazione Regionale dei principali strumenti finanziari per la tutela e la valorizzazione ambientale*. Regione Lazio: Maria Pina Egidi, Luca Colosimo (Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile).
- Capitolo 18. *I Programmi di Informazione ed Educazione ambientale dei cittadini*. Regione Lazio – Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile: Gemma Meriano, Lamberto Tizi (Area Conservazione Natura), Claudio Cattena (Area Qualità dell'Ambiente-Osservatorio Ambientale).

Infine, un ringraziamento particolare a:
Maria Amadori per il contributo al coordinamento per la redazione del RSA e per la revisione della parte inerente la flora laziale;
Claudio Cattena per le elaborazioni cartografiche effettuate sulla Banca Dati Ambiente del Sistema Informativo Regionale Ambientale (S.I.R.A.);
Roberto Sozzi, Direttore Tecnico pro-tempore di Arpalazio, per il contributo offerto.
Viviana Spadoni e Claudio Baffioni che hanno curato l'attuazione dell'Accordo di Programma per il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio - Direzione Sviluppo Sostenibile.

13. RADIAZIONI NON IONIZZANTI

13.1 VALUTAZIONE SINTETICA

Indicatori chiave	Commento	Andamento	Giudizio di sintesi
N° di superamenti dei limiti per elettrodotti e impianti di radiotelecomunicazione	Nel 2003 si sono verificati su tutto il territorio regionale solo 7 superamenti dei limiti normativi per gli impianti di radiotelecomunicazione. In tutte le province sono già state avviate o completate azioni di risanamento. I controlli realizzati da Arpalazio non hanno registrato alcun evento di superamento dei limiti per i CEM prodotti da elettrodotti.	NV	☺
N° di impianti e siti per radio-telecomunicazione e densità sul territorio	Nel Lazio sono stati censiti 2.862 impianti per le radiotelecomunicazione, di cui 2.438 macrocelle e 424 microcelle. Il 78% degli impianti risulta localizzato in provincia di Roma, con una densità particolarmente elevata all'interno della capitale.	NV	😐
Sviluppo delle linee elettriche sul territorio	Sul territorio regionale insistono 65.159 km di linee elettriche, di cui la gran parte (94,5%) sono a media e bassa tensione. La densità complessiva è pari a 378 km di linee elettriche ogni 100 km di superficie, lievemente superiore al valore medio nazionale.	NV	☹
N° di pareri preventivi su sorgenti di campi RF	I pareri preventivi emessi nel 2003 sono stati complessivamente 1.085 di cui l'81% nella sola provincia di Roma. Confrontando tale attività con quella sostenuta in altre regioni, si evidenzia che il Lazio è la quarta regione in Italia per numero di pareri preventivi emessi.	NV	☺

13.2 LE PRINCIPALI EVIDENZE

13.2.1 LO STATO

I campi elettromagnetici sono presenti ovunque nel nostro ambiente di vita. Ad esempio, dei campi elettrici sono prodotti dall'accumulo locale di cariche elettriche nell'atmosfera durante i temporali, così come ogni corpo con temperatura diversa dallo zero assoluto (-273 °C) emette una radiazione elettromagnetica le cui caratteristiche dipendono dalla temperatura alla quale il corpo si trova e che contribuisce al campo elettromagnetico naturale ("fondo"). A queste emissioni si sovrappongono quelle generate dalle sorgenti artificiali (impianti di teleradiocomunicazione, linee per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica, elettrodomestici, forni ad induzione, forni ad arco, elettrosaldatrici, etc.), le cui radiazioni hanno intensità tali da sovrastare di molti ordini di grandezza quelle naturali. L'esposizione a tali sorgenti, soprattutto se di elevata intensità, può costituire un rischio per la salute dell'uomo, come sostiene l'Organizzazione Mondiale della Sanità (Ginevra, 1997), mentre non ci sono effetti scientificamente confermati per l'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a bassa intensità. Le reali condizioni di rischio, infatti, dipendono alcune caratteristiche delle sorgenti emittenti come: potenza, direttività, frequenza della radiazione emessa, collocazione della sorgente rispetto ai soggetti esposti.

Le onde elettromagnetiche, rappresentano una forma di propagazione di energia nello spazio, sono classificabili tra gli inquinanti fisici e si differenziano sulla base della frequenza espressa in hertz (Hz), ovvero il numero di oscillazioni che l'onda compie in un secondo.

La problematica relativa all'inquinamento elettromagnetico riguarda in special modo le radiazioni non ionizzanti NIR (vale a dire quelle che non comportano ionizzazione della materia) comprese nella banda di frequenza 0-300 GHz. In particolare, poiché i meccanismi di interazione, e quindi gli effetti biologici, sono strettamente dipendenti dalla frequenza del campo elettromagnetico e, naturalmente, dalla sua intensità, per affrontare il problema conviene fare riferimento alla suddivisione dello spettro in basse frequenze (da 0 Hz a 10 kHz) e in alte frequenze (da 10 kHz a 300 GHz). In tale ambito, da un punto di vista protezionistico, assumono maggior interesse le onde a bassa frequenza **ELF**, (*Extremely Low Frequencies*) comprese tra 30 Hz e 300 Hz, e quelle ad alta frequenza (**RF**, Radiofrequenze, e **MO**, Microonde) tra 30 KHz e 300 GHz.

Le sorgenti di maggior interesse dal punto di vista dei rischi connessi all'esposizione della popolazione sono costituite dalle linee ad altissima (**AAT**) e ad alta tensione (**AT**) utilizzate per il trasporto e la distribuzione di energia elettrica e dagli elettrodomestici. Tuttavia mentre le linee ad alta ed altissima tensione possono essere la causa di elevati livelli di esposizione uniformi e prolungati, l'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati da alcuni elettrodomestici, anche in ragione della distanza tra sorgente e soggetti esposti, è generalmente non uniforme nelle diversi parti del corpo e quasi sempre di breve durata, così da non rappresentare un significativo rischio espositivo.

I campi elettromagnetici a RF e a MO sono legati soprattutto alla presenza di impianti dedicati alle radiotelecomunicazioni, come i ripetitori radio, radiotelevisivi, e impianti per la telefonia cellulare. Gli impianti per la diffusione radiofonica e radiotelevisiva (RT), più potenti, sono in genere collocati in aree non urbanizzate (e in altura), mentre le stazioni radio base (SRB) per la telefonia cellulare sono molto diffuse in ambiente urbano. Quest'ultime, tuttavia, danno luogo ad un'esposizione meno significativa di quella dovuta ad impianti per la diffusione radiofonica e radiotelevisiva in quanto hanno una potenza in antenna molto più bassa ed una emissione molto più direzionata. L'Italia può essere rappresentato come un Paese a rischio, dal momento che presenta più di 60.000 impianti dedicati alle radiotelecomunicazioni (le stazioni radio base non sono state complessivamente censite) su tutto il territorio, un numero maggiore della media degli altri Paesi europei. Tale dato, tuttavia deve essere considerato anche alla luce della particolare orografia del territorio italiano che impone un notevole frazionamento del numero degli impianti emittenti al fine di garantire la copertura del segnale e quindi il servizio sull'intero paese.

Nel 2003, nella regione Lazio, sono stati riscontrati 7 casi di superamento dei limiti normativi per gli impianti di telecomunicazione, rispettivamente 4 in provincia di Frosinone, 2 in quella di Latina e 1 in quella di Roma, per il quale è già stata portata a termine l'azione di risanamento. Non si sono verificati, invece, casi di superamento dei limiti per il campo elettrico e magnetico generati da elettrodotti e/o sorgenti assimilate.

13.2.2 LE DETERMINANTI LE PRESSIONI E GLI IMPATTI

Nel Lazio sono stati censiti 2.862 impianti per le radiotelecomunicazione, di cui 2.438 macrocelle, i tradizionali ripetitori per la telefonia mobile tra cui 768 impianti di ultima generazione a tecnologia Umts, e 424 microcelle, impianti con potenze più basse, di solito posti su semafori o lampioni stradali. Nella regione Lazio non sono stati ancora installati impianti a microcella per la tecnologia Umts pur essendo previsto il loro utilizzo in via sperimentale entro la fine del 2004.

Roma è la provincia con il numero più elevato di impianti (2.142) seguita da Latina (227) e Viterbo (184). Diverso, invece, il quadro che emerge se si rapporta la presenza di impianti alla popolazione residente. Il valore più elevato si riscontra in provincia di Rieti (5,75 impianti ogni 10.000 abitanti), quello più basso a Frosinone (3,71).

Nel 2003 sono pervenuti, su tutto il territorio laziale, 739 esposti finalizzati alla verifica del rispetto dei limiti imposti dalla normativa, di cui 560 nella sola provincia di Roma, come poteva attendersi in ragione del numero di impianti e della popolazione ivi residente rispetto alle altre province.

Le linee elettriche sono estese complessivamente per 65.159 km. Ovviamente le più estese (61.548 km, il 94,5% del totale) sono quelle a media e bassa tensione (< 40 kV), che alimentano le piccole utenze. La densità complessiva, pari a 378 km di linee elettriche ogni 100 km^2 di superficie, è lievemente superiore a quella nazionale (365,1).

13.2.3 LE RISPOSTE

SCHEDA 1
La normativa nazionale e le funzioni della Regione

La normativa in tema di elettromagnetismo ha subito diverse trasformazioni negli ultimi anni, a partire dal DPCM 23 Aprile 1992 che fissava i limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza industriale nominale, relativamente all'ambiente esterno ed abitativo. Per quanto attiene alle alte frequenze, il primo riferimento normativo è stato il DM 10 settembre 1998 n. 381 (Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana). In seguito si è arrivati ai decreti attuativi della Legge del 22 febbraio 2001 n.36, la "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", la quale rimane comunque il principale riferimento normativo.

I citati DPCM attuativi della Legge n.36, emanati l'8 Luglio 2003, hanno come oggetto rispettivamente la "*fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*" e la "*fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualita' per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz*"

Indicazioni in tema di inquinamento elettromagnetico sono comprese anche all'interno del D.Lgs. 1 Agosto 2003, n. 259, *Codice delle comunicazioni elettroniche*, che all'art. 87, "*Procedimenti autorizzatori relativi alle infrastrutture di comunicazione elettronica per impianti radioelettrici*", afferma che:
"L'installazione di infrastrutture per impianti radioelettrici e la modifica delle caratteristiche di emissione di questi ultimi e, in specie, l'installazione di torri, di tralicci, di impianti radio-trasmittenti, di ripetitori di servizi di comunicazione elettronica, di stazioni radio base per reti di comunicazioni elettroniche mobili GSM/UMTS, per reti di diffusione, distribuzione e contribuzione dedicate alla televisione digitale terrestre, per reti a radiofrequenza dedicate alle emergenze sanitarie ed alla protezione civile, nonché per reti radio a larga banda punto-multipunto nelle bande di frequenza all'uopo assegnate, viene autorizzata dagli Enti locali, previo accertamento, da parte dell'Organismo competente ad effettuare i controlli, di cui all'articolo 14 della legge 22 febbraio 2001, n. 36, della compatibilità del progetto con i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli

obiettivi di qualità, stabiliti uniformemente a livello nazionale in relazione al disposto della citata legge 22 febbraio 2001, n. 36, e relativi provvedimenti di attuazione".

Per quanto attiene alla disciplina dei Piani di risanamento, l'atto normativo di riferimento è la Legge 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*". Ciò che rileva è che il sistema televisivo analogico cessa nel 2006 per essere sostituito dal sistema digitale che riduce del 30% l'impatto ambientale.

In adeguamento alla normativa nazionale la Regione Lazio ha legiferato in materia di radiazioni non ionizzanti. Il principale atto normativo regionale è la LR 06 Agosto 1999, n. 14 "*Organizzazione delle funzioni a livello regionale e locale per la realizzazione del decentramento amministrativo*", che nella Sezione VII parla espressamente di inquinamento elettromagnetico. In particolare:

*FUNZIONI E COMPITI DELLA REGIONE (*Art. 113)
"Fermo restando quanto stabilito nell'articolo 3, commi 1 e 4, sono riservati alla Regione, in conformità a quanto previsto nel comma 2 dello stesso articolo, le funzioni ed i compiti amministrativi concernenti:

1) *il rilascio del parere sullo schema di piano nazionale di assegnazione delle radiofrequenze per la radiodiffusione, ai sensi della legge 6 agosto 1990, n. 223 (Disciplina del sistema radiotelevisivo pubblico e privato), come modificata dalla legge 31 luglio 1997, n. 249 (Istituzione dell'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni e norme sui sistemi delle telecomunicazioni e radiotelevisivo);*
2) *l'adozione di metodi e di procedure per l'esecuzione delle azioni di risanamento dall'inquinamento elettromagnetico;*
3) *la valutazione dei progetti di risanamento, nonché la vigilanza sull'osservanza dei limiti e dei parametri previsti dalla normativa vigente in materia di tutela dall'inquinamento elettromagnetico e sull'esecuzione delle azioni di risanamento in relazione agli impianti di radiocomunicazione destinati all'emittenza radiotelevisiva".*

FUNZIONI E COMPITI DELLE PROVINCE (Art. 114)
"Fermo restando quanto stabilito nell'articolo 4, commi 1, 3 e 4, le province esercitano, in conformità a quanto previsto nel comma 2 dello stesso articolo, le funzioni ed i compiti amministrativi attribuiti dallo Stato e dalla presente legge, concernenti la valutazione dei progetti di risanamento nonché la vigilanza sull'osservanza dei limiti e dei parametri previsti dalla normativa vigente in materia di tutela dall'inquinamento elettromagnetico e sull'esecuzione delle azioni di risanamento in relazione ai seguenti impianti:

1) *impianti di radio comunicazione destinati alle telecomunicazioni satellitari ed alla radar-localizzazione ad uso civile;*
2) *impianti di tratta di ponti-radio e ripetitori di ponti-radio;*
3) *elettrodotti aventi tensione fino a 150 KV".*

FUNZIONI E COMPITI DEI COMUNI (Art. 115)
"Fermo restando quanto stabilito nell'articolo 5, commi 2 e 3, si intendono attribuiti ai comuni, in conformità a quanto previsto nel comma 1 dello stesso articolo, le funzioni ed i compiti amministrativi non espressamente riservati alla Regione e non conferiti agli altri enti locali. In particolare i comuni esercitano le funzioni ed i compiti attribuiti dalla presente legge concernenti la valutazione dei progetti di risanamento nonché la vigilanza sull'osservanza dei limiti e dei parametri previsti dalla normativa vigente in materia di tutela dall'inquinamento elettromagnetico e sull'esecuzione delle azioni di risanamento in relazione agli impianti di telefonia mobile".

Oltre all'emanazione di normativa specifica, la Regione Lazio ha anche approvato con Delibera di Consiglio Regionale n.50 del 4 aprile 2001 il *"Piano di coordinamento territoriale per la localizzazione degli impianti di emittenza in attuazione del Piano Nazionale di assegnazione delle frequenze per il sistema televisivo regionale. Legge 17 agosto 1942 n.1150, art. 5 e 6; leggi 6 Agosto 1999 n.223 art.3 e 31 Luglio1997 n.249"* (PTC) che ha imposto i vincoli sui 19 siti, previsti dal "Piano Nazionale di assegnazione delle frequenze per il sistema televisivo regionale", dai quali dovrà essere erogato il servizio TV analogico, al fine di portare fuori dai centri urbani gli impianti televisivi e quindi minimizzare gli impatti ambientali. Tra le azioni di risanamento più importanti si ricorda lo smantellamento degli impianti radio e radio televisivi situati in Monte Mario-Parco Mellini (zona circostante la Scuola Leopardi). Il PTC è costituito da:

- Relazione generale e Norme di attuazione
- Corografia regionale – sintesi della localizzazione degli impianti
- Schede tecniche dei siti con planimetrie in scala 1:10.000 e 1:2.000
- Siti confermati, Siti nuovi, Siti da abbandonare e riqualificare.

Il Piano dà mandato ai Comuni di acquisire le aree indicate e di procedere ove necessario alla espropriazione delle stesse.

Per quel che riguarda il sistema dei controlli, in accordo con quanto stabilito dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36 e dal D.Lgs. 1 agosto 2003 n. 259, la Regione Lazio si avvale di Arpalazio. Inoltre, come previsto dalla L.R. 3 Agosto 2001 n. 19 "Istituzione del Comitato Regionale per le Comunicazioni" ed in particolare dall'articolo 12 *(Funzioni proprie)*, è affidato al CORECOM il compito di vigilare, in collaborazione con l'Arpalazio, sul rispetto della normativa nazionale e regionale relativa ai tetti di radiofrequenze fissati dalla normativa vigente come compatibili con la salute umana. Il CORECOM, inoltre, collabora alla verifica che tali tetti, anche per effetto congiunto di più emissioni elettromagnetiche, non vengano superati e propone, altresì, alla Giunta Regionale l'adozione dei provvedimenti previsti dalla relativa normativa. Infine agli articoli 2 e 3 della L.R. n.45/1998 così come modificati dall'art.66 L.R.n.12/2000, si attribuiscono ad Arpalazio compiti di controllo sulle emissioni generate dagli impianti esistenti e di valutazione preventiva delle emissioni per gli impianti in fase di autorizzazione, dove per impianti si intende gli elettrodotti per il trasporto distribuzione e trasformazione dell'energia elettrica, il sistema di elettrificazione della trazione ferroviaria, gli impianti fissi per la telefonia mobile (stazioni radio base e ponti radio di servizio), gli impianti di diffusione del servizio radiofonico e televisivo.

Con esclusivo riferimento all'attività di controllo e di prevenzione svolta da Arpalazio, nel 2003 sono stati compiuti 527 interventi di controllo tra sorgenti di campi RF ed ELF, che hanno interessato soprattutto le province di Roma (302, pari ad oltre il 57% del totale) e Frosinone (137). Inoltre, i pareri preventivi su sorgenti di campi RF emessi dall'Agenzia sono stati complessivamente 1.085, di cui 880 relativi alla provincia di Roma.

Infine, allo scopo di rendere più sistematici e diffusi i controlli e le verifiche sul rispetto dei limiti, la Regione, tramite Arpalazio, ha avviato il progetto di monitoraggio in continuo del territorio regionale utilizzando le centraline di monitoraggio ricevute dal Ministero delle Comunicazioni e dalla Fondazione 'Ugo Bordoni', per costituire una rete automatica di rilevamento dei valori di campo elettromagnetico. I dati rilevati dalla rete saranno messi a disposizione dei Comuni e della cittadinanza e saranno inoltre inseriti nel futuro Catasto delle sorgenti di campo elettromagnetico, per la costituzione del quale sono state già avviate le attività.

13.3 GLI INDICATORI

13.3.1 LO STATO

Tema	Indicatore	Copertura spaziale	Copertura temporale	Fonte informazione
Lo stato	**N° di superamenti dei limiti per gli impianti di radiotelecomunicazione**	Provincia	2003	Arpalazio
	N° di superamenti dei limiti per i C.E.M. prodotti da elettrodotti	Provincia	2003	Arpalazio

INDICATORE N° DI SUPERAMENTI DEI LIMITI PER GLI IMPIANTI DI RADIOTELECOMUNICAZIONE

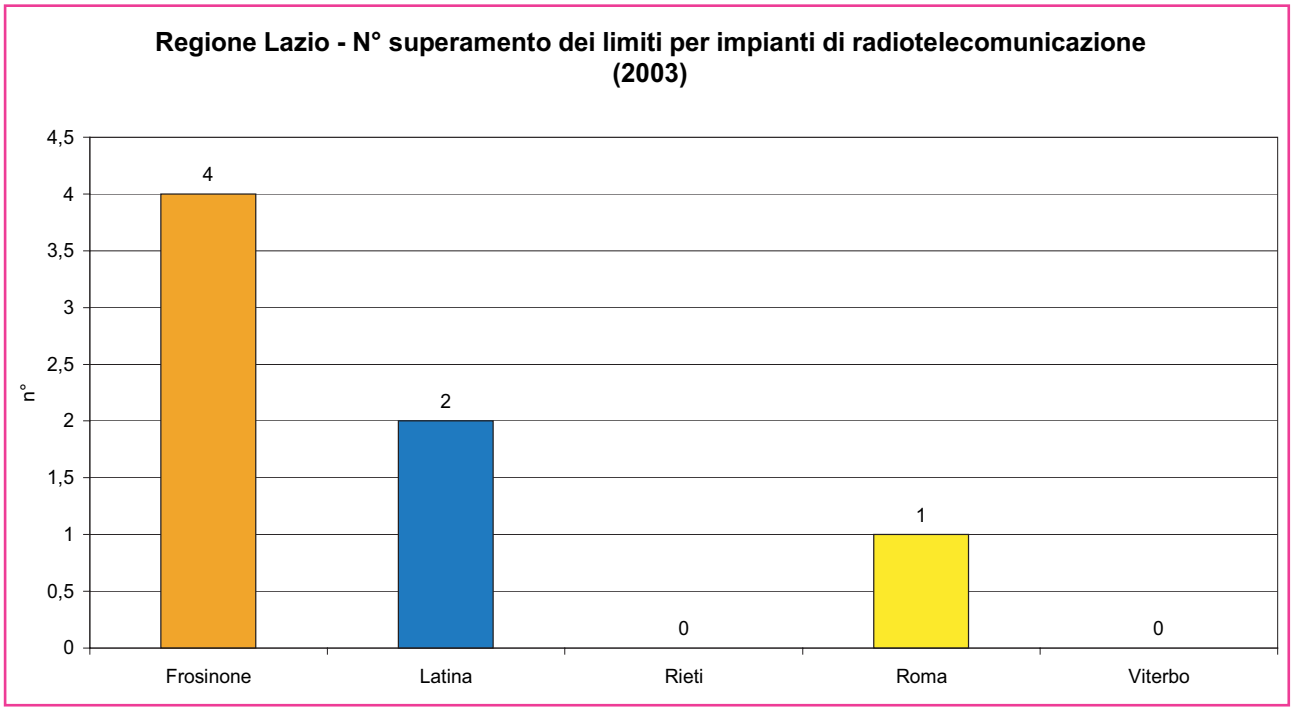


Figura 1. N° di superamenti dei limiti registrati nel 2003. Fonte: Arpalazio.

Nel 2003 si sono verificati su tutto il territorio regionale 7 superamenti dei limiti normativi, registrati nelle province di Frosinone (4), Latina (2) e Roma (1). In quest'ultimo caso è già stata portata a termine un'efficace azione di risanamento mentre a Frosinone e Latina le azioni sono state appena avviate.

INDICATORE N° DI SUPERAMENTI DEI LIMITI PER I C.E.M. PRODOTTI DA ELETTRODOTTI

Provincia	N° superamenti	Azioni di risanamento
Frosinone	0	0
Latina	0	0
Rieti	0	0
Roma	0	0
Viterbo	0	0

Tabella 1. Superamenti dei limiti per i C.E.M. prodotti da elettrodotti (2003). Fonte: Arpalazio.

Nel 2003 sono stati portati a termine 47 controlli su sorgenti di campi a bassa frequenza (ELF). Non sono stati registrati superamenti e di conseguenza non sono state avviate azioni di risanamento. Tuttavia è doveroso ricordare che proprio nel 2003 il DPCM 8 luglio "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 (50Hz) generati dagli elettrodotti" abrogando il precedente decreto, ha introdotto, a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nuovi valori di attenzione assai più stringenti dei precedenti.

13.3.2 LE DETERMINANTI, LE PRESSIONI E GLI IMPATTI

Tema	Indicatore	Copertura spaziale	Copertura temporale	Fonte informazione
Le determinanti, le pressioni e gli impatti	**N° di impianti e siti per radio-telecomunicazione e densità sul territorio**	Provincia	2004	Gestori reti
	Sviluppo delle linee elettriche sul territorio	Provincia	2003	APAT
	N° di esposti per fonte	Provincia	2003	Arpalazio

INDICATORE NUMERO DI IMPIANTI FISSI PER LA TELEFONIA MOBILE (STAZIONI RADIO BASE) E DENSITA' SUL TERRITORIO

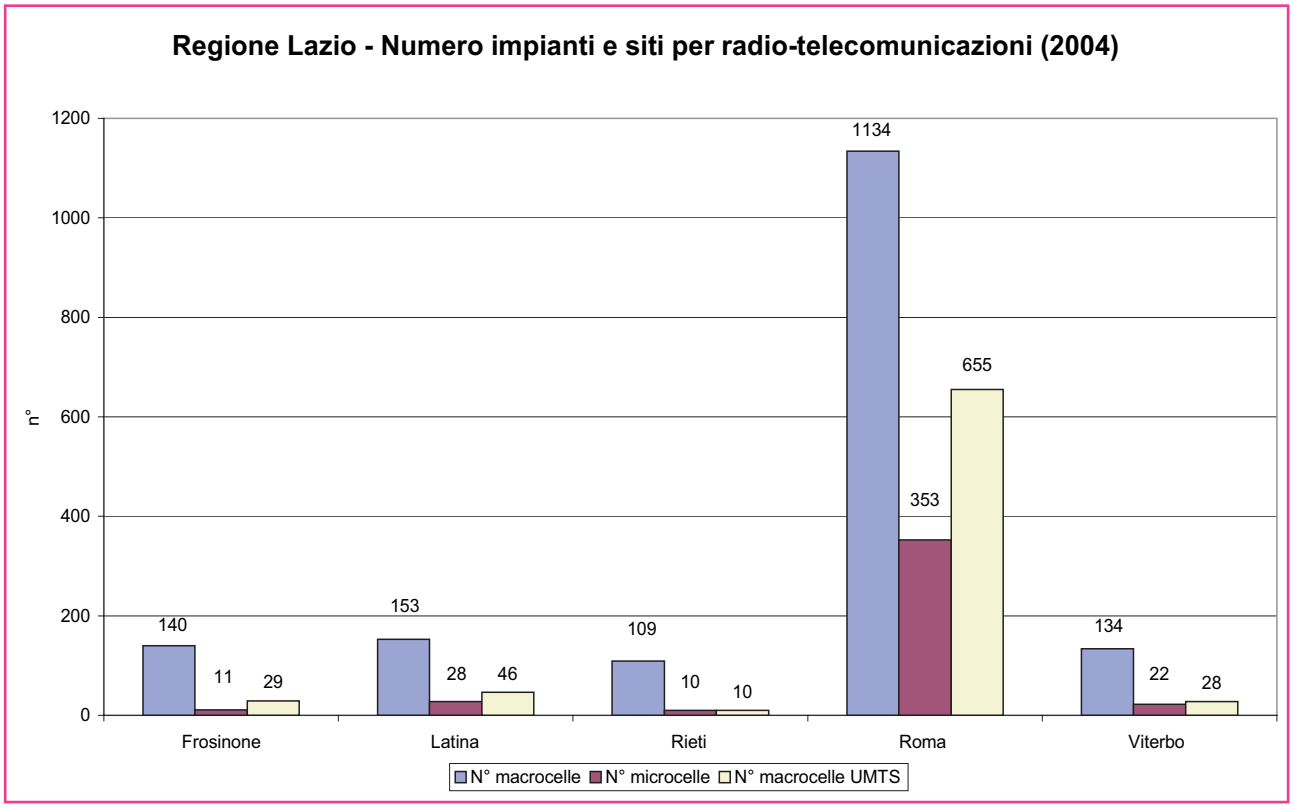


Figura 2. N° di impianti presenti sul territorio regionale divisi per tipologia e per provincia (Giugno 2004). Fonte: gestori delle reti di telecomunicazione (Vodafone, Wind, TIM, H3G).

Gli apparati per telecomunicazione sono sistemi che, per svolgere la propria funzione, devono emettere verso l'esterno, attraverso una antenna trasmittente, l'energia elettromagnetica generata e amplificata da un trasmettitore. Le antenne sono quindi dispositivi che operano la trasformazione di un segnale elettrico in energia elettromagnetica irradiata nello spazio libero (antenne trasmittenti) oppure effettuare la conversione inversa (antenne riceventi). La trasmissione può essere di tipo *broadcasting* oppure di tipo direttivo: nel primo caso l'antenna deve diffondere il segnale su aree abbastanza vaste per raggiungere il maggior numero di utenti possibile, mentre nel secondo le antenne costituiscono un ponte radio, cioè un collegamento tra due punti in vista. Sono un esempio di impianti *broadcasting* i ripetitori radiotelevisivi e gli impianti di telefonia cellulare, che sostanzialmente differiscono per le potenze impiegate e quindi per le aree di territorio coperte: i primi hanno spesso potenze superiori al kW e, a seconda della loro quota di installazione, coprono bacini di utenza che interessano anche più province, mentre i secondi impiegano potenze di decine di Watt e di solito interessano aree di qualche chilometro.

Gli impianti di telefonia cellulare coprono in modo capillare tutto il territorio, assegnando ad ogni stazione installata (**SRB**, Stazioni Radio Base) un'area o cella, le cui dimensioni dipendono dalla

densità degli utenti: nei centri abitati, ad esempio, le celle sono di qualche centinaio di metri, mentre nelle aree extraurbane sono decisamente più grandi. Gli apparati fissi di telefonia cellulare si compongono di antenne che trasmettono il segnale al telefono cellulare ed antenne che ricevono il segnale trasmesso da quest'ultimo.

Per l'elaborazione dell'indicatore è stato calcolato, per tutte le province, il numero complessivo di impianti suddivisi in *macrocelle*, classici ripetitori per la telefonia mobile posti di solito anche sui tetti delle case, e *microcelle*, impianti con potenze più basse, di solito posti su semafori o lampioni stradali. Tra gli impianti a macrocella devono includersi anche gli impianti a nuova tecnologia UMTS. In tutto il Lazio, sulla base dei dati raccolti da Arpalazio presso i gestori di telefonia mobile, sono stati individuati 2.862 impianti e siti per radio-telecomunicazione, di cui 2.438 macrocelle (768 sono impianti UMTS) e 424 microcelle. La maggior parte degli impianti, circa il 75%, è localizzata in provincia di Roma, con un rapporto di 5,75 impianti ogni 10.000 abitanti. Il livello di pressione sul territorio è confermato anche dall'elevato valore di densità territoriale. Riguardo al rapporto tra impianti e popolazione residente il valore più elevato si riscontra in provincia di Rieti (8,68 impianti ogni 10.000 abitanti), quello più basso a Frosinone (3,71).

I dati disponibili, riferiti al solo 2004, non consentono di formulare fondate considerazioni riguardo alla crescita nel tempo del numero di impianti sul territorio. E' evidente che future strategie di pianificazione delle frequenze e di controllo sulle potenze impiegate dovranno tenere in considerazione il dato della densità degli impianti, intesa come numero di SRB/abitante.

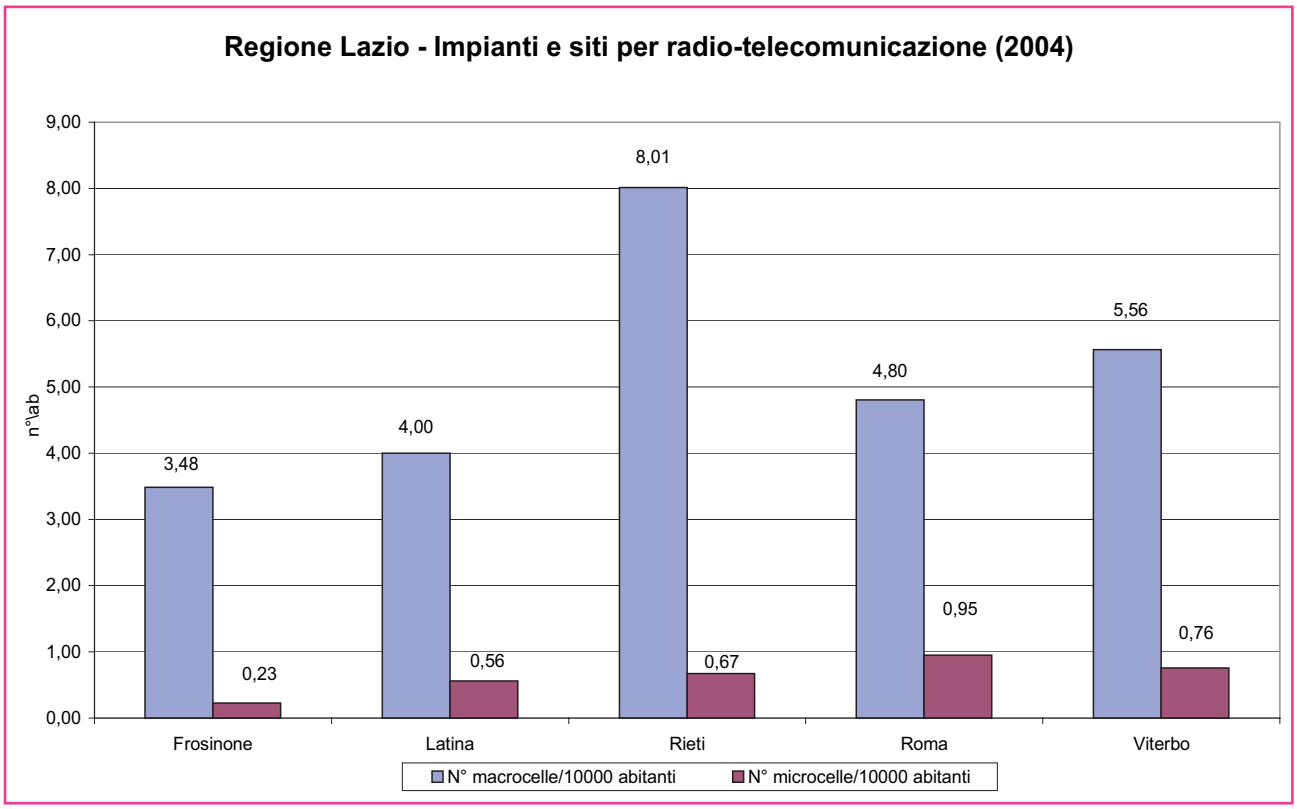


Figura 3. N° impianti in rapporto alla popolazione residente nelle diverse province (Giugno 2004). Fonte: gestori delle reti di telecomunicazione (Vodafone, Wind, TIM, H3G).

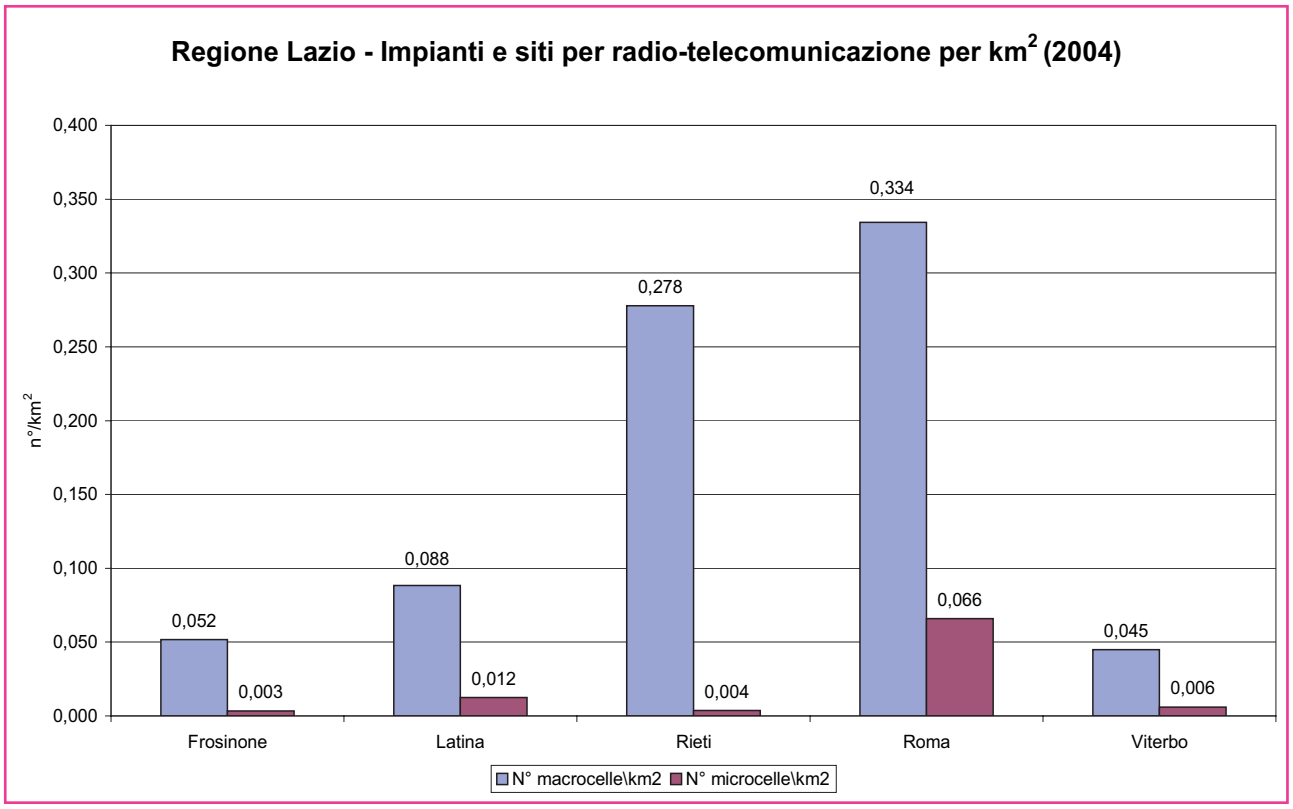


Figura 4. N° impianti in rapporto alla superficie provinciale nelle diverse province (Giugno 2004). Fonte: gestori delle reti di telecomunicazione (Vodafone, Wind, TIM, H3G).

INDICATORE SVILUPPO DELLE LINEE ELETTRICHE SUL TERRITORIO

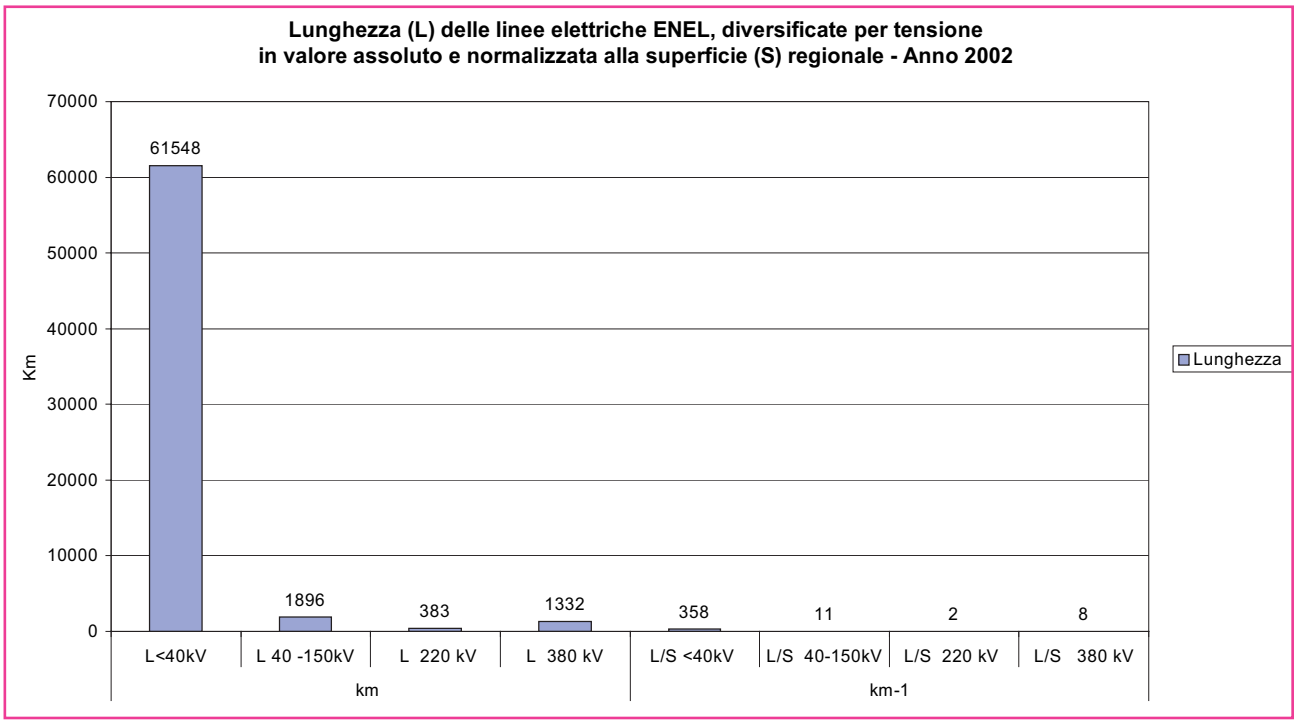


Figura 5. Consistenza delle linee elettriche sul territorio regionale – la lunghezza L/S rappresenta la lunghezza delle linee normalizzata alla superficie regionale (km di linea per 100 km^2 di territorio). Fonte: APAT/CTN_AGF su dati di ENEL Terna, ENEL Distribuzione, DEVAL S.p.A., ISTAT.

L'intensità del campo elettrico aumenta con l'aumento della tensione della linea. Le linee elettriche infatti sono classificabili in funzione della tensione di esercizio come:

- linee ad altissima tensione (380 kV), per il trasporto dell'energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV), per la distribuzione dell'energia elettrica – le grandi utenze (industrie con elevati consumi) possono avere direttamente la fornitura alla tensione di 132KV;
- linee a media tensione (generalmente 15 kV), per la fornitura ad industrie, centri commerciali, grandi condomini ecc.;
- linee a bassa tensione (220-380 V), per la fornitura alle piccole utenze, come le singole abitazioni.

Sul territorio laziale le linee elettriche si estendono per 65.159 km (il 5,9% del totale nazionale), per una densità di 378 km di linee elettriche ogni 100 km di superficie, lievemente superiore a quella media nazionale (365,1). Analizzando la Tabella 2 si nota, come nel resto d'Italia, che le linee a media e bassa tensione (< 40 kW) sono quelle più sviluppate, costituendo il 94,5% dell'intera rete elettrica regionale.

	L/S <40kV	L/S 40 -150kV	L/S 220 kV	L/S 380 kV	**Totale**
Lazio	357,3	11,0	2,2	7,7	**378,2**
Italia	346,0	12,5	3,2	3,3	**365,1**

Tabella 2. Confronto tra densità delle linee elettriche regionale e nazionale. Fonte: APAT/CTN_AGF su dati di ENEL Terna, ENEL Distribuzione, DEVAL S.p.A., ISTAT.

INDICATORE NUMERO DI ESPOSTI PER FONTE

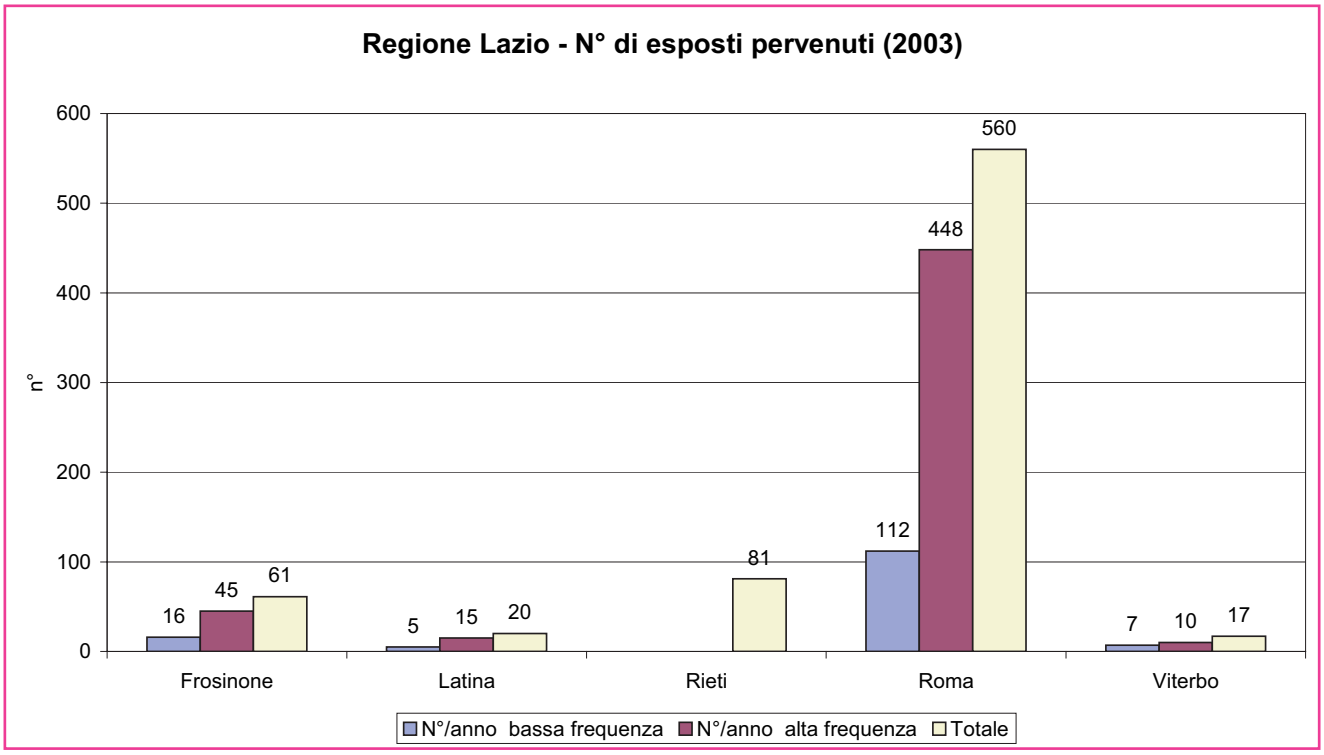


Figura 6. N° di esposti per provincia e fonte (2003). Fonte: Arpalazio.

Nel 2003 sono pervenute, su tutto il territorio laziale, 739 richieste di misura (esposti), relative in larga parte a fonti di emissione ad alta frequenza, presentate da soggetti pubblici e privati (Enti locali, Aziende USL, Forze dell'Ordine, Autorità Giudiziaria, Associazioni o anche singoli cittadini). In termini assoluti (Figura 6) il maggior numero di segnalazioni ha riguardato la provincia di Roma (560), anche in ragione del numero di impianti e della popolazione ivi residente rispetto alle altre province.

13.3.3 LE RISPOSTE

Tema	Indicatore	Copertura spaziale	Copertura temporale	Fonte informazione
Le risposte	**Numero di pareri preventivi su sorgenti di campi RF (e campi ELF)**	Provincia	2003	Arpalazio
	Intervento di controllo su sorgenti di campi RF e campi ELF	Provincia	2003	Arpalazio
	Rete di monitoraggio dei CEM	Provincia	2003	Arpalazio

INDICATORE NUMERO DI PARERI PREVENTIVI SU SORGENTI DI CAMPI RF

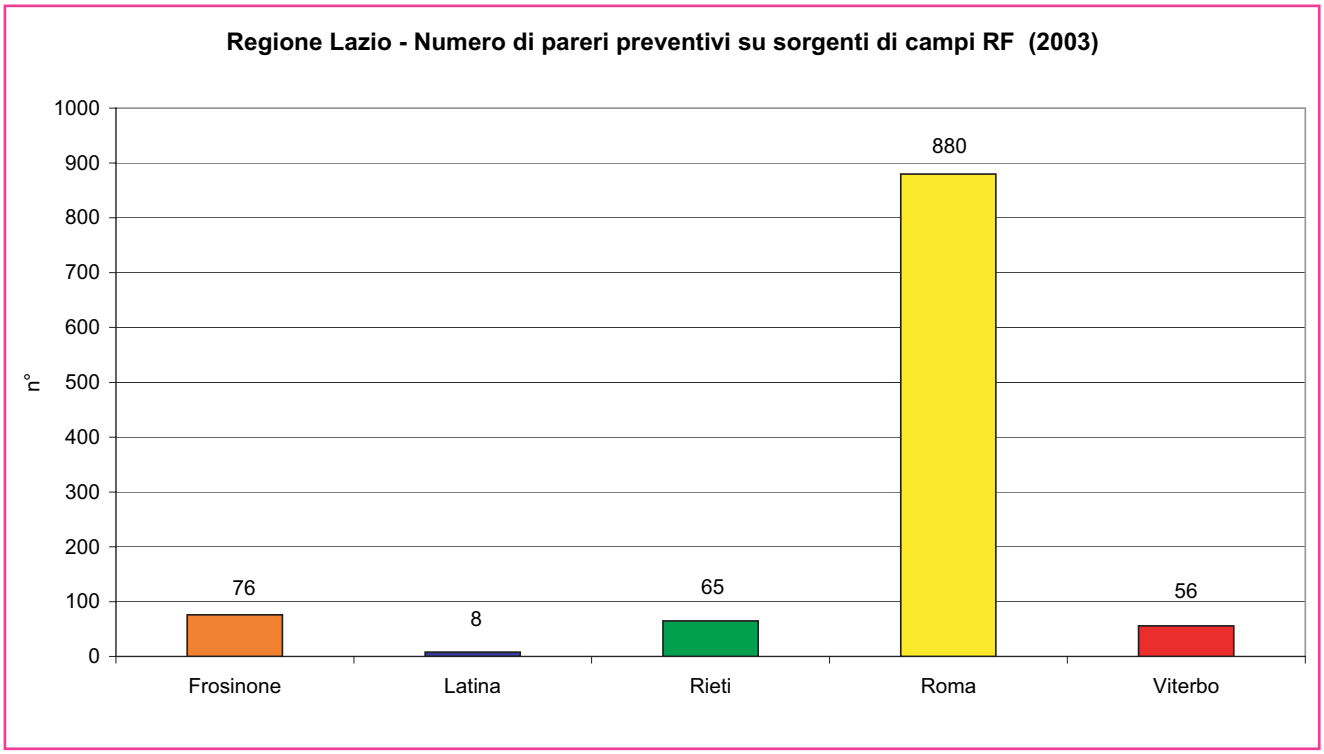


Figura 7. N° di pareri preventivi su sorgenti di campi RF (2003). Fonte: Arpalazio.

Per completezza, l'attività di prevenzione è stata incentrata quasi esclusivamente su sorgenti di campi RF, infatti per le sorgenti su campi ELF è stato emesso un unico parere in provincia di Latina e pertanto data l'unicità del dato non è stato riportato nel grafico.

Le attività di vigilanza e controllo hanno riguardato gli impianti per la diffusione radio e televisiva e gli impianti fissi per la telefonia mobile (stazioni radio base), in particolare quelli utilizzati dai gestori per accelerare l'entrata in funzione del sistema UMTS. I pareri preventivi emessi sono stati complessivamente 1.085 di cui l'81% nella sola provincia di Roma. Confrontando tale attività con quella sostenuta in altre regioni, si evidenzia che il Lazio è la quarta regione in Italia per numero di pareri preventivi emessi. Tale attività scaturisce da quanto previsto dal D.Lgs. 1 agosto 2003, n.259 - *Codice delle comunicazioni elettroniche* – il quale all'Art.87*, "Procedimenti autorizzatori relativi alle infrastrutture di comunicazione elettronica per impianti radioelettrici*", prevede che gli enti locali prima di rilasciare le autorizzazioni per l'installazione degli impianti di telecomunicazione debbano rivolgersi all'organo deputato ai controlli (nel Lazio è Arpalazio) affinchè esprima un parere tecnico preventivo sugli impianti riguardante la compatibilità del progetto rispetto ai limiti di esposizione, al valore di attenzione e agli obiettivi di qualità stabiliti dalla normativa in caso di nuova istallazione o di modifica.

INDICATORE INTERVENTI DI CONTROLLO SU SORGENTI DI CAMPI RF E CAMPI ELF

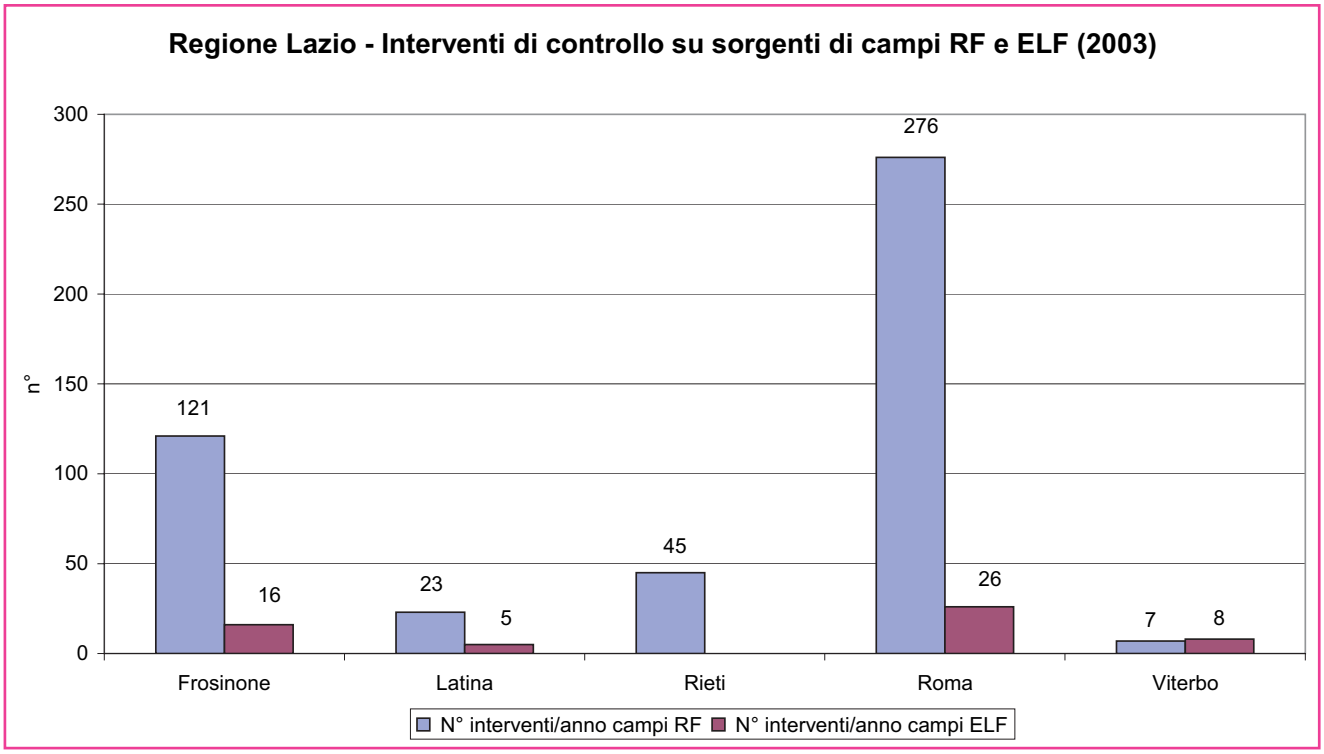


Figura 8. N° di interventi di controllo su sorgenti di campi RF e ELF. Fonte: Arpalazio.

Le attività di controllo effettuate da Arpalazio vengono realizzate in larga misura dietro richiesta di Enti locali, ASL, Forze dell'Ordine, Autorità Giudiziaria, Associazioni o anche singoli cittadini. Esiste, comunque, anche un'attività programmata di controllo su specifiche realtà identificate sulla base della tipologia delle sorgenti e della concentrazione di impianti in presenza di popolazione esposta. Ad esempio, in un caso specifico[61], la concomitanza di una elevata concentrazione di impianti radio e TV e di una situazione espositiva caratterizzata da oggettivi fattori di criticità e da un forte allarme sociale, ha reso necessaria un'attività di monitoraggio prolungata nel tempo (circa tre anni), realizzata tramite l'uso di centraline fisse per il rilevamento in continuo dei CEM, al termine della quale si è giunti alla delocalizzazione degli impianti.

Nel 2003 sono stati compiuti 527 interventi di controllo (Figura 8), di cui 472 hanno riguardato sorgenti di campi RF e 55 sorgenti di campi ELF. L'attività ha interessato in maniera intensa le province di Roma (302 controlli, pari ad oltre il 57% del totale) e Frosinone (137 controlli).

[61] La Scuola Leopardi, localizzata nella zona di Monte Mario, nel comune di Roma.

INDICATORE RETE DI MONITORAGGIO DEI C.E.M.

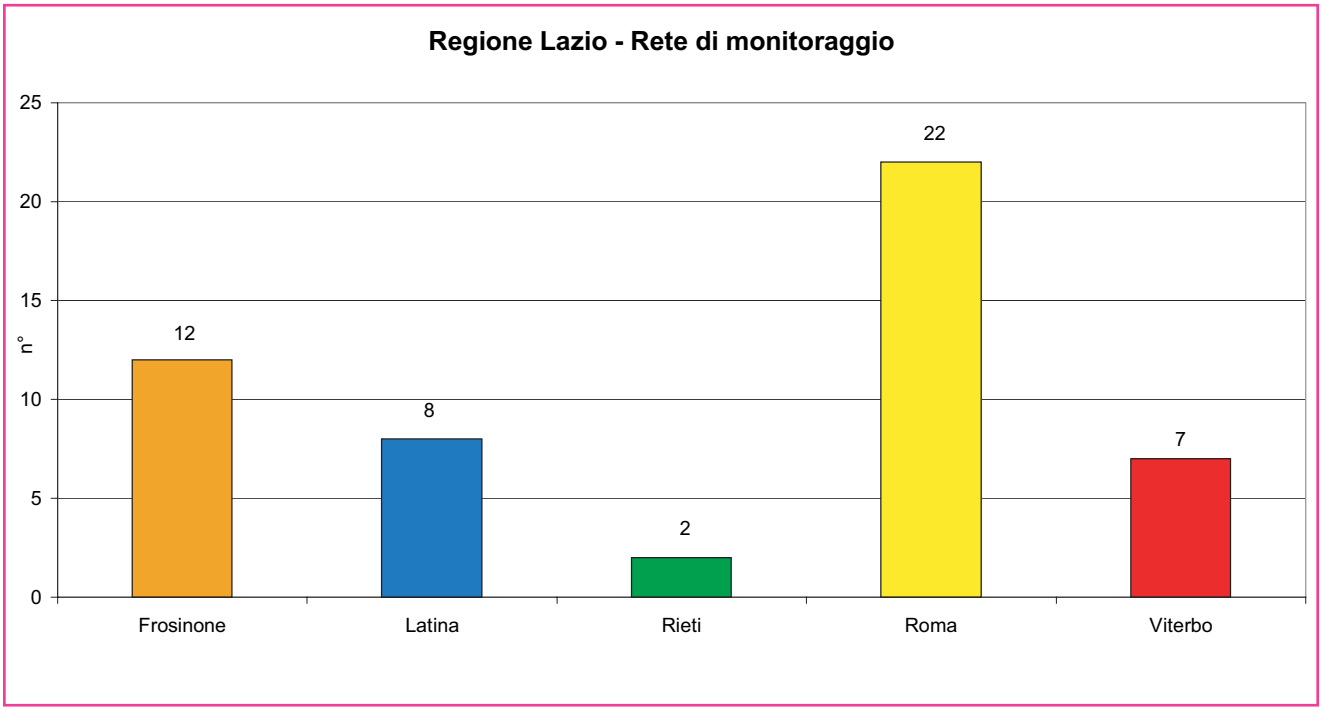


Figura 9. N° di punti monitorati dalla rete Arpalazio (2003). Fonte: Arpalazio.

La rete di monitoraggio rappresenta una griglia di sensori di allarme localizzati sul territorio. Le misure rilevate indicano dei punti geografici dove, in caso di valori elevati, è necessario provvedere ad ulteriori approfondimenti strumentali.

L'architettura della rete è organizzata su tre poli di controllo (Figura 9): Roma, Frosinone e Viterbo. Gli ultimi due coprono anche le restanti due province. Le sedi provinciali Arpalazio provvedono alla dislocazione delle centraline sul territorio, all'acquisizione dei dati ed alla loro validazione nonché all'invio presso il Centro Regionale di Controllo (CRC), che ha la funzione di coordinare l'attività di raccolta dati e loro invio alla *Fondazione Bordoni*, che gestisce la rete nazionale per il monitoraggio dei CEM per conto del Ministero delle Comunicazioni.

La rete è una rete dinamica, ovvero le centraline, dopo 7-15 giorni di permanenza nello stesso luogo, sono ricollocate altrove. Per l'esercizio della rete Arpalazio si è dotata di Linee Guida che indicano, tra le altre cose, anche i criteri di priorità per la localizzazione. Tra questi particolare importanza hanno:

- precedenti informazioni acquisite con controlli effettuati nel passato;
- alta concentrazione di impianti;
- presenza di soggetti più sensibili (scuole, asili nido ed ospedali).

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

APAT, 2004 – Annuario dei dati ambientali.

ARPALAZIO, 2004 – I controlli ambientali di Arpalazio.

I Campi Elettromagnetici nel Lazio.
Definizioni, livelli di esposizione e azioni di tutela

REPORT C.E.M. – APQ8 INT.N.4

A cura di:

ARPA Lazio

Direzione tecnica: Ing. Roberto Sozzi, Ing. Alessandro D. Di Giosa, Dr. Riccardo Casilli

Servizio Agenti fisici – Unità campi elettromagnetici, radiazioni ionizzanti, inquinamento luminoso - Sezione di Roma: Dr. Tommaso Aureli

Servizio Agenti fisici – Unità campi elettromagnetici, radiazioni ionizzanti, inquinamento luminoso - Sezione di Latina: Dr.ssa Tina Fabozzi

RAPPORTO SU I CAMPI ELETTROMAGNETICI NELLA REGIONE LAZIO

INDICE

PREMESSA **4**

CAPITOLO I. I CAMPI ELETTROMAGNETICI ***5***

1.1 ELEMENTI DI FISICA: CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI, ELETTROMAGNETICI ED ONDE ELETTROMAGNETICHE **5**

1.2 CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA **8**

1.2.1 Meccanismi di interazione, effetti biologici ed effetti sanitari 9

1.2.2 Studi epidemiologici 10

1.2.3 La classificazione degli agenti cancerogeni 11

1.3 SORGENTI DI CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI **12**

1.3.1 Sorgenti a bassa frequenza - elettrodotti e cabine di trasformazione 13

1.3.2 Esposizione da sorgenti a bassa frequenza 15

1.3.3 Sorgenti ad ALTA frequenza ed esposzione 17

CAPITOLO II. IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ***24***

PREMESSA **24**

2.1 LINEE GUIDA INTERNAZIONALI **24**

2.1.1 Grandezze e limiti 24

2.1.2 Linee Guida ICNIRP 25

2.1.3 Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea 27

2.2 LA NORMATIVA ITALIANA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI **28**

2.2.1 La legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico 29

2.2.2 DECRETI ATTUATIVI DELLA LEGGE QUADRO E I limiti di esposizione 31

2.2.3 Autorizzazione degli impianti di comunicazione 32

2.3 LA NORMATIVA REGIONALE **34**

CAPITOLO III. LE SORGENTI DI C.E.M. SUL TERRITORIO REGIONALE ***35***

PREMESSA **35**

3.1 SORGENTI A BASSA FREQUENZA **35**

3.2 SORGENTI AD ALTA FREQUENZA **36**

CAPITOLO IV. IL CONTROLLO NELLA REGIONE LAZIO ***40***

PREMESSA **40**

4.1 IL RUOLO DI ARPALAZIO **40**

4.2 LE ATTIVITA' DI CONTROLLO **42**

5.1.1 Le tipologie di controllo e il risanamento 42

5.1.2 Le attività svolte nel periodo 2001-2006 43

CAPITOLO V. IL MONITORAGGIO DELLE SORGENTI A RADIOFREQUENZA..... 46

5.2 LA DOMANDA DEL TERRITORIO 46

5.3 DAL CONTROLLO AL MONITORAGGIO 46

5.4 IL MONITORAGGIO IN CONTINUO DEI LIVELLI DI C.E.M. 47

5.4.1 Obiettivi e benefici..... 47

5.4.2 Il piano nazionale DI MONITORAGGIO DEI CEM..... 48

5.4.3 La rete regionale..... 48

5.5 IL MONITORAGGIO NELLA REGIONE LAZIO 50

5.5.1 Il posizionamento delle centraline 50

5.5.2 Le modalità operative..... 51

5.6 I RISULTATI DEL MONITORAGGIO 2002-2005..... 52

5.6.1 L'attività provinciale..... 52

5.6.2 I siti monitorati..... 54

5.6.3 I livelli di campo rilevati..... 55

PREMESSA

Finalità dell'Accordo di Programma Quadro "Sviluppo Sostenibile e promozione della qualità ambientale" è l'attuazione di un percorso programmatico in grado di integrare la sostenibilità ambientale, all'interno dell'azione regionale, come elemento strutturale e non come vincolo o fattore aggiuntivo alle singole iniziative.

Il raggiungimento di questo risultato è indissolubilmente legato all'affermarsi di un modello culturale di approccio alle politiche ambientali e di sviluppo socio-economico fondato sul principio di un utilizzo "durevole e rispettoso" delle risorse naturali.

La complessità e trasversalità di questo processo coinvolgono direttamente numerosi soggetti quali le istituzioni, gli utenti/consumatori e il sistema produttivo.

Gli obiettivi generali individuati all'interno dell'Accordo Quadro sono:

- rafforzare le politiche di sviluppo sostenibile del sistema regionale anche attraverso un'attività preventiva di informazione e di educazione ambientale;
- definire con maggiore razionalità la spesa ambientale e quella rivolta allo sviluppo sociale ed economico, orientando i soggetti pubblici e privati verso un'azione locale capace di un utilizzo durevole e razionale delle risorse ambientali;
- individuare strumenti e sedi per la partecipazione ed il confronto permanente con i soggetti pubblici e privati, anche al fine di concertare le scelte di tutela e sviluppo sostenibile del territorio regionale;
- operare per una rinnovata capacità qualitativa di progettualità da intendersi quale elemento chiave per un effettivo miglioramento della tutela e della valorizzazione dell'ambiente in grado di produrre ricadute in termini economici e sociali sulla popolazione locale;
- promuovere iniziative regionali ed incentivare azioni locali a rilevante impatto occupazionale, con particolare attenzione alle nuove professioni in campo ambientale e a quelle innovative;

Tali obiettivi necessitano, per essere raggiunti, di una serie di azioni strategiche individuate in tre attività principali:

- potenziamento dell'Autorità Ambientale della Regione del Lazio (asse I);
- promozione della qualità ambientale (asse II);
- informazione, formazione, educazione ambientale ed implementazione del progetto LABLAZIO (asse III).

Il Progetto "Intervento 4 – "Redazione dei reports ambientali" costituisce una parte significativa e integrativa delle attività previste dell'asse II (Promozione della qualità ambientale e informazione ambientale), linea di intervento I (Indagine conoscitiva e Rapporto sullo Stato dell'Ambiente).

Il documento è stato sviluppato nell'ambito di questo Accordo Quadro da ARPA Lazio approfondendo il tema dei "campi elettromagnetici" nella regione Lazio e in particolare l'analisi delle sorgenti e delle azioni di tutela.

CAPITOLO I. I CAMPI ELETTROMAGNETICI

Negli ultimi anni il problema dei possibili effetti nocivi sulla salute umana conseguenti alla esposizione ai campi elettromagnetici è stato molto dibattuto a diversi livelli internazionali. Nel nostro paese la discussione è stata condotta con particolare fervore ed è ancora oggi di estrema attualità. C'è chi sostiene che sia uno dei problemi ambientali e sanitari più rilevanti dei nostri tempi. Altri invece tendono a minimizzare sottolineando che il problema non esiste in alcun modo.

E' innegabile tuttavia l'esistenza di un allarme sociale, alimentato troppo spesso da una discussione animata e confusa, che obbliga le istituzioni e tutti i soggetti pubblici coinvolti nel problema a fornire delle risposte quantomeno limitate ad una corretta informazione che aiuti il cittadino a capire.

Innanzitutto occorre ricordare che le onde elettromagnetiche fanno parte della nostra vita quotidiana da tanto tempo, tuttavia, alla loro presenza naturale, a causa del crescente sviluppo delle tecnologie elettriche ed elettroniche sul territorio, si sono sommate soprattutto negli ultimi decenni tante fonti artificiali per le più diversificate applicazioni (sistemi destinati al trasporto e utilizzo dell'energia elettrica, come elettrodotti ed elettrodomestici, oppure sistemi di comunicazione di segnali radio o tv, telefonia cellulare, trasmissioni satellitari, senza fili o *wireless*), che hanno aumentato sensibilmente i livelli di campo elettromagnetico a cui tutti noi siamo esposti quotidianamente.

Su tali basi, unitamente alla già accennata mancanza di una corretta informazione, nasce l'allarme sociale al quale si accompagnano frasi allarmistiche come "Le antenne spuntano come funghi" o "Stop all'antenna selvaggia" oppure ancora "Le leggi non tutelano la salute dei cittadini".

In alcuni casi però tale allarme rischia di risultare contraddittorio. Basti pensare al successo riscosso dalla telefonia mobile nel nostro Paese che ha portato i gestori del servizio ad installare nelle nostre città un numero sempre più alto di stazioni radio base, la cui messa in opera puntualmente incontra le resistenze di tanti cittadini, anche di quelli dotati di cellulare.

La notevole attenzione dedicata a questo tipo di impianti inoltre ci fa dimenticare fonti più "tradizionali" già presenti sul territorio con le loro potenze di gran lunga superiori, come le antenne radio-tv.

1.1 ELEMENTI DI FISICA: CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI, ELETTROMAGNETICI ED ONDE ELETTROMAGNETICHE

Col termine "campo elettromagnetico" o "radiazione elettromagnetica" si intende il complesso di grandezze e fenomeni fisici governati da un insieme di equazioni che James Maxwell mise a punto nella seconda metà del XIX secolo, riprendendo e completando il lavoro sperimentale e teorico sull'elettricità ed il magnetismo compiuto da un grande numero di studiosi (come Galvani, Volta, Oersted, Laplace, Ampere, Faraday per citare solo i più noti) nei due secoli precedenti.

Occorre inoltre specificare che i termini campo elettrico, campo magnetico, campo elettromagnetico, onda elettromagnetica non sono sinonimi, ma rappresentano fenomenologie diverse che hanno diverse modalità di interazione con i recettori biologici.

Il campo elettrico è la grandezza fisica che caratterizza una regione di spazio le cui proprietà dipendono dalla distribuzione delle cariche elettriche. In particolare, il campo elettrico può essere caratterizzato come segue:

- si manifesta con una forza che agisce su qualunque carica elettrica introdotta nello spazio sede di campo elettrico;
- è descritto mediante un vettore E (detto *vettore campo elettrico*, o semplicemente *campo elettrico*) che in ogni punto della regione di spazio indica la direzione, l'intensità ed il verso della forza che agisce su una carica puntiforme unitaria posta in quel punto;
- è generato da cariche elettriche in quiete o in movimento;
- la sua intensità si misura in volt al metro (V/m);
- a causa della forza che esercita sulle cariche, il campo elettrico è in grado di provocare *correnti elettriche* nei materiali *conduttori*.

Il campo magnetico è la grandezza fisica che caratterizza una regione di spazio le cui proprietà dipendono dalle distribuzione delle correnti elettriche. In particolare, il campo magnetico si può caratterizzare come segue:

- si manifesta con una forza che agisce su qualunque altra corrente elettrica o carica elettrica non in quiete introdotta nello spazio sede di campo magnetico;
- è generato da correnti elettriche o una carica elettrica elementare non in quiete;
  può essere descritto mediante un *vettore* H (detto *intensità del campo magnetico* che si misura in ampere/metro A/m); a volte per la misura del campo magnetico può essere utilizzata l'induzione magnetica B che è data dal prodotto dell'intensità del campo magnetico H per la permeabilità magnetica μ del mezzo ($B = \mu H$). L'unità di misura dell'induzione magnetica è il *tesla* (T); essendo quest'unità di misura molto grande, si utilizzano spesso i sottomultipli *millitesla* (mT), *microtesla* (μT) e *nanotesla* (nT), rispettivamente 10^{-3}, 10^{-6} e 10^{-9} T.

Carica elettrica e corrente elettrica sono dunque le **sorgenti materiali** rispettivamente del campo elettrico e del campo magnetico come sintetizzato nello schema seguente:

Tipologia di campo	**Campo elettrico**	**Campo magnetico**
Generato da:	qualunque oggetto dotato di carica elettrica	qualunque conduttore percorso da corrente elettrica
Fenomenologia: È una regione di spazio nella quale si manifestano forze che agiscono su	oggetti dotati di carica elettrica	conduttori percorsi da corrente elettrica

Se si esaminano i fenomeni elettrici e magnetici considerando come essi si manifestano al variare del tempo, **un campo elettrico** può essere generato, oltre che da una distribuzione di carica elettrica, anche da un campo magnetico **variabile nel tempo** e, con una analogia simile, **un campo magnetico** può essere generato, oltre che da una distribuzione di corrente elettrica, anche da un campo elettrico **variabile nel tempo.**

In regime **variabile nel tempo, campo elettrico e campo magnetico** ***divengono uno la sorgente (cioè la "causa") dell'altro***. Il campo elettrico ed il campo magnetico, in tali condizioni, possono essere considerati come due aspetti di un'unica grandezza fisica (**il campo elettromagnetico**) in grado di propagarsi nello spazio. Il fenomeno è indicato anche con il termine di **radiazione elettromagnetica.**

La struttura spaziale del campo in funzione della distanza mostra che in prossimità della sorgente prevalgono il **campo elettrico** ed il **campo magnetico**, mentre per distanze maggiori di circa una *lunghezza d'onda* diviene prevalente il **campo elettromagnetico** dovuto alla mutua generazione, cioè alla **radiazione**. In particolare, nelle **immediate vicinanze** di una sorgente (antenna, apparato industriale a radiofrequenza, elettrodotto, elettrodomestico) e fino a circa un decimo di lunghezza d'onda di distanza da essa, il campo elettrico ed il campo magnetico sono del tutto **indipendenti uno dall'altro**, essendo legati e determinati dalle rispettive "sorgenti fisiche" (cariche e correnti); essi perciò non possono essere ricavati uno dall'altro e devono essere valutati separatamente. A **distanze superiori**, la struttura dei campi assume le caratteristiche della **radiazione** (ovvero si manifesta la "mutua generazione" tra campo elettrico e campo magnetico), che permangono per distanze dalla sorgente superiori a circa una lunghezza d'onda.

I campi elettromagnetici si propagano a distanza indefinita dalla sorgente, assumendo una struttura detta di tipo **radiativa** nella quale il campo elettrico ed il campo magnetico sono perpendicolari tra di loro ed alla direzione di propagazione.

In molti casi le ampiezze dei campi radiativi variano in modo sinusoidale tanto nel tempo quanto nello spazio. Nelle condizioni indicate, la radiazione elettromagnetica è rappresentata da un'**onda elettromagnetica**.

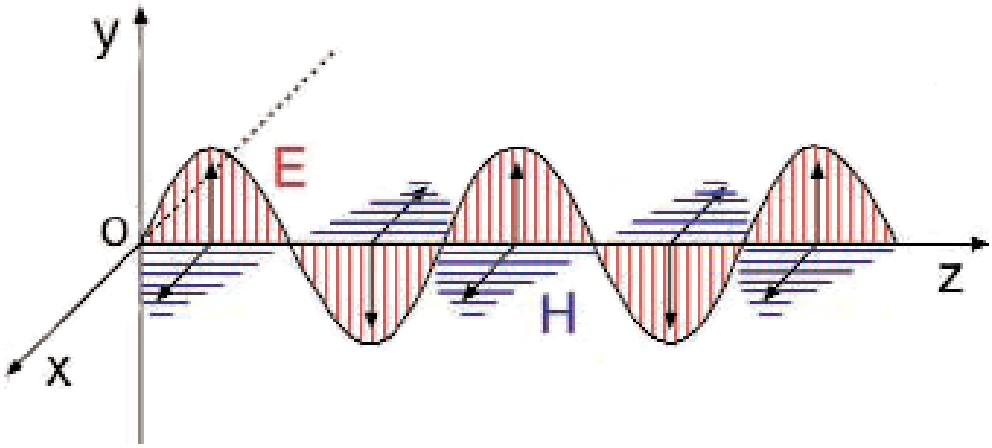


Figura 1. Propagazione onda elettromagnetica

L'onda elettromagnetica trasporta energia; la ***densità di potenza*** (energia trasportata per unità di tempo e di superficie, espressa in watt al metro quadrato, W/m^2) trasportata è proporzionale al prodotto delle intensità del campo elettrico e del campo magnetico e costituisce un'altra grandezza accessibile di misura attraverso la quale caratterizzare l'intensità della radiazione.

L'onda elettromagnetica è caratterizzata dalla intensità (legata all'ampiezza dell'onda), dalla frequenza (numero di cicli d'onda completi che si susseguono nell'unità di tempo) e dalla lunghezza d'onda (distanza nello spazio tra due successive creste d'onda). La velocità di oscillazione periodica di un fenomeno infatti, come nel caso della corrente o dei campi elettromagnetici, viene misurata in Hertz, ove 1 Hz corrisponde ad una oscillazione al secondo.

In Figura 2 è mostrato l'insieme continuo delle frequenze denominato "spettro elettromagnetico" e la nomenclatura relativa ai vari intervalli di frequenza noti.

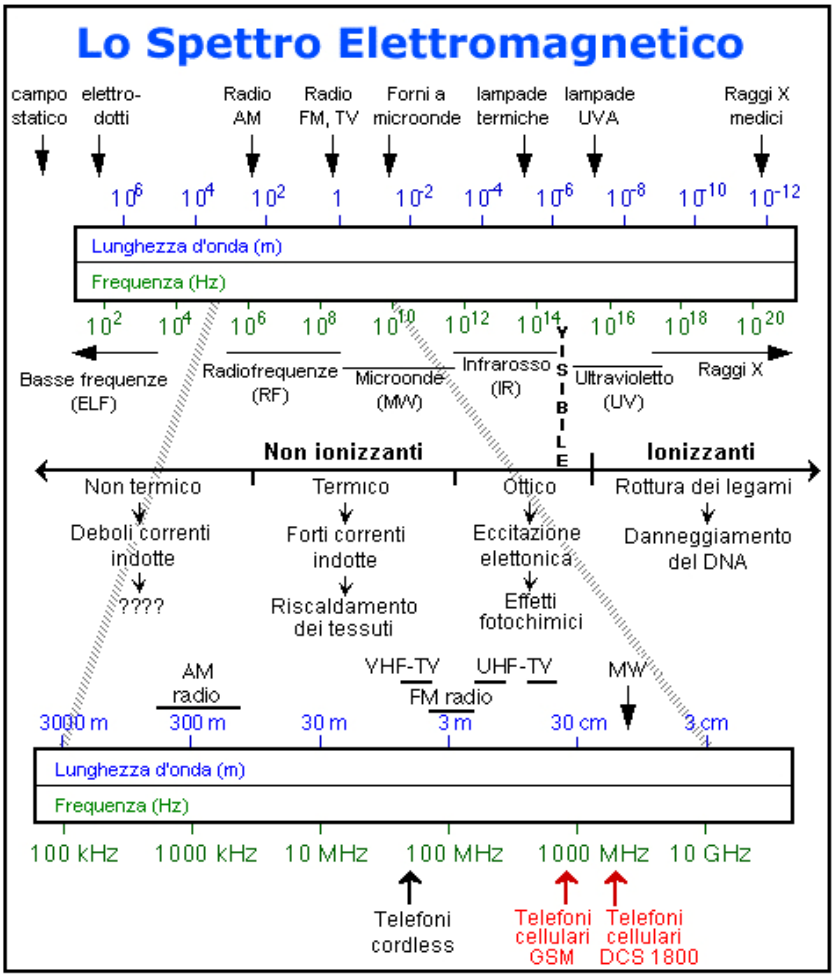


Figura 2. Spettro della radiazione elettromagnetica

Le radiazioni elettromagnetiche trattate nella presente pubblicazione appartengono, in accordo con quanto riportato in Figura 2, alle *radiazioni non ionizzanti*. Con tale termine si indicano le onde elettromagnetiche di frequenza sino all'ultravioletto, caratterizzate dal fatto che l'energia del fotone non è in grado di ionizzare l'atomo o la molecola poiché è minore di 12,4 eV, valore che rappresenta l'energia necessaria a ionizzare l'atomo di idrogeno. Tale energia è invece posseduta dai raggi ultravioletti, dai raggi X e dai raggi gamma che sono radiazioni elettromagnetiche ionizzanti.

1.2 CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA

Storicamente le preoccupazioni sui possibili effetti nocivi causati dalla esposizione ai campi elettromagnetici risalgono ai primi anni '80. Gli studi scientifici che inizialmente sono stati concentrati sugli effetti termici dei campi elettromagnetici hanno, negli anni, dedicato maggiore

attenzione ai possibili effetti derivanti da esposizioni prolungate nel tempo ed a più bassa intensità i quali non sono in grado quindi di determinare un riscaldamento dei tessuti.

1.2.1 MECCANISMI DI INTERAZIONE, EFFETTI BIOLOGICI ED EFFETTI SANITARI

In generale, i campi elettromagnetici. interagiscono con la materia attraverso i cosiddetti "meccanismi di interazione" cioè una serie di fenomeni che sono strettamente dipendenti dalle proprietà elettriche e magnetiche della materia e dalle caratteristiche di campi. Ciò si verifica anche nel corpo umano quando è esposto a campi elettromagnetici: in conseguenza dei meccanismi di interazione, infatti, si determinano una serie di effetti biologici alcuni dei quali possono determinare un effetto sanitario e quindi un danno alla salute.

Appare quindi di fondamentale importanza stabilire la differenza tra l'effetto biologico e il danno sanitario provocato dalla esposizione.

La O.M.S. (Organizzazione Mondiale della Sanità) fornisce una chiara distinzione tra i due effetti:

> "*l'effetto biologico si verifica quando l'esposizione alle onde elettromagnetiche provoca qualche variazione fisiologica notevole o rilevabile in un sistema biologico. Un effetto di danno alla salute si verifica quando l'effetto biologico è al di fuori dell'intervallo in cui l'organismo può normalmente compensarlo, e ciò porta a qualche condizione di danno alla salute*".

Ciò posto, e chiarito che l'effetto biologico non si configura necessariamente in un danno alla salute, rimane da stabilire in quali condizioni un campo elettromagnetico può avere effetti sulla salute umana.

A questo punto, come anticipato, occorre sottolineare che i meccanismi di interazione e quindi gli effetti biologici, sono assai dipendenti dalla frequenza del campo elettromagnetico e, naturalmente, dalla sua intensità. A tale proposito, è ormai pratica diffusa distinguere gli effetti dovuti ai campi elettromagnetici in due categorie: quelli indotti dai *campi a bassa frequenza* (in genere associati ad elettrodotti, centrali elettriche, cabine primarie e secondarie, stazioni elettriche) e quelli indotti dai *campi a radiofrequenza (RF) e microonde (MW)* (stazioni radiobase, emittenti radio-televisive, ponti radio, radar).

In Tabella 1 è riportata una classificazione delle tipologie, la lunghezza d'onda, la frequenza e la sorgente delle onde elettromagnetiche significative per l'esposizione umana.

ONDE	LUNGHEZZA D'ONDA	SIGLA	FREQUENZA	TIPO DI APPLICAZIONE
FREQUENZA ULTRA BASSA	> 10000 km	ULF	0 - 3 Hz	Applicazioni industriali
FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA	10000 km – 100 km	ELF	3 – 3000 Hz	Elettrodotti, Elettrodomestici
FREQUENZA BASSISSIMA	100 km – 10 km	VLF	3 – 30 kHz	Applicazioni industriali, Telecomunicazioni, Telefonia, Telegrafia
BASSA FREQUENZA (onde lunghe)	10 km – 1 km	LF	30 – 300 kHz	Telecomunicazioni
MEDIA FREQUENZA	1 km – 100 m	MF	300 – 3000 kHz	Telegrafi interfonici, Telefonia, Radiofonia
ALTA FREQUENZA (onde corte)	100 m – 10 m	HF	3 – 30 MHz	Antenne televisive e radio
ALTISSIMA FREQUENZA	10 m – 1 m	VHF	30 – 300 MHz	Radiofonia, Televisione

(onde ultracorte)				
ULTRA ALTA FREQUENZA (microonde ultracorte)	1 m – 10 cm	UHF	300 – 3000 MHz	Televisioni, Ponti radio, Telefonia mobile, Radiomobile
FREQUENZA SUPERIORE (microonde super alte)	10 cm – 1 cm	SHF	3 – 30 GHz	Telecomunicazioni, TV satellitare
FREQUENZA ESTREMAMENTE ALTA (microonde estremamente alte)	1 cm – 1 mm	EHF	30 – 300 GHz	Telecomunicazioni, Elettroterapia, Radioastronomia – Radar

Tabella 1. Classificazione delle onde elettromagnetiche per tipologia, lunghezza d'onda, frequenza e sorgente

Va precisato che tale suddivisione è abbastanza arbitraria ma in questo contesto ciò non è di rilevante importanza poiché ogni altra possibile suddivisione non escluderebbe la contemporanea presenza, con diversa rilevanza, dei meccanismi di interazione tipici delle basse frequenze anche alle alte frequenze, e viceversa. Ciò che è rilevante è la prevalenza di una classe di meccanismi rispetto alle altre e quindi di effetti, in dipendenza dalla frequenza del campo elettromagnetico.

In generale i campi RF a frequenze al di sopra di circa 1 MHz provocano soprattutto riscaldamento, facendo muovere ioni e molecole d'acqua entro il mezzo in cui questi si trovano. Anche bassi livelli di energia RF producono una piccola quantità di calore, ma questo è smaltito dai normali processi di termoregolazione del corpo senza che la persona se ne renda conto.

I campi RF di frequenze al di sotto di circa 1 MHz inducono soprattutto cariche e correnti elettriche, che possono stimolare le cellule di tessuti come nervi e muscoli. Delle correnti elettriche esistono già all'interno del corpo, come fattore normale delle reazioni chimiche che fanno parte della vita. Se i campi RF inducono correnti che superano in misura significativa il livello di fondo nel corpo, vi è la possibilità di conseguenze negative per la salute.

Per quanto concerne i campi elettrici e magnetici a frequenze estremamente basse (ELF), la loro azione fondamentale sui sistemi biologici consiste nell'induzione di cariche e correnti elettriche. Studi sul campo elettrico hanno indicato che, a parte la stimolazione dovuta alle cariche elettriche indotte sulla superficie del corpo, gli effetti di esposizioni fino a 20 kV/m sono pochi ed innocui. Non è stato dimostrato che i campi elettrici abbiano alcun effetto sulla riproduzione e lo sviluppo di animali ad intensità superiori a 100 kV/m.

Anche nel caso dei campi magnetici vi è poca evidenza sperimentale confermata, che i campi magnetici ELF possano influenzare la fisiologia ed il comportamento dell'uomo, alle intensità che si riscontrano in casa o nell'ambiente. L'esposizione di volontari, per diverse ore, a campi magnetici ELF fino a 5 mT ha avuto poco effetto su numerosi parametri clinici e fisiologici, tra cui variazioni nel sangue, ECG, ritmo cardiaco, pressione sanguigna e temperatura corporea.

1.2.2 STUDI EPIDEMIOLOGICI

Molti studi epidemiologici sull'uomo hanno considerato possibili connessioni tra l'esposizione a campi RF ed un aumento del rischio di cancro. Al momento attuale questi studi non forniscono un'informazione sufficiente per un'appropriata valutazione del rischio di cancro nell'uomo in conseguenza dell'esposizione a campi RF, perché i loro risultati sono incoerenti. Ciò può essere spiegato da differenze nel progetto, nell'esecuzione e nell'interpretazione degli studi, comprese differenze nell'identificazione dei soggetti esposti in misura significativa e nella ricostruzione retrospettiva delle esposizioni.

Per quanto riguarda le esposizioni ai campi a bassa frequenza, nel 1979, Wertheimer e Leeper segnalarono un'associazione tra la leucemia infantile e certe caratteristiche dei circuiti che collegavano le case dei soggetti alle linee di distribuzione dell'elettricità. Da allora, è stato condotto un gran numero di studi per verificare questo importante risultato. Un'analisi di questi lavori da parte dell'Accademia Nazionale delle Scienze degli Stati Uniti nel 1996 ha suggerito che la residenza vicino a elettrodotti fosse associata ad un aumento del rischio di leucemia infantile (rischio relativo RR=1,5), ma non di altre forme di cancro. Da questi studi non emergeva un'analoga associazione tra il cancro e l'esposizione residenziale degli adulti.

Molti studi su soggetti esposti per motivi professionali a campi ELF, condotti nell'ultimo decennio, presentano molte contraddizioni. Essi suggeriscono che possa esserci un piccolo aumento del rischio di leucemia tra i lavoratori elettrici. Tuttavia, in molti di questi studi non sono stati tenuti in appropriata considerazione i fattori di confondimento, come ad esempio l'esposizione agli agenti chimici presenti negli ambienti di lavoro. Le valutazioni dell'esposizione a campi ELF non presentavano una buona correlazione con il rischio di cancro nei soggetti esposti. Quindi, non risultava confermata una relazione di causa ed effetto tra l'esposizione a campi ELF e il cancro.

L'Istituto Nazionale per le Scienze di Sanità Ambientale (National Institute of Environmental Health Sciences, NIEHS) degli Stati Uniti negli anni ’90 ha realizzato il programma RAPID, durato 5 anni. Nel quale ha replicato ed esteso quegli studi presenti in letteratura che segnalavano effetti con potenziali implicazioni per la salute ed ha condotto ulteriori studi per stabilire se effettivamente l'esposizione a campi ELF avesse qualche conseguenza sulla salute umana.

Nel giugno 1998, il NIEHS ha convocato un gruppo di lavoro internazionale per una revisione critica dei risultati della ricerca, in quale usando i criteri stabiliti dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (International Agency for Research on Cancer, IARC), ha concluso che i campi ELF debbano essere considerati come un "possibile cancerogeno per l'uomo".

"Possibile cancerogeno per l'uomo" è la più bassa di tre categorie ("possibilmente cancerogeno per l'uomo", "probabilmente cancerogeno per l'uomo" e "cancerogeno per l'uomo") usate dalla IARC per classificare l'evidenza scientifica relativa ad agenti potenzialmente cancerogeni. La IARC di Lione (*International Agency for Research on Cancer*), ha due ulteriori classificazioni dell'evidenza scientifica: "non classificabile" e "probabilmente non cancerogeno per l'uomo", ma il gruppo di lavoro del NIEHS ha ritenuto che vi fosse abbastanza evidenza per eliminare queste categorie.

"Possibile cancerogeno per l'uomo" è una classificazione usata per denotare un agente per il quale vi sia una limitata evidenza di cancerogenicità nell'uomo ed un'evidenza meno che sufficiente negli animali da esperimento. Quindi la classificazione è basata sulla solidità dell'evidenza scientifica, non su quanto l'agente sia cancerogeno, ovvero su quanto elevato sia il suo rischio di cancro. Quindi, "possibile cancerogeno per l'uomo" significa che esiste una limitata evidenza credibile che suggerisca che l'esposizione a campi ELF può provocare il cancro. Mentre non si può escludere, in base all'evidenza disponibile, che l'esposizione a campi ELF causi il cancro, sono necessarie ulteriori ricerche, focalizzate e di alta qualità, per risolvere il problema.

1.2.3 LA CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI CANCEROGENI

La classificazione, basata sull’evidenza scientifica, della cancerogenesi sull’uomo dei diversi agenti, è stata codificata dalla I.A.R.C. di Lione (*International Agency for Research on Cancer*) ed adottata dalla W.H.O.

- Gruppo 1: l’ agente è cancerogeno per l’uomo.

E' un agente per il quale l'evidenza scientifica di cancerogenesi è manifestamente provata.

- Gruppo 2 articolato in due sottogruppi:
  - Gruppo 2 A: l'agente è probabilmente cancerogeno per l'uomo.
    E' un agente per il quale esiste una limitata evidenza di cancerogenesi per l'uomo e una maggiore evidenza risultante da esperimenti su animali.
  - Gruppo 2 B: l'agente è possibilmente cancerogeno per l'uomo.
    E' un agente per il quale esiste una limitata evidenza di cancerogenesi per l'uomo e una inadeguata evidenza risultante da esperimenti su animali.
- Gruppo 3: l'agente non è classificabile quanto alla sua cancerogenità per l'uomo.
  E' un agente per il quale le evidenze di cancerogenesi per l'uomo e quelle risultanti da esperimenti su animali sono inadeguate.
- Gruppo 4: l'agente è probabilmente non cancerogeno per l'uomo.
  E' un agente per il quale mancano le evidenze di cancerogenesi per l'uomo e tale mancanza è confermata da esperimenti su animali.

Il Rapporto della I.A.R.C. del giugno 2001 ha inserito i campi magnetici a frequenze estremamente basse (quelli generati dagli elettrodotti e non quelli elettrici o elettromagnetici ad alta frequenza generati, ad esempio, dagli impianti per telefonia mobile) nel gruppo 2 B.

Si evidenzia che:

- non è prevista la classificazione "non cancerogeno per l'uomo" in quanto non è possibile per nessun agente l'esclusione assoluta di potenziale cancerogenicità;
- nel gruppo 2 B sono inseriti gli agenti a più debole connessione causale di cancerogenicità (in tale gruppo è stato inserito anche il caffè).

1.3 SORGENTI DI CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI

Dall'inizio del secolo le applicazioni industriali, civili e di servizio delle sorgenti di campo elettromagnetico hanno conosciuto uno sviluppo enorme, interessando ogni aspetto della vita lavorativa, domestica e delle relazioni tra le persone. Il numero e le tipologie delle sorgenti sono cresciuti oltre ogni previsione e recentemente lo sviluppo del settore delle telecomunicazioni, ha prodotto un consistente aumento delle fonti di inquinamento elettromagnetico.

In Tabella 2 sono elencate le principali classi di sorgenti ambientali di campi elettromagnetici, distinguendo tre bande di frequenza secondo una terminologia ("basse frequenze", "frequenze intermedie" e "alte frequenze") non proprio rigorosissima, ma che è entrata nel linguaggio comune ed ha anche avuto un certo riconoscimento nell'ambito del progetto europeo COST-244-bis. Per ogni sorgente viene anche indicato se l'emissione di campi elettromagnetici sia una conseguenza accidentale del funzionamento della sorgente, oppure ad essa funzionale; inoltre, viene indicato se la sorgente emette prevalentemente campo elettrico, magnetico o elettromagnetico. Le sorgenti di campi elettromagnetici possono essere suddivise in sorgenti che irradiano le emissioni intenzionalmente e non intenzionalmente. I non intenzionali sono dovute ad apparati che emettono campi elettromagnetici come effetto secondario rispetto allo scopo per il quale sono stati realizzati. Esempi sono le linee elettriche, gli apparecchi di riscaldamento a induzione e a radiofrequenza, i forni a microonde, nei quali il processo primario non è utilizzato per irradiare energia nell'ambiente esterno. Emissioni non intenzionali sono quelle degli oggetti riflettenti che, quando sono investiti da un campo elettromagnetico, si comportano come sorgenti secondarie. Le emissioni intenzionali sono dovute agli

apparati che hanno come scopo l'emissione di onde elettromagnetiche; appartengono a questa categoria i sistemi di telecomunicazione.

Banda di frequenza		**Sorgente**	**Tipo di emissione**	**Campi emessi**
Basse frequenze ELF	fino a 3 kHz	Produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica (centrali, cabine, elettrodotti aerei ed interrati)	Accidentale	Elettrico e magnetico
		Utilizzo dell'energia elettrica (impianti elettrici ed apparecchi utilizzatori)		Magnetico
		Varchi magnetici (sistemi antifurto e per la rilevazione dei transiti)	Intenzionale localizzata	
Frequenze intermedie	da 3 kHz a 3 MHz	Sistemi domestici per la cottura ad induzione magnetica (frequenze tipiche 25 ÷ 50 kHz, potenze dell'ordine di qualche chilowatt)	Intenzionale localizzata	Magnetico
		Varchi magnetici (sistemi antifurto e per la rilevazione dei transiti)		
		Emittenti radiofoniche a onde medie	Intenzionale a diffusione	Elettrico e magnetico
Alte frequenze	oltre 3 MHz	Varchi magnetici (sistemi antifurto e per la rilevazione dei transiti - fino a 10 MHz)	Intenzionale localizzata	Magnetico (ed elettrico)
		Emittenti radiofoniche a modulazione di frequenza (88 ÷ 108 MHz)	Intenzionale a diffusione	Elettro-magnetico
		Emittenti televisive VHF e UHF (fino a circa 900 MHz)		
		Stazioni radiobase per la telefonia cellulare (900 MHz e 1800 MHz circa)		
		Ponti radio	Intenzionale focalizzata	
		Radioaiuti alla navigazione aerea (radar, radiofari)		

Tabella 2. Classi di sorgenti di campi elettromagnetici

1.3.1 SORGENTI A BASSA FREQUENZA - ELETTRODOTTI E CABINE DI TRASFORMAZIONE

Gli impianti che producono, trasportano, distribuiscono e utilizzano l'energia elettrica sono distinguibili in due raggruppamenti principali: quelli che utilizzano corrente continua (frequenza zero) e quelli che impiegano corrente alternata con frequenza di 50 Hz. La principale applicazione a *corrente continua* è costituita dall'alimentazione dei treni italiani, che utilizzano una tensione continua di 3.000 Volt (V). Tutte le applicazioni con corrente continua non comportano condizioni espositive particolarmente critiche e non sono comprese nel novero delle sorgenti oggetto di attenzione da parte dei cittadini e dei media. Per tali motivazioni non si considererà questo tipo di tematica, e si focalizzerà l'attenzione sugli impianti e le applicazioni funzionanti a 50 Hz.

Il sistema delle applicazioni per la produzione, la distribuzione e il consumo dell'energia elettrica a 50 Hz è schematizzata in Figura 3.

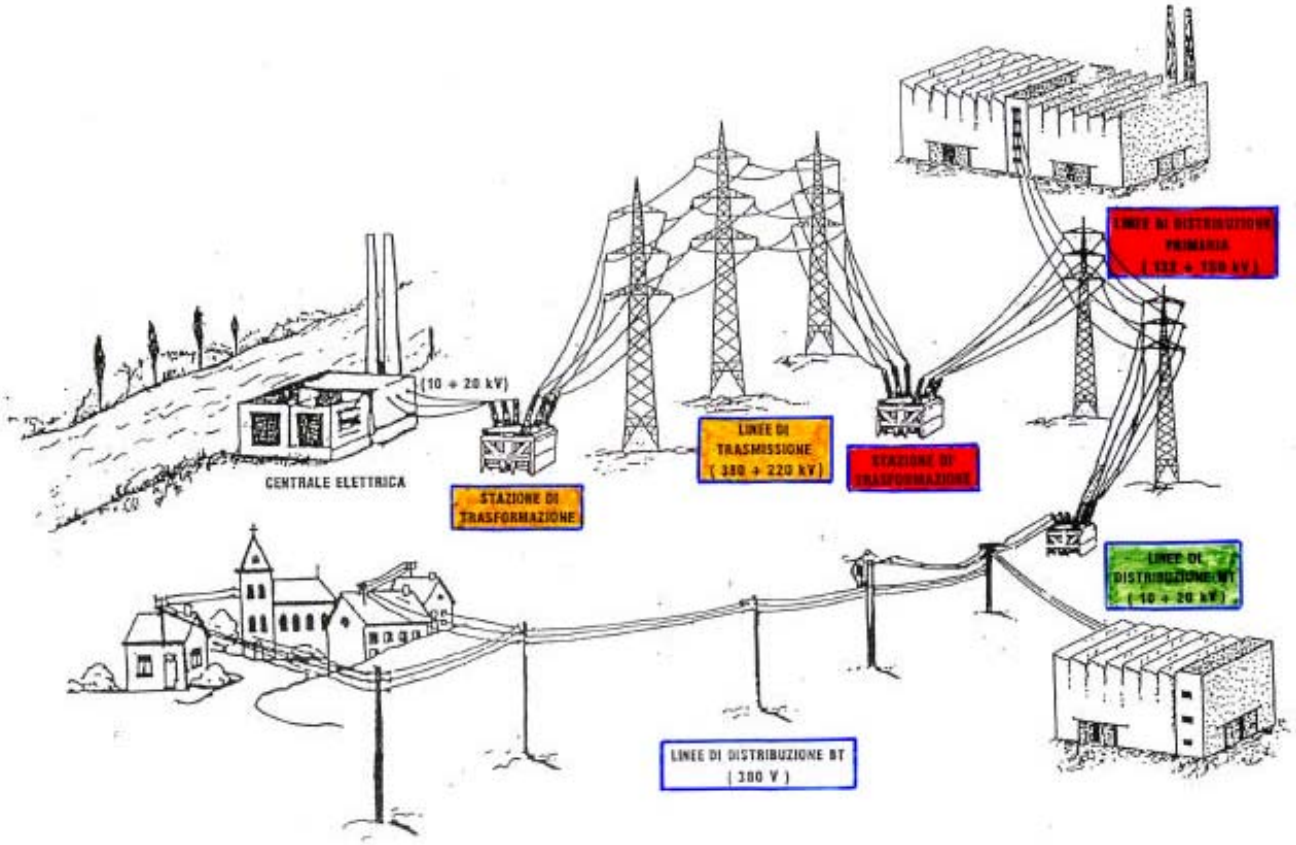


Figura 3. Sistema degli elettrodotti a 50 Hz

La produzione avviene in centrali elettriche che possono essere di tipo idroelettrico, geotermico o utilizzare vari tipi di combustibili; l'energia elettrica prodotta è quindi trasformata per avviarla al trasporto, verso i luoghi d'impiego che possono distare anche centinaia di chilometri. Per il trasporto in Italia sono utilizzati elettrodotti alimentati con tensioni di 220.000 e 380.000 Volt (o altissima tensione, in sigla AAT) che presentano solitamente un consistente impatto ambientale. Le linee possono essere a semplice terna (tre fasi) o a doppia terna (sei fasi): nel caso degli elettrodotti a 380 kV la corrente di ogni fase è trasportata con conduttori "trinati", ovvero sono impiegati tre conduttori ogni fase come visibile in Figura 4 (18 cavi per 6 fasi).

Figura 4. Elettrodotto 380 kV a doppia terna “trinata”

La distribuzione dell'energia elettrica avviene generalmente con linee alimentate a 132 kV e 60 kV (linee ad alta tensione o AT), e successivamente a 15 kV (linee a media tensione o MT) e a 380 o 220 V (linee a bassa tensione o BT). Sul territorio sono frequenti le stazioni di trasformazione per l'abbassamento della tensione da 132 kV a 15 kV e a 380 V.

In Figura 5 è riportata una stazione di trasformazione AT/MT con in evidenza al centro, la linea AT a doppia terna in entrata e sulla sinistra la linea MT a doppia terna in uscita.

Figura 5. Stazione primaria AT/MT: linea AT in entrata e MT in uscita

Analogamente ai sistemi di trasformazione AT/MT insistono sul territorio numerose cabine MT/BT per la trasformazione della tensione a 380 e 220 V, inserite spesso direttamente negli edifici, anche di tipo residenziale. In quest'ultimo caso si verificano frequentemente contenziosi tra le famiglie che vivono negli appartamenti attigui e le società che gestiscono gli impianti.

1.3.2 ESPOSIZIONE DA SORGENTI A BASSA FREQUENZA

Alle basse frequenze, fino a 10 kHz ed in particolare alla frequenza di 50 Hz di funzionamento degli elettrodotti, il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati indipendenti l'uno dall'altro e l'esistenza dell'uno è indipendente dall'esistenza dell'altro.

Il campo magnetico è generato dalle correnti elettriche che scorrono nei conduttori. A questa frequenza il campo magnetico. è espresso, in genere, in termini di induzione magnetica misurata in μT (microtesla, milionesimo di tesla). L'induzione magnetica è proporzionale al valore della corrente che

genera il campo magnetico. Quando la corrente è nulla, il campo magnetico è nullo ed è nulla l'induzione magnetica.

Il campo elettrico è generato dalle tensioni elettriche (misurate in volt e suoi multipli; 1 kV = 1000 volt) tra i conduttori. Il campo elettrico è proporzionale al valore della tensione elettrica che lo ha generato. Quando la tensione elettrica è nulla, il campo elettrico è nullo.

Maggiore è la tensione della linea, maggiore è il campo elettrico da essa prodotto. Poiché la tensione di esercizio per ciascun tipo di linea ha un valore costante, il campo elettrico generato è costante e diminuisce molto rapidamente con la distanza dalla linea. In Figura 6 è rappresentato l'andamento tipico del campo elettrico generato da un elettrodotto trifase in funzione della distanza.

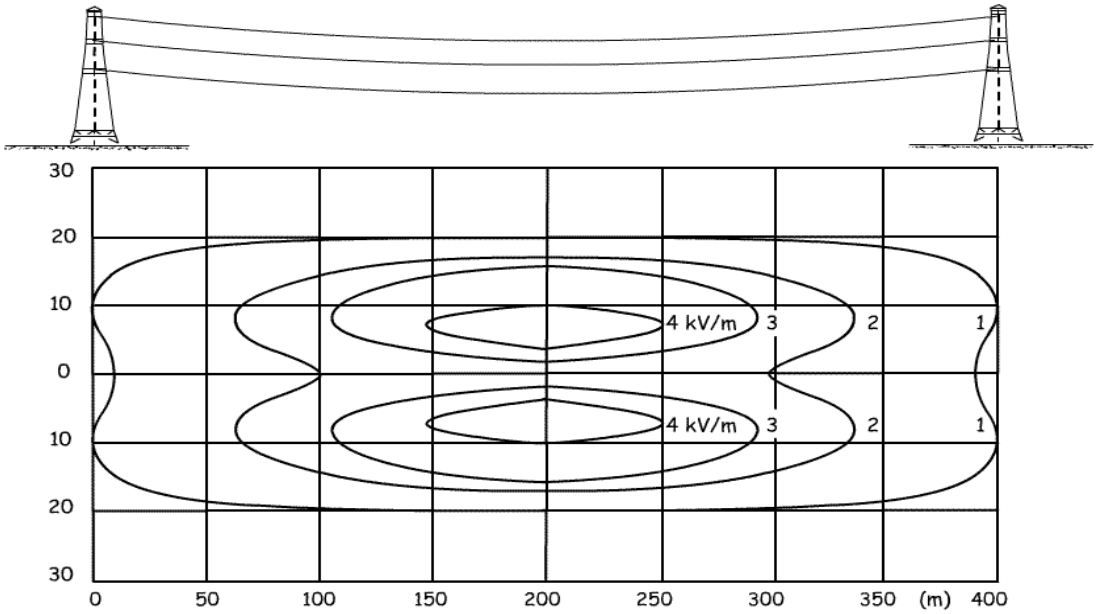


Figura 6. Profilo laterale delle curve di livello del campo elettrico **E** (a 1 m dal suolo) sotto una tipica campata di una linea a 380 kV a doppia terna.

Il campo magnetico generato da un elettrodotto dipende dalla corrente trasportata cioè dalle condizioni di carico della linea che non sono costanti poiché sono legate alla richiesta di energia che varia durante le ore del giorno e i periodi dell'anno. Maggiore è l'energia richiesta, maggiore è la corrente trasportata dalle linee e quindi maggiore è il campo magnetico generato che diminuisce anch'esso molto rapidamente con la distanza dalla linea. In Figura 7 è rappresentato il campo magnetico generato da un elettrodotto trifase in funzione della distanza con riferimento alla corrente nominale.

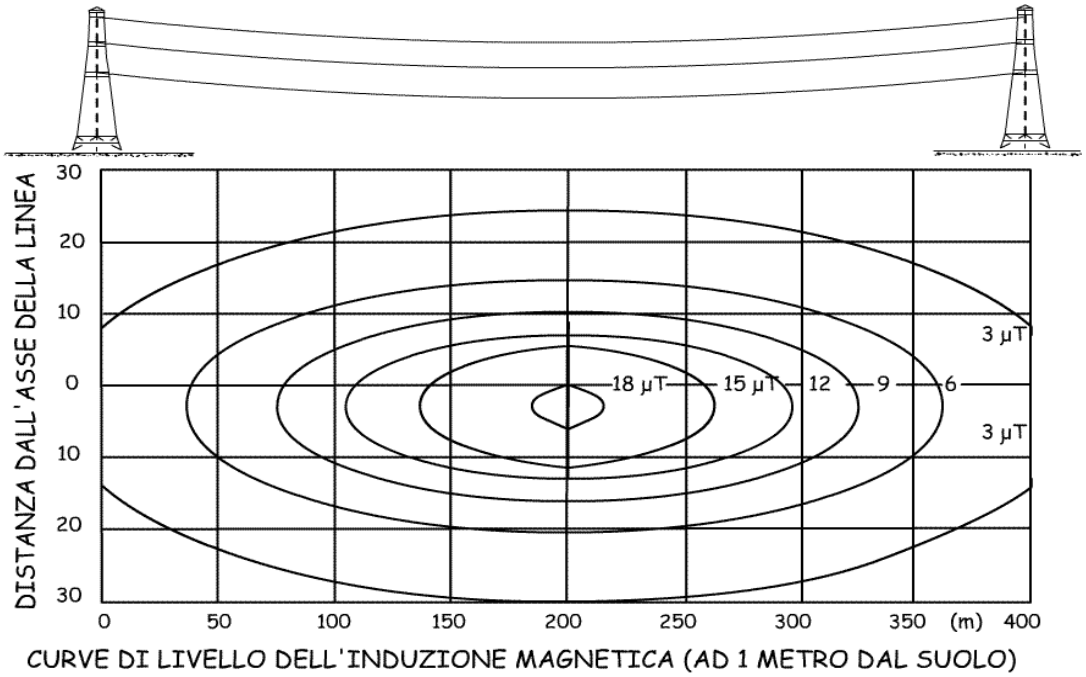


Figura 7. Profilo laterale delle curve di livello dell'induzione magnetica **B** sotto una tipica campata di una linea a 380 kV.

In generale il campo magnetico generato dagli elettrodotti non subisce apprezzabili attenuazioni da parte delle strutture edilizie e quindi il campo all'interno di una abitazione è dello stesso ordine di grandezza di quello esterno.

Diversamente, il campo elettrico è fortemente attenuato da qualunque struttura ed in particolare da quelle edilizie che possono introdurre un fattore di attenuazione di circa 100.

1.3.3 SORGENTI AD ALTA FREQUENZA ED ESPOSZIONE

Le sorgenti che impiegano radiofrequenze e microonde sono numerose e interessano gli ambienti di lavoro, quelli domestici e l'ambiente esterno.

Le comuni emittenti radio FM utilizzano frequenze dell'ordine di 100 MHz (88 ÷108 MHz): molte altre applicazioni radio utilizzano frequenze inferiori (onde lunghe) o superiori (emittenti di servizi e di controllo impianti).

Le emittenti televisive utilizzano frequenze da circa 200 MHz (VHF), fino a circa 900 MHz (UHF), con una maggiore concentrazione nel range tra 700 e 900 MHz.

La telefonia cellulare attualmente impiega frequenze nel range tra 900 MHz e 960 MHz, per i sistemi TACS e GSM, mentre il sistema cellulare DCS utilizza frequenze attorno a 1800 MHz

I nuovi sistemi di terza generazione a banda larga (UMTS), utilizzano frequenze di circa 2,2 GHz. Nella tabella 1.3 sono riportate le bande di frequenza impiegate per i principali servizi di telecomunicazione in Italia.

Servizio	Banda di frequenza	Note
Radiofonico AM	500 - 1600 kHz	Diffusione radiofonica a onde medie in

		modulazione di ampiezza
TV VHF-I/II	50 - 88 MHz	Diffusione radiotelevisiva
Radiofonico FM	88 - 108 MHz	Diffusione radiofonica a modulazione di frequenza
TV VHF-III	170 - 220 MHz	Diffusione radiotelevisiva
TV UHF-IV/V	470 - 850 MHz	Diffusione radiotelevisiva
Telefonia eTACS	870 - 950 MHz	Cellulari "analogici"
Telefonia GSM	880 - 960 MHz	Cellulari digitali europei
Telefonia DCS	1710 - 1880 MHz	Cellulari "dual band"
Telefonia UMTS	1900 - 2170 MHz	Cellulari "3G"

Tabella 3. Bande di frequenze utilizzate dai principali servizi di telecomunicazioni

1.3.3.a Impianti per la diffusione radiofonica

I ripetitori delle emittenti radio possono irradiare potenze variabili da poche centinaia di Watt (W), fino ad alcune decine di migliaia di Watt (decine di kW). Alcuni apparati per trasmissioni intercontinentali possono irradiare potenze dell'ordine di centinaia di kW.

La potenza dipende dal tipo di utilizzo e dal bacino d'utenza da servire, che per le radio a modulazione di frequenza (FM), può essere costituito da un'area urbana, da un gruppo di comuni, da un'intera provincia o da un bacino a carattere regionale.

In base a queste esigenze il ripetitore radio FM può essere collocato:

1. in area urbana, utilizzando un traliccio o un edificio di altezza adeguata;
2. sulle colline circostanti un centro abitato o una pianura;
3. sui crinali di montagne (anche oltre i 2.000 m), per irradiare su bacini di grande dimensione e trasferire i segnali ad esempio dal versante adriatico a quello tirrenico.

I siti dei ripetitori radio FM sono sorti senza una precisa programmazione e le conseguenze non sono state certamente positive. I gestori hanno cercato di occupare tutte le posizioni dominanti, senza particolari considerazioni per l'impatto ambientale, per le norme urbanistiche e di tutela ambientale, per la protezione della popolazione dai campi elettromagnetici.

Frequentemente le strutture di sostegno delle antenne sono state costruite senza le necessarie autorizzazioni delle Amministrazioni Comunali, occupando aree protette o crinali di montagne, con un pesante impatto ambientale.

Figura 8. Sistemi radianti FM

Nel passato, quando non esisteva un regime legislativo specifico per le nuove installazioni, in alcuni casi i tralicci sono stati installati sui pendii retrostanti le abitazioni, provocando condizioni di rischio in quanto pur irradiando in direzione opposta, le antenne vengono a trovarsi alla stessa altezza delle case: la radiazione irradiata all'indietro, determina l'esposizione della popolazione residente con elevati valori di campo elettromagnetico.

I principali fattori di rischio sono da individuare in:

1. *irradiazione di potenze troppo elevate;*
2. *altezza insufficiente dei tralicci;*
3. *eccessiva vicinanza alle abitazioni.*

Queste considerazioni indicano che i ripetitori per il servizio radiofonico in modulazione di frequenza costituiscono un problema aperto, con situazioni a rischio da risanare.

Un discorso a parte meritano gli impianti di diffusione radiofonica in onda media e modulazione di ampiezza (AM) (Figura 9) i quali sono generalmente caratterizzati da potenze di trasmissione elevate. Questi impianti generalmente collocati in aree isolate e solo in alcuni casi inseriti in contesti urbanizzati. Tuttavia analogamente a quanto descritto per gli impianti radio in modulazione di frequenza la presenza di questi impianti costituisce un problema aperto.

Figura 9. Sistemi radianti in onda media

1.3.3.b Impianti per la diffusione radiotelevisiva

Molte considerazioni effettuate per i siti dei ripetitori radiofonici sono valide anche per i ripetitori televisivi: anch'essi sono stati costruiti senza un preciso quadro di riferimento normativo e in qualche caso, si sono formati *siti misti* radiofonici e televisivi. Occorre tuttavia rilevare che la disponibilità economica generalmente superiore delle aziende per l'emittenza televisiva, ha portato a costruire strutture più complesse e razionali, con apparati irradianti installati ad altezze superiori e relativi valori di campo elettromagnetico più contenuti. I siti in cui si hanno situazioni a rischio dovute prevalentemente o esclusivamente a ripetitori televisivi sono piuttosto rari, in quanto prevalgono quasi sempre i contributi generati dai ripetitori radio.

Figura 10. Sistemi radianti per la diffusione televisiva

1.3.3.c Emittenti di radioamatori e di servizi pubblici e privati

Questi impianti utilizzano potenze piuttosto limitate e solitamente non determinano condizioni critiche, anche in ragione della loro generale "discontinuità" delle emissioni. Alcune di queste emittenti (radioamatori, esercito, forze di polizia ecc.) godono di particolari normative che rendono difficile l'acquisizione dei dati relativi ai ripetitori.

Figura 11. Sistemi radianti radioamatoriali e di servizi pubblici e privati

1.3.3.d Impianti fissi della telefonia cellulare

I sistemi fissi per la telefonia mobile (stazioni radio base o SRB) si sono sviluppati rapidamente nel corso degli ultimi anni; i dati indicano che il mercato è ancora lontano dalla saturazione e che lo sviluppo prosegue.

Relativamente alla tipologia dei sistemi cellulari, il primo ad avere successo commerciale è stato il TACS (*Total Access Communication System*), che garantiva il "roaming" e la continuità di collegamento. A questo sistema ormai dimesso dal 31 dicembre 2005, si è sovrapposto il GSM (*Global System for Mobile communication*), avente una architettura europea e caratterizzato da sofisticate tecniche digitali. Sia il TACS che il GSM utilizzano frequenze comprese tra 900 e 1.000 MHz, i sistemi DCS 1800 utilizzano frequenze di circa 1800 MHz, i nuovi sistemi UMTS invece utilizzano frequenze di circa 2,2 GHz.

Questi sistemi di telecomunicazione sono di tipo cellulare in quanto applicano una tecnica che consiste nel riutilizzo della stessa frequenza più volte in luoghi diversi e sufficientemente lontani tra loro. Per ottenere questo risultato si suddivide il territorio in aree aventi dimensioni limitate, dette celle, ognuna delle quali è servita da una SRB che opera quindi con potenza ridotta. L'utilizzo di potenze inferiori a quelle tipiche dei sistemi di comunicazione non cellulari, quali quelli che effettuano trasmissioni radiofoniche e televisive, è una importante caratteristica degli impianti SRB.

Il sistema GSM utilizza segnali con modulazione digitale su due bande, GSM 900 (937.1÷958.7 MHz) e GSM 1800 o DCS (1850.1÷1879.1 MHz). Questa tecnica consente di adottare la modalità di accesso a divisione di tempo (TDMA - Time Division Multiple Access) per la trasmissione su una stessa frequenza portante di più canali radio.

La stazione non trasmette continuamente, ma emette su una data frequenza in intervalli di tempo prefissati, detti "timeslot", che ricorrono ciclicamente. In questo modo con una stessa frequenza vengono serviti più utenti, pari al numero totale di timeslot (trama) realizzati su quella frequenza, che nell'attuale sistema GSM è pari ad 8.

Una caratteristica fondamentale del sistema GSM è il tipo di modulazione digitale del segnale che riguarda sia la sua fase che la sua frequenza (GMSK - Gaussian Minimum Shift Keying). In relazione al tipo di modulazione, risulta che la banda relativa ad ogni portante è di 200 kHz. Solitamente le SRB trasmettono fino ad un massimo di 8 portanti.

La distanza massima entro cui può essere realizzato il collegamento telefonico è variabile generalmente da 0,5 a 35 km, Tuttavia dato il limite di utenti che ogni singola SRB può servire e quindi per la divisione del territorio in "celle" la densità di installazioni SRB in aree urbane è grande e ancora in fase di crescita. A fronte di una maggiore penetrazione nell'ambiente urbano rispetto ai trasmettitori radiotelevisivi, gli impianti SRB presentano una minore potenza in antenna dando luogo, quindi, ad esposizioni più localizzate. Gli impianti sono costituiti da un minimo di uno ad un massimo di tre sistemi di antenne (celle) che emettono in modo molto direttivo e, nel caso di più sistemi, generalmente lungo direzioni che differiscono di 120°.

Figura 12. Stazione radio base

La potenza massima irradiata dal sistema cellulare GSM e DCS generalmente di circa 40-60 W, e scende a circa 20 W nei sistemi UMTS. Come si può notare questi valori sono decisamente inferiori alle potenze irradiate dalle emittenti radio FM che possono superare anche valori di 10.000 - 20.000 W e che non irradiano in modo direttivo (irradiazione omnidirezionale).

In Tabella 4 è riportato il tipo di servizio e le potenze generalmente associate alle varie tipologie di impianti.

Tipo	Frequenza	Potenza
Emittenti radio AM	500 ÷ 1600 kHz	1 ÷ 500 kW
Emittenti radio FM	88 ÷ 108 MHz	1 ÷ 12 kW
Emittenti TV	VHF I-II: 52.5 ÷ 88 MHz VHF III: 174 ÷ 223 MHz UHF IV: 470 ÷ 590 MHz UHF V: 614 ÷ 838 MHz	0.1 ÷ 1 kW
Stazioni RB (downlink)	TACS: 910 ÷ 950 MHz GSM: 925 ÷ 960 MHz DCS: 1805 ÷ 1880 MHz UMTS: 2110 ÷ 2170 MHz	30 ÷ 40 W

Tabella 4. Valori tipici di frequenza, di potenza in antenna per i vari sistemi di telecomunicazione

1.3.3.e Ponti radio

Sono sistemi ausiliari di trasmissione dei segnali utilizzati per moltissime applicazioni, come controllo impianti (ENEL, Telecom ecc.), trasmissione segnali dell'emittenza radiotelevisiva, attività dei servizi di soccorso ecc.

Le frequenze usate appartengono alle microonde e le potenze sono solitamente inferiori a 1 W. Le potenze irradiate dalle parabole trasmittenti sono particolarmente basse, in quanto sono utilizzati fasci estremamente direttivi di radiazione, diretti al centro delle parabole riceventi, queste ultime poste anche a parecchi chilometri di distanza. L'esigua potenza disponibile non è minimamente dispersa, non creano quindi condizioni di rischio per la popolazione delle aree limitrofe.

L'installazione di tralicci con parabole anche di grandi dimensioni (diametro di due metri o superiore), può comunque incontrare forti opposizioni da parte dei cittadini: tuttavia scrupolose valutazioni e rilevazioni strumentali non supportano in alcun modo i timori di rischi da campi elettromagnetici.

Figura 13. Ponti radio

1.3.3.f Comunicazioni satellitari

Le comunicazioni satellitari con basi a terra sono in continua espansione e ormai coprono una vasta gamma di attività. Le frequenze usate sono di parecchi GHz e i fasci irradiati sono direttivi verso i satelliti. L'irradiazione dei satelliti verso terra può ricadere in senso inverso su larghe aree della superficie terrestre.

Tra le applicazioni si ricordano i satelliti meteorologici, quelli per telecomunicazioni (radio e TV satellitari), per telefonia satellitare, militari, per lo studio dell'ambiente ecc. I valori di campo elettromagnetico non pongono problemi protezionistici in quanto l'irradiazione verso i satelliti è paragonabile a un ponte radio, mentre l'irradiazione verso terra è caratterizzata da campi elettromagnetici di piccola entità.

1.3.3.g Radar

Gli apparati radar sono impiegati per scopi militari, civili, meteorologici ecc., utilizzano campi elettromagnetici piuttosto complessi, con frequenze di parecchi GHz.

L'esame preventivo o le rilevazioni strumentali pongono problemi tecnici non indifferenti e richiedono strumentazione adeguata. Per l'esame di queste situazioni , è opportuno vengano attivati centri specializzati, ad esempio uno ogni regione, considerando la complessità delle situazioni espositive e l'esiguo numero di apparati che pongono problemi di esposizione per la popolazione.

CAPITOLO II. IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

PREMESSA

Il quadro normativo relativo ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici è nato e si sta articolando in un clima caratterizzato da particolare cautela e tensione. Infatti, la preoccupazione da parte della popolazione in merito agli effetti sulla salute dei campi elettromagnetici e, di contro, il costante processo di espansione del settore delle telecomunicazioni sono fattori che alimentano quotidianamente il dibattito socio-politico, oramai stabile da quasi dieci anni, che si tramuta in una costante evoluzione e variazione della normativa vigente soprattutto a livello nazionale e regionale, rispetto a quella comunitaria.

In tale senso, la nuova tendenza italiana nella predisposizione della normativa di settore, più attenta sul terreno della tutela rispetto all'approccio internazionale, è quella di tenere comunque in debito conto il rischio (principalmente rappresentato dalla generazione di malattie neoplastiche nei soggetti esposti) connesso con esposizioni prolungate nel tempo a livelli molto bassi, anche in assenza di una accertata connessione di causa-effetto tra esposizione e patologia. La scelta è quindi basata sul principio della "prudent avoidance", che afferma come sia prudente evitare o quanto meno ridurre per quanto possibile un'esposizione ad un agente esterno, in presenza di dubbi sulla sua innocuità.

2.1 LINEE GUIDA INTERNAZIONALI

2.1.1 GRANDEZZE E LIMITI

Le normative internazionali per la protezione della popolazione dalle esposizioni alle radiazioni non ionizzanti si basano su un'attenta valutazione della documentazione scientifica esistente, con particolare riguardo ai possibili effetti sanitari "acuti", e fissano livelli di esposizione che, se non superati, non comportano alcun effetto negativo immediato sulla salute degli individui esposti.

La definizione di tali livelli prevede due fasi distinte:

FASE 1) Considerando la transizione dall'effetto biologico al danno alla salute, si individuano i valori soglia delle grandezze di base al di sopra dei quali si manifestano effetti sanitari, cioè risposte acute sull'organismo (si veda Linee guida dell'I.C.N.I.R.P. – International Commission on Non Ionizing Radiation Protection – del 1998). Tali valori, detti 'limiti di base', sono misurabili direttamente sul corpo umano e dipendono dalla frequenza del campo elettromagnetico.

FASE 2) Si definiscono i 'livelli di riferimento' mediante grandezze radiometriche, quali il campo elettrico, magnetico e densità di potenza, che caratterizzano l'ambiente in cui avviene l'esposizione in assenza di soggetti esposti. Sono grandezze esterne al corpo umano e quindi facilmente misurabili con una strumentazione adeguata.

Ai limiti di base, ridotti di un fattore di sicurezza tipicamente pari a 50, si fanno corrispondere i valori del campo elettrico, magnetico e di densità di potenza esterni che, per le modalità di definizione, assumono praticamente il significato di limiti di esposizione per la prevenzione dagli effetti acuti.

Il non superamento di tali limiti di esposizione fornisce quindi la certezza che non sia oltrepassato il confine che separa l'effetto biologico dal danno acuto alla salute: in altre parole, il rispetto dei limiti di riferimento implica sempre quello dei limiti di base, mentre non è sempre vero il contrario.

Questo processo logico adottato dalla totalità delle organizzazioni scientifiche per individuare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici (detto razionale), è rappresentato schematicamente nella Figura 14.

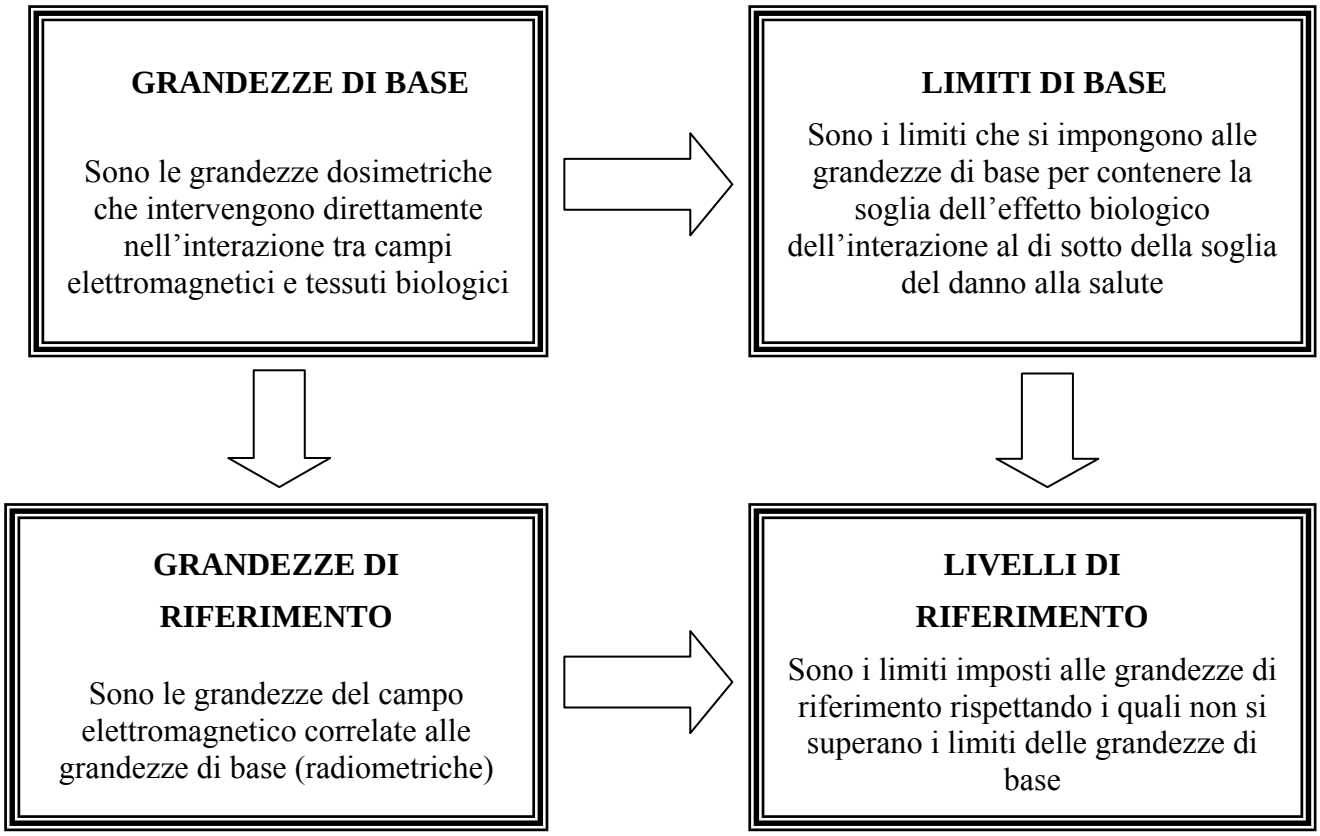


Figura 14. Schematizzazione del razionale per l'individuazione dei limiti di esposizione ai c.e.m.

E' necessario, infine, evidenziare che il problema dell'individuazione degli effetti dei campi elettromagnetici sulla salute è oggi ricondotto alla specificazione della classe di effetti cosiddetti "acuti" o a breve termine, per i quali le organizzazioni scientifiche internazionali concordemente hanno accertato la fondatezza; tuttavia, le attuali evidenze scientifiche non consentono ancora di verificare la sussistenza degli eventuali e possibili effetti a lungo termine.

2.1.2 LINEE GUIDA ICNIRP

Fino a pochi anni fa l'organizzazione che costituiva il principale riferimento mondiale era l'IRPA/INIRC (*International Radiation Protection Association/International Non Ionizing Radiation Committee)* che, fondata nel 1977, dopo anni di intensa attività è stata sciolta nel 1992 ed è stata sostituita dall'ICNIRP.

I *limiti primari* (o limiti di base), proposti dall'IRPA/INIRC, sono espressi in termini di Densità di Corrente Indotta che fluisce nel corpo umano, misurata in Ampére al metro quadrato (A/m^2), per i campi a frequenza compresa tra 1 Hz e 10 MHz, mentre per le frequenze superiori, da 10 MHz fino a 300 GHz, la grandezza fisica che meglio consente di esprimere i limiti primari è il SAR (*Specific Absorption Rate* - rateo di assorbimento specifico). Tale grandezza esprime la quantità di energia assorbita dalla massa unitaria corporea nell'unità di tempo e si misura in Watt al chilogrammo (W/kg).

L'ICNIRP, dopo aver analizzato la letteratura scientifica del settore e revisionato le linee guida pubblicate nel 1988 dall'IRPA/INIRC, ha emanato nel 1998 le linee guida sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 1Hz e 300 GHz (*Guidelines fo limiting of exposure to time-varying lectric, magnetic, and electromagnetic fields* up to 300 GHz).

I limiti proposti dall'ICNIRP sono basati su effetti acuti accertati sperimentalmente, come la stimolazione di muscoli e nervi periferici, scosse ed ustioni derivanti dal contatto con conduttori ed un aumento della temperatura dei tessuti dovuti all'assorbimento di energia.

L'ICNIRP ha adottato, per l'individuazione dei limiti di base, criteri scientifici diversi per i vari intervalli di frequenza, basati sui dati attualmente disponibili sugli effetti biologici e sanitari delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici dipendenti dal tempo.

La Tabella 5 mostra i limiti di base riferiti alla popolazione.

Intervallo di frequenza	**Densità di corrente (mA/m^2)**	**SAR mediato sul corpo intero (W/Kg)**	**SAR localizzato (capo e tronco) (W/Kg)**	**SAR localizzato (arti) (W/Kg)**	**Densità di potenza S (W/m^2)**
Fino a 1 Hz	8	-	-	-	-
1 – 4 Hz	8/f*	-	-	-	-
4 Hz – 1 kHz	2	-	-	-	-
1 –100 kHz	f/500	-	-	-	-
100 KHz - 10MHz	f/500	0.08	2	4	-
10 MHz - 10 GHz	-	0.08	2	4	-
10 – 300 GHz	-	-	-	-	10

Tabella 5. Limiti di base per la popolazione per campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (ICNIRP, 1998)
[* nella tabella con f è indicata la frequenza in kHz]

Nella Tabella 6 si riportano i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione per le varie tipologie d'esposizione. I livelli di riferimento sono stati definiti assumendo condizioni di massimo accoppiamento del campo con gli individui esposti, in modo da fornire il massimo grado di protezione.

Intervallo di frequenza	**Intensità del campo elettrico (V/m)**	**Intensità del campo magnetico (A/m)**	**Induzione magnetica (μT)**	**Densità di potenza dell'onda piana equivalente S_{eq} (W/m^2)**
Fino a 1Hz	-	$3{,}2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	-
1 – 8 Hz	10000	$3{,}2 \cdot 10^4/f^2$	$4 \cdot 10^4/f^2$	-

8 – 25 Hz	10000	4000/f	5000/f	-
0,025 – 0,8 Hz	250/f	4/f	5/f	-
0,8 – 3 kHz	250/f	5	6,25	-
3 – 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 – 1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	-
1 – 10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	-
10 – 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 – 2000 MHz	$1{,}375 \cdot f^{1/2}$	$0{,}003 \cdot f^{1/2}$	$0{,}0046 \cdot f^{1/2}$	f/200
2 – 300 GHz	61	0,16	0,20	10

Note

a) f come indicato nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.

b) Se i limiti di base sono rispettati e possono essere esclusi effetti avversi indiretti, i valori di intensità di campo possono essere superati.

c) Per frequenze comprese tra 100 kHz e 10 GHz, S_{eq}, E^2, H^2 e B^2 devono essere mediati su qualsiasi intervallo di 6 minuti.

d) Tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di picco per le intensità di campo sono ottenuti per mezzo di un fattore moltiplicativo ricavato per interpolazione dal fattore 1.5 a 100 kHz al fattore 32 a 10 MHz. Per frequenze superiori a 10 MHz si suggerisce che il valore di picco della densità di potenza dell'onda piana equivalente, mediato sulla durata dell'impulso, non ecceda più di 1000 volte i limiti su Seq, o che l'intensità di campo non ecceda più di 32 GHz, effetti di tipo uditivo attraverso espansione termoelastica sono limitati da questa procedura.

e) Per frequenze superiori a 10 GHz, S_{eq}, E^2, H^2 e B^2 devono essere mediati su qualsiasi intervallo temporale pari a $68/f^{1.05}$ minuti (f in GHz).

f) Nessun valore del campo elettrico è indicato per frequenze <1 Hz, trattandosi praticamente di campi elettrici statici. Per la maggior parte delle persone la fastidiosa percezione di cariche elettriche superficiali non si verifica ad intensità del campo inferiori a 25 kV/m. Scintille in grado di provocare stress o fastidio dovrebbero essere evitate.

Tabella 6. Livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (valori efficaci dei campi non perturbati) (ICNIRP 1998).

2.1.3 RACCOMANDAZIONE DEL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA

Il Consiglio dell'Unione Europea ha emanato una Raccomandazione agli Stati Membri (12 luglio 1999) per l'adozione di un quadro comune di normative, a partire da varie considerazioni fra le quali il diritto di tutti i cittadini di avere lo stesso livello di protezione e l'esistenza di normative diverse nei vari Stati, fonte di confusione e di sfiducia da parte dei cittadini verso la scienza e le autorità sanitarie.

In questo senso, dunque, il Consiglio raccomanda in particolare che le normative comuni:

- siano basate sui migliori dati scientifici disponibili;
- prevedano limiti di base e livelli di riferimento;
- siano conformi alle raccomandazioni dell'ICNIRP.

La raccomandazione è stata approvata dai Paesi dell'Unione con il solo voto contrario dell'Italia, dove si è scelto di adottare una politica di protezione basata su un approccio più cautelativo.

2.2 LA NORMATIVA ITALIANA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Come accennato nel paragrafo precedente in Italia, rispetto all'approccio europeo rivolto alla protezione dagli effetti acuti dei campi elettromagnetici, in attesa dei risultati della ricerca scientifica, sono state intraprese delle azioni a fronte di un rischio potenzialmente serio. Alla luce di ciò, per la scelta dei limiti non si prevedono grandezze dosimetriche, ma soltanto livelli di riferimento (ossia grandezze radiometriche), ed inoltre tali limiti vengono introdotti per la tutela della salute umana non solo nel breve termine, ma anche nel lungo termine. Infatti, sulla scorta del principio della "prudent avoidance", la nostra normativa definisce oltre che *limiti di esposizione* che tutelano dagli effetti sanitari accertati (effetti acuti), anche *valori di attenzione* da rispettare negli ambienti adibiti a permanenze prolungate, e *obiettivi di qualità* finalizzati alla ulteriore riduzione delle esposizioni secondo uno schema protezionistico riportato in figura 15.

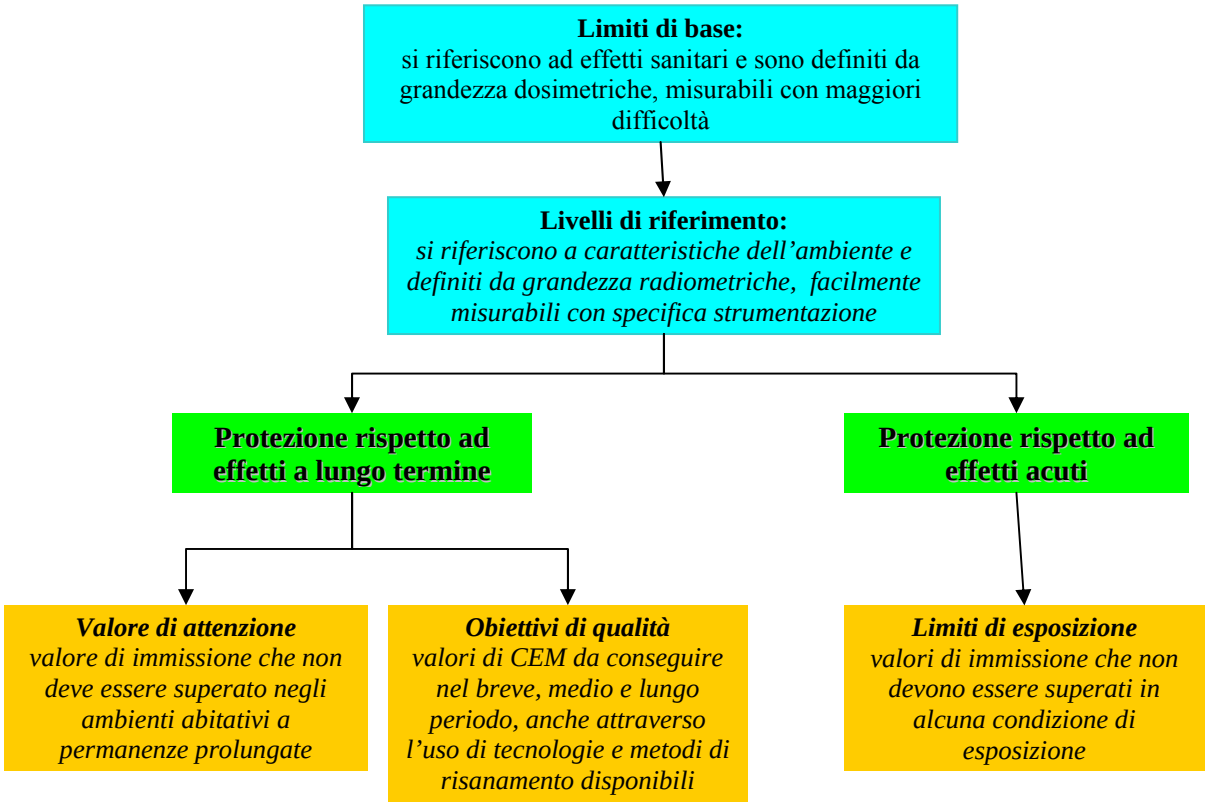


Figura 15. I limiti adottati nella normativa nazionale

In accordo con tale approccio nel corso degli anni sono state emanate diverse norme per cui lo scenario, allo stato attuale, è costituito da numerosi riferimenti di livello nazionale e regionale, che si riportano sintesi nella Figura 16.

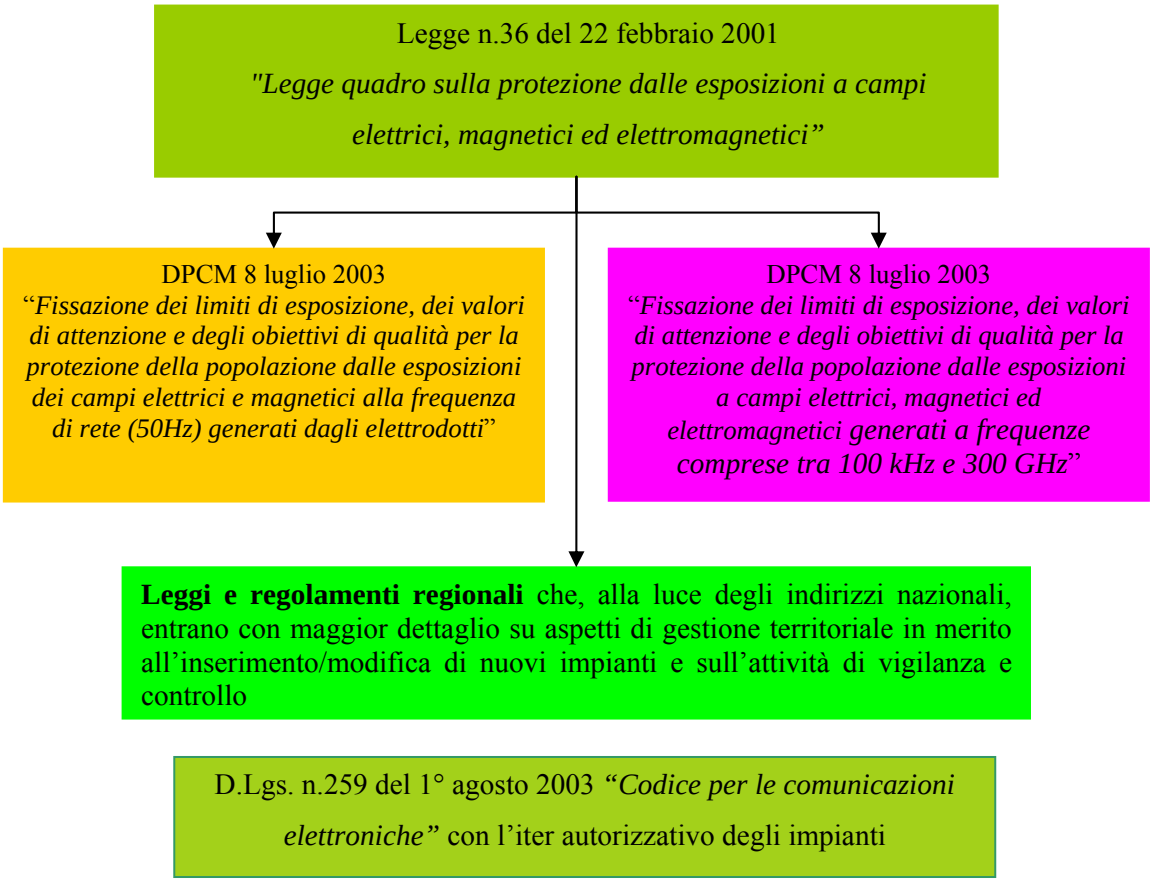


Figura 16. La normativa di settore vigente in Italia

2.2.1 LA LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

La "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*" (Legge n.36 del 22 febbraio 2001) detta i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute dei lavoratori e della popolazione dall'esposizione a campi elettromagnetici generati da qualsiasi tipo di impianto che operi con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz, nonché la tutela dell'ambiente e del paesaggio.

Con la legge vengono finalmente definiti o individuati tutti gli strumenti che possono consentire la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico nei nostri ambienti di vita: dagli atti normativi agli atti di pianificazione, dagli strumenti economici allo sviluppo di tecnologie, fino alle forme di educazione del cittadino.

In primo luogo, la legge attribuisce competenze allo Stato, alle Regioni, alle Province e ai Comuni, come di seguito presentato in sintesi.

Competenze dello Stato

- Fissare limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità
- Promuovere attività di ricerca e di sperimentazione;
- Coordinare la raccolta e la diffusione dei dati;
- Istituire il catasto nazionale delle sorgenti fisse e delle aree interessate dall'emissione delle stesse;
- Stabilire i criteri per l'attuazione dei piani di risanamento indicando tempi e priorità;
- Stabilire le metodologie di misurazione;
- Attivare accordi di programma con i titolari dei vari impianti al fine di sviluppare le migliori tecnologie possibili per minimizzare gli impatti sanitari e ambientali;
- Definire i tracciati degli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e determinare delle fasce di rispetto per tali infrastrutture che rappresentano un vincolo per eventuali sviluppi urbanistici;
- Stabilire una disciplina apposita per le autorizzazioni e l'esercizio di elettrodotti con tensione superiore a 150 kV;
- Istituire un Comitato interministeriale per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico che ha il compito di monitorare sugli adempimenti previsti dalla legge.

Competenze delle Regioni

- Emanare leggi regionali di recepimento della Legge quadro, anche per la definizione delle competenze di Province e Comuni;
- Localizzare l'emittenza radiotelevisiva;
- Fissare i criteri per l'installazione degli impianti per la telefonia cellulare che tengano conto oltre che della tutela della salute anche della tutela dell'ambiente e del paesaggio;
- Definire i tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV, determinando le rispettive fasce di rispetto;
- Fissare i criteri per il rilascio delle autorizzazioni alla installazione degli impianti di competenza regionale;
- Realizzare il catasto regionale in stretto coordinamento con quello nazionale;
- Individuare strumenti e azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità;
- Concorrere all'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti sulla salute, in particolare quelli a lungo termine, derivanti dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Altri due elementi fondamentali della legge sono le attività di controllo in materia di inquinamento elettromagnetico e le sanzioni. Per il primo punto è stabilito che le competenze in materia di controllo

e vigilanza sono delle Amministrazioni provinciali e comunali che le esercitano tramite le Agenzie Regionali per l'Ambiente (ARPA). In merito al quadro sanzionatorio sono previste sanzioni che vanno da 2 a 600 milioni per il non rispetto dei limiti, e da 2 a 200 milioni per il mancato rispetto delle norme di tutela dell'ambiente e del paesaggio; infine, è prevista la sospensione da 2 a 4 mesi, fino alla revoca in caso di recidiva, per inosservanza delle prescrizioni previste dall'autorizzazione, dalla concessione o dalla licenza per l'installazione e l'esercizio degli impianti.

2.2.2 DECRETI ATTUATIVI DELLA LEGGE QUADRO E I LIMITI DI ESPOSIZIONE

In applicazione della legge quadro sono stati emanati due decreti per la definizione dei valori limite di campo elettrico, magnetico e elettromagnetico generati rispettivamente dagli elettrodotti e dalle sorgenti a radiofrequenza. Tali decreti non comprendono le esposizioni del personale sui luoghi di lavoro.

I suddetti decreti sono:

1. il **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 dei campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti*", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana il 28 agosto 2003, in base al quale è stato definito il regime di limiti normativi da rispettare connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.
2. il **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*", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana il 29 agosto 2003, in base al quale è stato definito il regime di limiti normativi da rispettare per le emissioni a radiofrequenza, escluse le sorgenti pulsate quali i radar.

2.2.2.a Elettrodotti

Si presentano in forma schematica i limiti introdotti dalla normativa vigente per gli elettrodotti.

Limiti di esposizione (valori efficaci)		**Valore di attenzione *** (mediana dei valori di Campo Magnetico nell'arco delle 24 h nelle normali condizioni di esercizio)	**Obiettivo di qualità **** (mediana dei valori nell'arco delle 24 h nelle normali condizioni di esercizio)
Campo Magnetico	Campo Elettrico		
100 µT	**5 kV/m**	**10 µT**	**3 µT**

** limiti validi nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere*

*** limite da considerare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio*

Tabella 7. Limiti per i campi elettrico e magnetico generati dagli elettrodotti (DPCM 8 luglio 2003)

Ulteriore parametro da rispettare in caso di nuove realizzazioni, sono le *fasce di rispetto*, ossia quelle porzioni di territorio in prossimità di un elettrodotto, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una

permanenza non inferiore a quattro ore. Allo stato attuale, tuttavia, l'ampiezza di tali fasce è stata definita solo provvisoriamente sul territorio nazionale, in assenza ancora di una metodologia di calcolo ufficiale da emanarsi con decreto del Ministero dell'Ambiente.

2.2.2.b Sorgenti a radiofrequenza

Di seguito si presentano in forma schematica i limiti introdotti dalla normativa vigente per le sorgenti a radiofrequenza.

Limiti di esposizione	**Intensità di campo elettrico E (V/m)**	**Intensità di campo magnetico H (A/m)**	**Densità di Potenza D (W/m^2)**
0,1 <f≤3 MHz	60	0,2	-
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,1	4

Tabella 8. Limiti di esposizione

Valori di attenzione*	**Intensità di campo elettrico E (V/m)**	**Intensità di campo magnetico H (A/m)**	**Densità di Potenza D (W/m^2)**
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz < f ≤ 300 GHz)
** valido all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari*			

Tabella 9. Valori di attenzione

Obiettivo di qualità**	**Intensità di campo elettrico E (V/m)**	**Intensità di campo magnetico H (A/m)**	**Densità di Potenza D (W/m^2)**
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz < f ≤ 300 GHz)
*** all'aperto nelle aree intensamente frequentate, per le quali si intendono anche superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi*			

Tabella 10. Obiettivo di qualità

2.2.3 AUTORIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI COMUNICAZIONE

Il *"Codice per le comunicazioni elettroniche"* (D.Lgs. n.259 del 1° agosto 2003) detta disposizioni in materia di:

a) reti e servizi di comunicazione elettronica ad uso pubblico, ivi comprese le reti utilizzate per la diffusione circolare di programmi sonori e televisivi e le reti della televisione via cavo;

b) attività di comunicazione elettronica ad uso privato;

c) tutela degli impianti sottomarini di comunicazione elettronica;

d) servizi radioelettrici.

Per quanto attiene l'aspetto di tutela ambientale e sanitaria, il Codice delle Comunicazioni – art. 87 – definisce i procedimenti autorizzatori relativi all'istallazione di infrastrutture di comunicazione

elettronica per impianti radioelettrici intesi come torri, tralicci, impianti radio-trasmittenti, ripetitori di servizi di comunicazione elettronica, stazioni radio base per reti di comunicazioni elettroniche mobili GSM/UMTS, per reti di diffusione, distribuzione e contribuzione dedicate alla televisione digitale terrestre, per reti a radiofrequenza dedicate alle emergenze sanitarie ed alla protezione civile, nonché per reti radio a larga banda punto-multipunto nelle bande di frequenza all'uopo assegnate.

Nel seguito si mostrano gli elementi principali del procedimento autorizzatorio.

ENTE COMPETENTE AL RILASCIO DELL'AUTORIZZAZIONE

L'installazione di infrastrutture per impianti radioelettrici e la modifica delle caratteristiche di emissione di questi ultimi è **autorizzata dagli Enti locali.**

DOCUMENTAZIONE TECNICA

L'istanza di autorizzazione alla installazione di infrastrutture deve essere corredata di documentazione tecnica atta a comprovare il rispetto dei limiti, attraverso l'utilizzo di modelli predittivi conformi alle prescrizioni della CEI in conformità con quanto indicato nell'allegato 13.

Nel caso di installazione di **impianti con potenza** in singola antenna uguale od **inferiore ai 20 Watt** (tecnologia UMTS), fermo restando il rispetto dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità sopra indicati, è sufficiente la denuncia di inizio attività **(DIA)** presentata secondo modelli specifici.

PARERE TECNICO PREVENTIVO

ARPA, ricevuta la documentazione tecnica, deve trasmettere all'Ente locale competente, entro 30 giorni dalla richiesta **un parere tecnico preventivo** in merito alla compatibilità del progetto con i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, stabiliti uniformemente a livello nazionale.

CONFERENZA DI SERVIZI

(Nel **caso di motivato dissenso** di una Amministrazione che deve pronunciarsi entro 30 giorni dalla prima convocazione della Conferenza)

L'approvazione, adottata a maggioranza dei presenti, sostituisce ad ogni effetto gli atti di competenza delle singole Amministrazioni e vale come dichiarazione di pubblica utilità, indifferibilità ed urgenza dei lavori (informazione tempestiva della convocazione e dell'esito della conferenza al Ministero).
Qualora il motivato dissenso, a fronte di una decisione positiva assunta dalla Conferenza, sia espresso da un'Amministrazione preposta alla tutela ambientale, alla tutela della salute o alla tutela del patrimonio storico-artistico, la decisione è rimessa al Consiglio dei Ministri.

SILENZIO-ASSENSO

Se entro **90 giorni** dalla presentazione del progetto e della relativa domanda non sia stato comunicato un provvedimento di diniego, vige il **silenzio-assenso**.

2.3 LA NORMATIVA REGIONALE

La Regione Lazio sta provvedendo alla regolamentazione della materia mediante una "*Norma concernente gli impianti radioelettrici con frequenza di trasmissione fino a 300 Ghz e gli elettrodotti*", che – nel rispetto del principio di precauzione sancito dall'articolo 174 del Trattato istitutivo della Comunità Europea, dei principi fondamentali stabiliti dalla Legge quadro, della normativa statale concernente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, nonché del Codice delle comunicazioni elettroniche – detta norme finalizzate a salvaguardare l'ambiente e il paesaggio e a tutelare la salute della popolazione dalla esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, nonché a garantire il corretto insediamento urbanistico territoriale degli impianti radioelettrici e degli elettrodotti.

Con tale norma si intendono disciplinare in particolare:

a) i criteri localizzativi, gli standard urbanistici le prescrizioni per l'insediamento degli impianti radioelettrici e degli elettrodotti;
b) l'esercizio delle funzioni relative all'individuazione dei siti di trasmissione e degli impianti radioelettrici;
c) le modalità per il rilascio delle autorizzazioni per la realizzazione degli impianti radioelettrici;
d) le modalità di definizione dei tracciati degli elettrodotti;
e) le modalità di definizione dei piani di risanamento degli impianti radioelettrici e degli elettrodotti esistenti;
f) la realizzazione e la gestione del catasto regionale delle sorgenti di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
g) le modalità di promozione della ricerca e della divulgazione delle conoscenze scientifiche in materia di inquinamento elettromagnetico.

Tale norma ad oggi risulta ancora in bozza <u>in attesa di approvazione del Consiglio Regionale</u>.

CAPITOLO III. LE SORGENTI DI C.E.M. SUL TERRITORIO REGIONALE

PREMESSA

Come visto nel capitolo precedente, nel nostro ambiente di vita al campo elettromagnetico naturale si sovrappongono emissioni generate da sorgenti artificiali, quali impianti di teleradiocomunicazione, linee per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica, elettrodomestici, macchinari di vario genere (forni, elettrosaldatrici, etc.), le cui radiazioni hanno intensità che talvolta sovrastano enormemente quelle naturali e che possono costituire un rischio per la salute dell'uomo, in relazione ad alcune caratteristiche della sorgente emittente come: potenza, direttività, frequenza della radiazione emessa, collocazione della sorgente rispetto ai soggetti esposti.

In questa sede, visto l'obiettivo di fornire una informazione chiara e completa alla popolazione ed a tutti i soggetti interessati, si forniranno in sintesi i dati inerenti le sorgenti di emissione di c.e.m. dei quali oggi dispongono Regione Lazio e Arpalazio, suddividendole in sorgenti che generano campi a *bassa frequenza* (elettrodotti, centrali elettriche, cabine primarie e secondarie, stazioni elettriche) e campi ad *alta frequenza* (stazioni radio base, emittenti radio-televisive, ponti radio, radar).

3.1 SORGENTI A BASSA FREQUENZA

Le sorgenti a bassa frequenza di maggior interesse dal punto di vista dei rischi connessi all'esposizione della popolazione sono costituite dalle linee ad altissima e ad alta tensione utilizzate per il trasporto e la distribuzione di energia elettrica e dagli elettrodomestici. Tuttavia, mentre le linee ad alta ed altissima tensione possono essere la causa di elevati livelli di esposizione uniformi e prolungati, l'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati da alcuni elettrodomestici, anche in ragione della distanza tra sorgente e soggetti esposti, è generalmente non uniforme nelle diversi parti del corpo e quasi sempre di breve durata, così da non rappresentare un significativo rischio espositivo.

Per questo motivo, si riporta di seguito un dato di sintesi delle linee elettriche ENEL dislocate sul territorio regionale (Figura 17), differenziate per tensione – dato che l'intensità del campo elettrico aumenta con l'aumento della tensione della linea – e rapportate alla superficie del Lazio.

Per comprenderne l'utilizzo e la presenza sul territorio, si consideri che le linee elettriche sono classificabili in funzione della tensione di esercizio come:

- linee ad altissima tensione (380 kV), per il trasporto dell'energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV), per la distribuzione dell'energia elettrica – le grandi utenze (industrie con elevati consumi) possono avere direttamente la fornitura alla tensione di 132KV;
- linee a media tensione (generalmente 15 kV), per la fornitura ad industrie, centri commerciali, grandi condomini ecc.;
- linee a bassa tensione (220-380 V), per la fornitura alle piccole utenze, come le singole abitazioni.

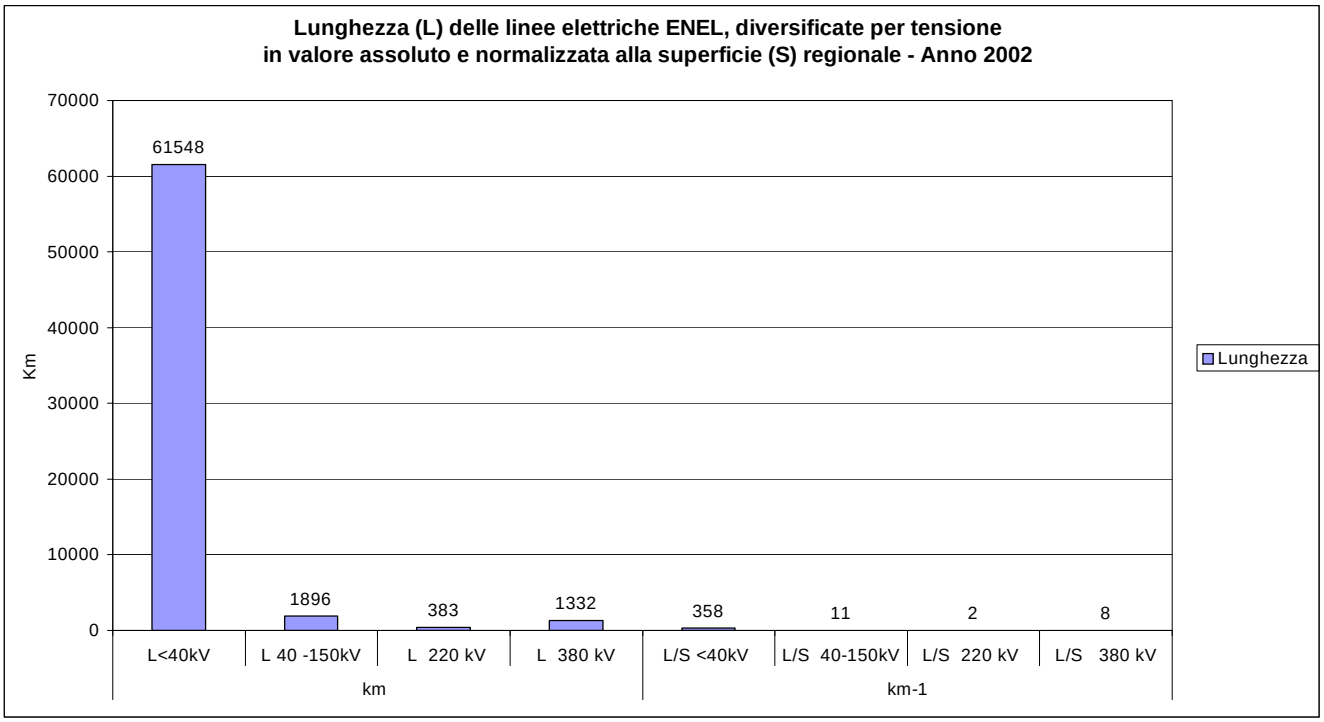


Figura 17. Lunghezza di linee elettriche sul territorio regionale in valore assoluto e diversificate per tensione (km) e Lunghezza delle linee elettriche normalizzata alla superficie regionale e diversificate per tensione (km-1, cioè km di linea per 100 km^2 di territorio). Fonte: APAT/CTN_AGF su dati di ENEL Terna, ENEL Distribuzione, DEVAL S.p.A., ISTAT.

Per avere un quadro generale, sul territorio laziale le linee elettriche si estendono per 65.159 km (il 5,9% del totale nazionale), per una densità di 378 km di linee elettriche ogni 100 km^2 di superficie, lievemente superiore a quella media nazionale (365,1).

Analizzando la Tabella 11 si nota, come nel resto d'Italia, che le linee a media e bassa tensione (< 40 kW) sono quelle più sviluppate, costituendo il 94,5% dell'intera rete elettrica regionale.

	L/S <40kV	L/S 40 -150kV	L/S 220 kV	L/S 380 kV	**Totale**
Lazio	357,3	11,0	2,2	7,7	**378,2**
Italia	346,0	12,5	3,2	3,3	**365,1**

Tabella 11. Confronto tra densità delle linee elettriche regionale e nazionale.
Fonte: APAT/CTN_AGF su dati di ENEL Terna, ENEL Distribuzione, DEVAL S.p.A., ISTAT.

3.2 SORGENTI AD ALTA FREQUENZA

I campi elettromagnetici ad alta frequenza (cioè a radiofrequenze e microonde) sono legati soprattutto alla presenza di impianti dedicati alle radiotelecomunicazioni, come i ripetitori radio, radiotelevisivi, e impianti per la telefonia cellulare.

Gli impianti per la diffusione radiofonica e radiotelevisiva (RT), più potenti, sono in genere collocati in aree non urbanizzate (e in altura), mentre le stazioni radio base (SRB) per la telefonia cellulare sono molto diffuse in ambiente urbano. Quest'ultime, tuttavia danno luogo ad un'esposizione meno significativa di quella dovuta ad impianti per la diffusione radiofonica e

radiotelevisiva in quanto hanno una potenza in antenna molto più bassa ed una emissione molto più direzionata. L'Italia può essere rappresentato come un Paese a rischio, dal momento che presenta più di 60.000 impianti dedicati alle radiotelecomunicazioni (le stazioni radio base non sono state complessivamente censite) su tutto il territorio, un numero maggiore della media degli altri Paesi europei. Tale dato, tuttavia deve essere considerato anche alla luce della particolare orografia del territorio italiano che impone un notevole frazionamento del numero degli impianti emittenti al fine di garantire la copertura del segnale e quindi il servizio sull'intero paese.

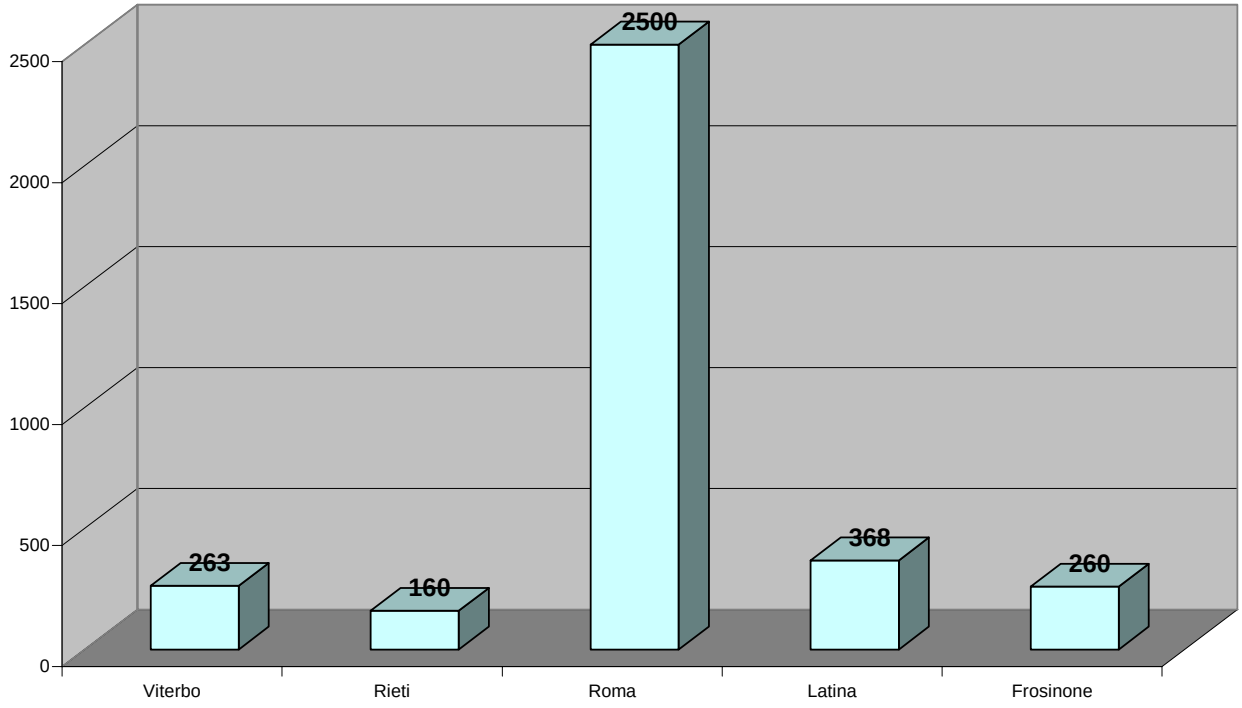
Per offrire un quadro sintetico e significativo, vale specificare che oggi nel Lazio si dispone dei dati relativi alle SRB per la telefonia mobile, opportunamente raccolti allo stato attuale dall'Agenzia stessa; mentre per gli impianti RTV non esiste ad oggi un catasto o archivio informatizzato, che costituisce in effetti uno degli obiettivi primari della legge regionale in fase di approvazione e dei recenti ambiti di collaborazione tra Regione Lazio, Arpalazio e Ispettorato Regionale del Ministero delle Comunicazioni.

Provincia	**N° impianti**
Frosinone	260
Latina	368
Rieti	160
Roma	2.500
Viterbo	263
LAZIO	**3.551**

Tabella 12 Numero impianti SRB al 31.07.2007 (fonte: Ministero delle comunicazioni).

Dalla precedente tabella appare evidente come nella provincia di Roma sia presente un numero di SRB notevolmente superiore al resto della Regione.

Figura 18: Impianti SRB per provincia al 31.07.2007



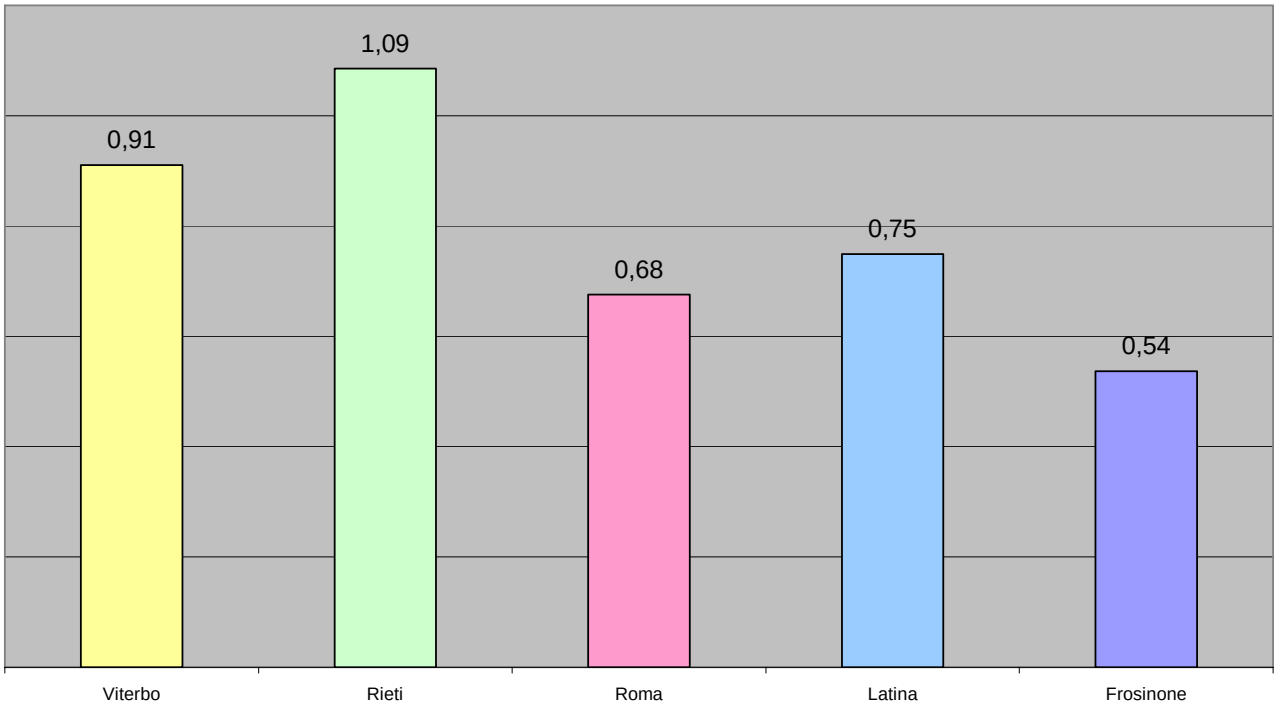
Province	Popolazione residente	Superficie (kmq)	Densità (ab/kmq)
Viterbo	288.783	**3.612**	**80**
Rieti	147.410	**2.749**	**54**
Roma	3.700.424	**5.352**	**691**
Latina	491.230	**2.251**	**218**
Frosinone	484.566	**3.264**	**148**
Lazio	**5.112.413**	**17.228**	**297**

Tabella 12A: Dati ISTAT censimento 2001

Province	Num. SRB	SRB ogni 1.000 abitanti	Numero SRB/superficie
Viterbo	263	0,91	0,07
Rieti	160	1,09	0,06
Roma	2500	0,68	0,47
Latina	368	0,75	0,16
Frosinone	260	0,54	0,08
Lazio	**3551**	**0,69**	**0,21**

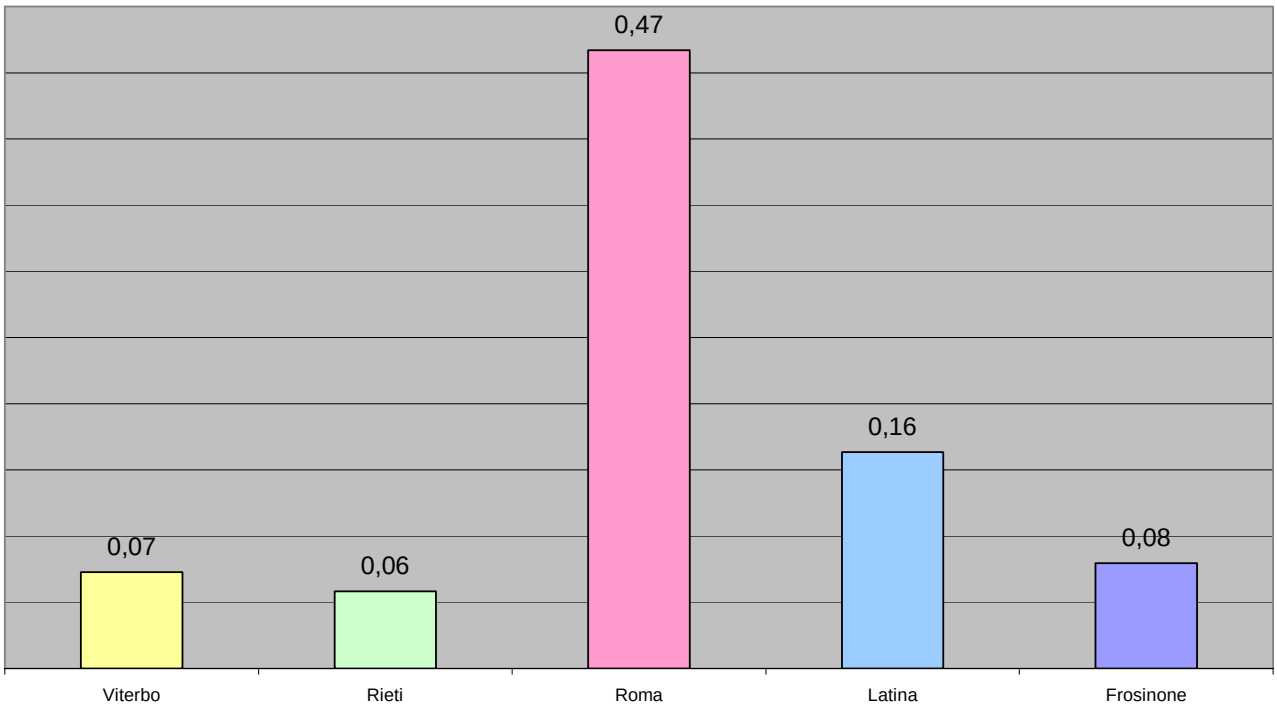
Tabella 12B: Distribuzione SRB sul territorio

Figura 19: Numero SRB ogni 1.000 abitanti



Analizzando il dato del numero di SRB ogni 1.000 abitanti non si evidenziano significative differenze tra le diverse province, mentre analizzando il numero di SRB in rapporto alla estensione territoriale emerge una significativa differenza tra Roma e le altre province.

Figura 20: Numero SRB per Kmq



CAPITOLO IV. IL CONTROLLO NELLA REGIONE LAZIO

PREMESSA

In questo scenario legislativo e territoriale, l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio svolge un ruolo determinante di protezione dai campi elettromagnetici, svolgendo compiti di controllo sulle sorgenti di campi elettromagnetici presenti sul territorio e di valutazione preventiva per gli impianti non ancora esistenti.

Nel paragrafo si mostreranno in breve le attività dell'Agenzia in materia di campi elettromagnetici e si presenterà un quadro dei livelli di esposizione rilevati ad oggi sul territorio regionale.

4.1 IL RUOLO DI ARPALAZIO

L'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio è stata istituita con legge regionale del 6 ottobre 1998, n. 45 come ente strumentale della Regione, le attività svolte dall'ARPA consistono, in particolare, in:

a) attività di vigilanza, di controllo ed accertamento tecnico attraverso sopralluoghi, ispezioni, campionamenti, misure, analisi di laboratorio, acquisizione di documentazioni ed altre forme, anche su segnalazione di altri enti ed istituzioni, cittadini singoli ed associati, con specifico riguardo a:

1) le condizioni ambientali, le fonti e le cause di inquinamento acustico, dell'aria, delle acque, del suolo e del sottosuolo, i rischi biologici, chimici e fisici per l'ambiente;

2) l'uso pacifico dell'energia nucleare e la protezione dell'ambiente dalle radiazioni e dai campi elettromagnetici;

3) gli interventi per la tutela, il risanamento, il recupero dell'ambiente;

4) il rispetto delle norme vigenti in materia di tutela ambientale;

b) attività di consulenza, ricerca ed assistenza tecnico-scientifica a favore della Regione, degli enti locali e degli enti gestori delle aree naturali protette relativamente all'esercizio delle rispettive competenze istituzionali in materia ambientale, tra le quali:

1) verifica della congruità e dell'efficacia tecnica della normativa in materia ambientale;

2) formulazione di pareri e proposte relativi ai criteri per la definizione degli standard di qualità dell'aria, delle risorse idriche e del suolo e dei limiti di accettabilità delle sostanze inquinanti;

3) supporto tecnico-progettuale per la pianificazione degli interventi ambientali di area vasta di competenza regionale e per la predisposizione dei piani e progetti ambientali di competenza degli enti locali;

4) supporto tecnico-scientifico per la valutazione di impatto ambientale e per le istruttorie relative all'approvazione di progetti ed al rilascio di autorizzazioni in materia di smaltimento e recupero dei rifiuti, trattamento delle acque reflue, scarichi nelle acque superficiali e sotterranee e sul suolo, emissioni in atmosfera, risparmio energetico ed uso razionale dell'energia, inquinamento acustico, rischio da amianto, radiazioni ionizzanti e campi elettromagnetici;

5) supporto tecnico-scientifico per la valutazione e la prevenzione del rischio di incidenti rilevanti connessi ad attività produttive di cui al decreto del Presidente della Repubblica 17 maggio 1988, n. 175, e successive modificazioni;

6) supporto tecnico-scientifico per l'adozione delle azioni di risarcimento del danno ambientale;

c) attività di supporto tecnico-analitico per i dipartimenti di prevenzione delle aziende USL, ad eccezione delle specifiche attività demandate ad altri enti ed istituti da leggi regionali o nazionali;

c bis) verifiche, controlli e collaudi impiantistici, anche su richiesta dei soggetti pubblici e privati interessati, già di competenza dei dipartimenti di prevenzione delle aziende USL;

d) attività informativa sullo stato dell'ambiente mediante comunicazione di dati al sistema informativo regionale per l'ambiente (SIRA);

e) promozione di iniziative di ricerca di base ed applicata sulle forme di tutela degli ecosistemi, sui fenomeni, cause e rischi dell'inquinamento, sulle applicazioni del marchio CE di qualità ecologica e del sistema di ecogestione e audit, nonché promozione di iniziative di ricerca, assistenza tecnico-scientifica, consulenza e verifica per la diffusione nelle industrie di tecnologie ecologicamente compatibili, di prodotti e sistemi di produzione a ridotto impatto ambientale;

f) cooperazione a livello tecnico e scientifico con l'agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente ed altri enti ed istituzioni di ricerca del settore;

g) collaborazione con l'osservatorio epidemiologico regionale del Lazio (…);

h) collaborazione, nei casi di emergenza, con gli organi competenti per gli interventi di protezione civile ivi comprese le attività antincendio;

i) cooperazione in programmi di ricerca nazionali e comunitari nelle materie di competenza;

l) gestione della sezione regionale del catasto dei rifiuti di cui all'articolo 11 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 e successive modifiche, in collegamento con la sezione nazionale del catasto stesso.

m) promozione delle attività di educazione e di informazione ambientale dei cittadini;

n) promozione delle attività di formazione, informazione ed aggiornamento professionale degli operatori nel settore ambientale.

In generale, l'attività di ARPA nel campo delle radiazioni non ionizzanti si riconduce a:

1. *valutazioni preventive* ai fini autorizzativi degli per impianti radiotelevisivi, stazioni radio base per telefonia cellulare;
2. *accertamento della conformità dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici attraverso rilievi strumentali*
3. *monitoraggio ambientale* ai fini conoscitivi con campagne mirate, controlli su singoli impianti, misure di fondo;
4. *standardizzazione di procedure* per il rilascio di pareri e per misure in campo;
5. *supporto alla Regione nella stesura di leggi regionali*, circolari applicative, linee guida;
6. *formazione / informazione* rivolta alla popolazione e ad operatori tecnici del settore;
7. sviluppo di *nuove metodologie di controllo.*

4.2 LE ATTIVITA' DI CONTROLLO

5.1.1 LE TIPOLOGIE DI CONTROLLO E IL RISANAMENTO

Le attività di controllo di ARPA nel settore dei campi elettromagnetici sono destinate alle sorgenti di bassa e alta frequenza, potendo distinguersi in due tipologie di controlli:

- *Controlli preventivi* – consentono di determinare i livelli di campo elettromagnetico presenti sul territorio prima della realizzazione di altri impianti, permettendo una valutazione più affidabile e cautelativa dell'impatto risultante dalla presenza di nuove sorgenti. Tali controlli vengono quasi esclusivamente effettuati nell'ambito del procedimento autorizzatorio per l'installazione di nuovi impianti, che si conclude con il rilascio del relativo parere tecnico preventivo da parte di ARPA.

- *Controlli ispettivi* – consentono di determinare i livelli di campo elettromagnetico presenti sul territorio in assenza di una valutazione o pianificazione preventiva, dunque mirano a rilevare lo stato elettromagnetico di un sito sia per motivi conoscitivi sia per verificare la conformità alle direttive progettuali ed alle norme vigenti degli impianti esistenti. Tali controlli vengono effettuati su richiesta di Enti locali, Autorità giudiziarie e Forze dell'ordine, associazioni, rappresentanze civiche e cittadini, nonché su iniziativa dell'Agenzia, al fine di valutare la situazione espositiva nel complesso di un dato territorio.

Nel caso l'Agenzia rilevi in un dato sito – mediante una tecnica di misura detta 'a banda larga' – dei livelli di esposizione superiori ai limiti previsti dalle norme di settore, viene attivata una procedura tesa ad accertare il superamento dei limiti e contestualmente a determinare l'impianto/i responsabile/i del superamento – utilizzando una tecnica di misura detta 'a banda stretta. Successivamente, si avvia una procedura di 'riduzione a conformità' delle emissioni.

Questa procedura prevede in ordine le seguenti fasi:

1. ARPA comunica alla Regione ed al CORECOM la rilevazione di non conformità per un impianto specifico;
2. la Regione apre una procedura di 'riduzione a conformità' verso il proprietario dell'impianto, determinando l'intervento necessario affinché l'impianto si riconduca nei termini di legge;

3. il proprietario dell'impianto effettua il risanamento richiesto dalla Regione e ne dà comunicazione;
4. ARPA effettua un controllo per accertare la riconduzione ai termini di legge dell'impianto in esame.

5.1.2 LE ATTIVITÀ SVOLTE NEL PERIODO 2001-2006

Le indagini sono state svolte sia in risposta ad esigenze specifiche, spesso dettate da richieste di privati cittadini che sentono la necessità di conoscere l'entità dei campi elettromagnetici in prossimità di una data antenna o di un tratto di elettrodotto, sia allo scopo di valutare la situazione espositiva nel complesso di un dato territorio.

Di pari passo crescono le richieste di pareri tecnici preventivi da parte dei gestori delle reti di telefonia mobile sull'installazione di nuovi apparati, così come dettato dalla vigente normativa.

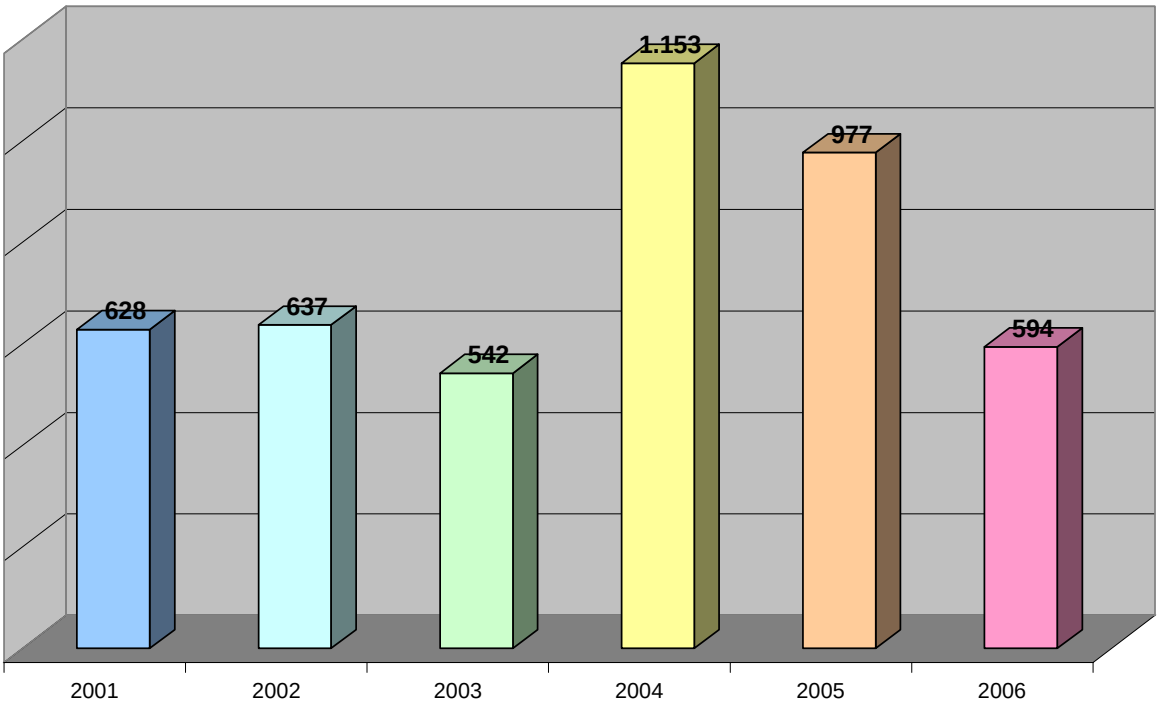
Nella tabella 13 sono riportati il numero totale di interventi di controllo preventivo (pareri a fini autorizzativi) ed ispettivo (sopralluoghi e ispezioni) effettuati nella regione Lazio dal 2001 al 2006.

	2001		**2002**		**2003**		**2004**		**2005**		**2006**	
Provincia	**Pareri**	**Controlli**	**Pareri**	**Controlli**	**Pareri**	**Controlli**	**Pareri**	**Controlli**	**Pareri**	**Controlli**	**Pareri**	**Controlli**
RM	392	222	368	219	259	311	770	250	490	437	129	162
LT	80	70	81	81	115	154	88	170	148	30	142	80
FR	88	56	86	86	58	120	136	220	219	666	227	446
VT	55	47	82	85	87	16	121	26	97	95	64	63
RI	13	14	20	20	23	17	38	40	23	69	32	65
Totale	**628**	**409**	**637**	**491**	**542**	**618**	**1.153**	**706**	**977**	**1297**	**594**	**816**

Tabella 13: controlli sui CEM nella REGIONE LAZIO

In figura 21 sono riportati gli interventi di controllo preventivo eseguiti negli anni 2001-2006.

Figura 21: Distribuzione dei pareri preventivi rilasciati dal 2001 al 2006



Nella figura 22 vengono riportati gli interventi di controllo ispettivo effettuati nel periodo 2001-2006.

Figura 22: Distribuzione dell'attività di controllo sul territorio effettuata dal 2001 al 2006

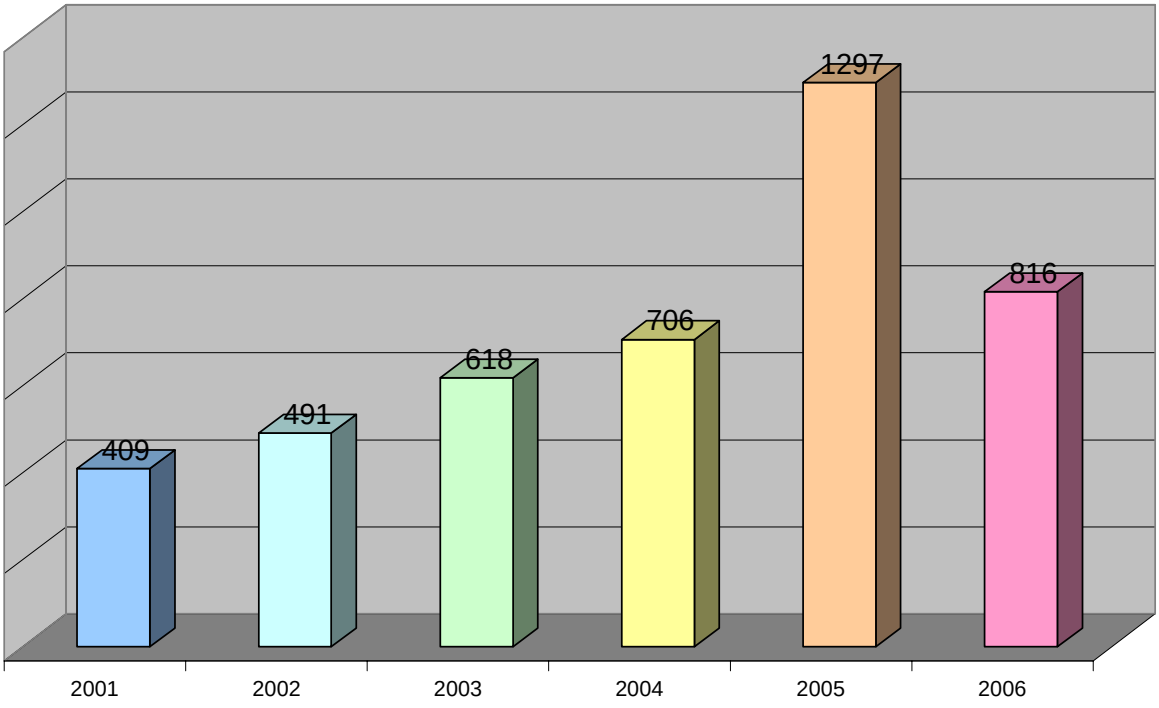
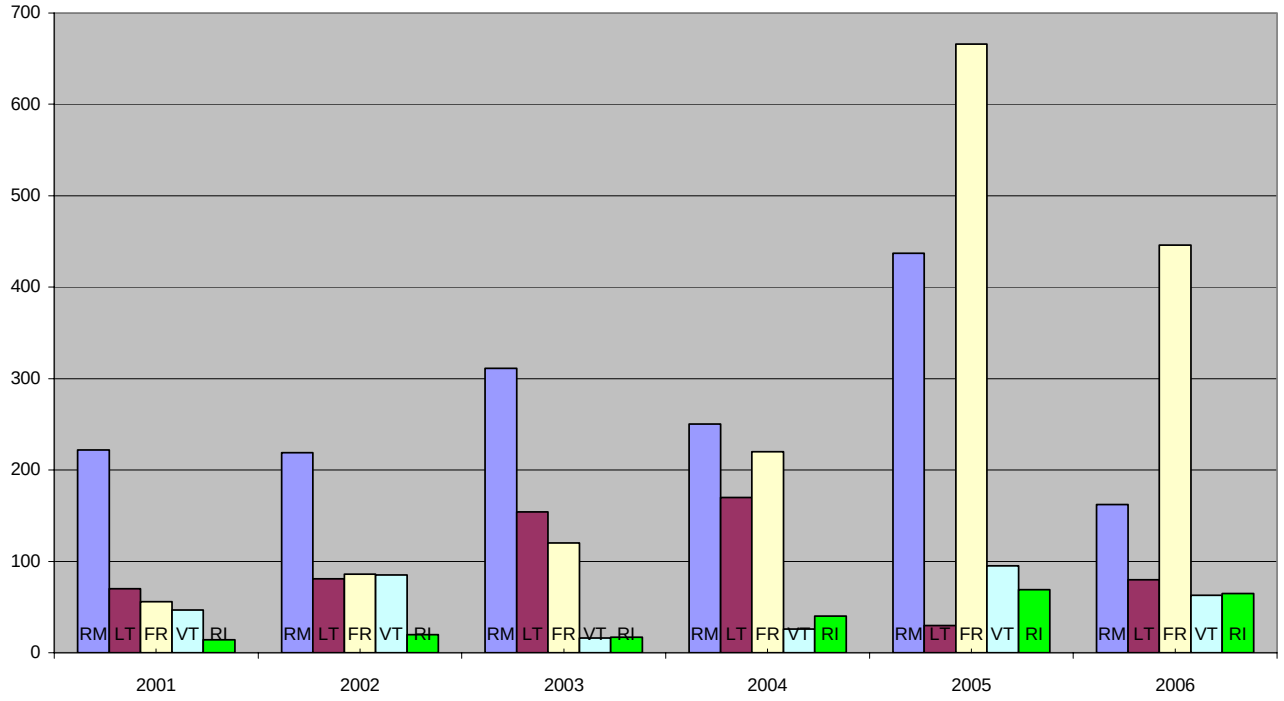


Figura 23: Distribuzione dei controlli per provincia



I dati testimoniano un'intensa attività di controllo. L'aumentata sensibilità delle autorità locali rispetto a problematiche legate ai campi elettromagnetici, nonché la costante preoccupazione della popolazione allarmata dalla crescente presenza di impianti di telecomunicazioni all'interno del tessuto urbano, hanno fatto in modo che il numero di interventi in questo campo sia costantemente aumentato dal 2001 al 2005.

CAPITOLO V. IL MONITORAGGIO DELLE SORGENTI A RADIOFREQUENZA

5.2 LA DOMANDA DEL TERRITORIO

Negli ultimi anni il tema dei campi elettromagnetici (c.e.m.) è stato visto dall'opinione pubblica come uno dei principali problemi ambientali e sanitari del Paese ed in particolare della regione Lazio, generando quindi una sensibilità specifica particolarmente forte e diffusa.

Certamente l'incremento sostanziale del numero di impianti installati sul territorio, specialmente relativo alle alte frequenze con gli impianti per la telefonia cellulare che vanno moltiplicandosi per garantire un servizio agli utenti sempre più efficace ed economico (si pensi allo sviluppo del sistema UMTS), ha contribuito ad acuire tale sensibilità, aprendo poi l'attenzione sulle altre fonti di esposizione ai c.e.m. preesistenti, quali gli impianti per la diffusione radiofonica e radiotelevisiva, gli elettrodomestici e gli impianti per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica.

A tal proposito, dunque, si individua di recente una crescente domanda di informazione sul tema specifico a vario titolo, cioè non solo da parte della cittadinanza e delle sue rappresentanze (comitati e rappresentanze civili, associazioni ambientaliste, etc.), ma pure dagli enti locali, dal sistema imprenditoriale, dalle istituzioni scientifiche e sanitarie.

Elementi utili emergono dall'esperienza dell'Agenzia e dai risultati di alcune indagini d'opinione (svolte dall'Agenzia nel triennio 2002-2004), fra le quali appare significativo sottolineare il punto di vista degli operatori del settore e della popolazione, espressi di seguito in sintesi:

- gli operatori del settore nel 2002 (circa 120 intervistati, specie pubbliche amministrazioni e imprese) non avevano individuato nell'esposizione ai c.e.m. una delle criticità principali del Lazio. Mentre in uno studio successivo (2004), emergeva un chiaro aumento del fenomeno segnalato dai Comuni (specie Roma e alcuni Comuni nel frusinate), sia perché aggravati dai procedimenti tecnico-amministrativi per le autorizzazioni all'installazione di impianti, sia perché i cittadini appaiono piuttosto sensibili al loro incremento sul territorio;
- la popolazione regionale (come conferma l'indagine telefonica del 2004 su 2.500 adulti residenti) si presenta mediamente preoccupata per l'inquinamento elettromagnetico dell'ambiente in cui vivono (32% degli intervistati, in particolare nella provincia di Roma). A ciò si accompagna un buon interesse al tema e, nel contempo, un riconoscimento dello scarso livello di informazione, al di là delle notizie fornite dalla stampa e dalla televisione di natura prevalentemente allarmistica, con una crescente richiesta di informazioni e controlli a garanzia della salute.

5.3 DAL CONTROLLO AL MONITORAGGIO

A questa domanda crescente di controllo e di informazioni, come visto, l'Agenzia ha risposto nel tempo incrementando la quantità e la qualità delle misure sul campo, razionalizzando le procedure di lavoro e potenziando la strumentazione ed il personale qualificato necessario allo scopo.

Tuttavia, ben presto si è reso evidente che, nonostante il legislatore, attento alla evoluzione del sentire della società, abbia intrapreso azioni decise e rivoluzionarie nella formulazione di norme di settore, specie se confrontate col panorama internazionale, queste scelte hanno comunque contribuito

poco all'attenuazione delle tensioni, benché i vari soggetti coinvolti (imprese, amministratori locali, enti di controllo) si fossero abbastanza rapidamente adeguati alla politica nazionale.

Si è assistito, perciò, al maturare di nuove e più complesse necessità della popolazione e degli operatori del settore, le quali non potevano essere soddisfatte dalle attività svolte a livello istituzionale da parte delle autorità di controllo. Le misurazioni in campo effettuate secondo termini di legge, infatti, si caratterizzano per la forte variabilità rispetto all'istante di misura, non consentono uno studio temporale dell'esposizione presente in un dato sito e possono non rispondere all'esigenza del cittadino di sentirsi "garantito e protetto".

Tali limiti rivelano come la funzione di controllo, che continua ad essere svolta con il medesimo impegno da tutte le ARPA/APPA e dalla quale derivano le azioni amministrative previste dalle norme di settore, richieda una integrazione con nuovi strumenti di conoscenza dell'ambiente, capaci di fornire un quadro completo e puntuale delle fonti di inquinamento e dello "stato elettromagnetico" del territorio regionale.

L'evoluzione del fenomeno in termini tecnici, della sua gestione da parte dell'amministrazione locale e della sensibilità sociale allo stesso fornisce dunque una nuova domanda di informazione e controllo che si riconduce ad una funzione di monitoraggio capillare del territorio, al quale deve corrispondere un processo di informazione e comunicazione efficace e trasparente, diretto al cittadino ed alla sua richiesta di garanzie per la salute.

5.4 IL MONITORAGGIO IN CONTINUO DEI LIVELLI DI C.E.M.

5.4.1 OBIETTIVI E BENEFICI

Una delle principali risposte alla nuova domanda di informazione e controllo in materia di esposizione ai campi elettromagnetici, è rappresentata dalla realizzazione di reti di monitoraggio in continuo dei livelli di c.e.m., consistenti nella localizzazione di centraline che effettuano misure per periodi prolungati in siti considerati 'critici' dalla popolazione e ritenuti meritevoli di attenzione da parte del soggetto preposto alla misura.

Questa forma di monitoraggio del territorio consente di raggiungere tre obiettivi di estrema rilevanza:

- informare in modo corretto ed efficace la cittadinanza sui livelli di c.e.m. effettivamente presenti sul territorio, svolgendo un ruolo sociale di attenuazione degli allarmismi e di comprensione effettiva del fenomeno e degli eventuali rischi correlati;
- fornire alla Regione e agli enti locali ulteriori dati e informazioni utili per migliorare il processo di localizzazione e di controllo sul territorio di impianti sorgenti di ce.m., favorendo le condizioni per uno sviluppo socio-economico che equilibri la tutela dell'ambiente e della salute umana con le esigenze di vita dell'individuo;
- offrire alla comunità scientifica conoscenze complete e organiche sul fenomeno elettromagnetico, potendo disporre di informazioni temporali e spaziali inerenti la distribuzione dei livelli di c.e.m. nell'ambiente correlabili alla presenza di impianti sorgente di emissione.

5.4.2 IL PIANO NAZIONALE DI MONITORAGGIO DEI CEM

A conferma dell'impegno profuso dal Paese e degli enti locali su questa delicata tematica, il Ministero delle Comunicazioni ha individuato forme di finanziamento aggiuntive, rispetto a quelle già previste dalla Legge n.36/2001, per lo sviluppo di attività di ricerca nel campo dei c.e.m., per il potenziamento delle autorità deputate al controllo, per la realizzazione di strumenti innovativi nel campo del controllo ambientale.

Tra le varie attività, il Ministero ha affidato alla Fondazione "Ugo Bordoni" la progettazione e la realizzazione della rete nazionale di monitoraggio dei livelli di c.e.m., con il fine ultimo di dar vita ad un sistema unificato di monitoraggio su scala nazionale che, perseguendo anche l'obiettivo di informare l'opinione pubblica sui livelli di inquinamento, intende rendere più semplice e trasparente lo sviluppo delle nuove tecnologie.

Il piano nazionale ha previsto una prima fase sperimentale nel 2002 svolta nel Comune di Roma, alla quale ha fatto seguito la creazione della rete nazionale (avviata con la Convenzione tra Ministero e Fondazione nell'aprile 2003 e conclusasi nel dicembre 2005), composta da oltre 1.200 centraline di misura in continuo dei c.e.m. del tipo rilocabile, suddivise per le diverse regioni in proporzione al numero di abitanti.

In questo contesto, quindi, il Ministero ha coinvolto Regioni ed enti locali destinando loro ulteriori risorse, nonché le Agenzie Regionali e Provinciali per la Protezione Ambientale (ARPA/APPA), in quanto presenti sul territorio e deputate alle attività di controllo ambientale, dunque ritenute capaci di offrire un valore aggiunto di conoscenza, esperienza ed operatività indispensabile per selezionare i siti idonei, effettuare misure affidabili e dare significatività ai dati raccolti.

5.4.3 LA RETE REGIONALE

L'attività di monitoraggio nella regione Lazio ha previsto, in base ai protocolli di collaborazione con la Fondazione, una prima fase di sperimentazione, della durata di 12 mesi (aprile 2002 - aprile2003), condotta effettuando 50 campagne di misura, localizzate nei comuni di Roma (33) e Viterbo (17).

Al termine di tale fase, destinata in gran parte ad edifici scolastici (78%) e nella quale non sono stati individuati siti con valori superiori ai limiti previsti dalla legge (pari a 6 V/m), la Fondazione ha messo a disposizione di Arpalazio 15 centraline di misura, consentendo l'avvio della fase di monitoraggio per l'intero territorio regionale.

La rete regionale, tuttavia, raggiunge il suo assetto definitivo nel corso dell'anno 2005, quando la Fondazione consegna all'Agenzia ulteriori 95 centraline di misura (27 a febbraio e 68 a dicembre) che completano il parco strumentale spettante alla regione Lazio e potenziano fortemente la capacità di monitoraggio delle strutture provinciali avviando una nuova fase organizzativa.

Nel complesso, la rete regionale del Lazio per il monitoraggio in continuo dei livelli di c.e.m. è costituita da 110 centraline di misura, ripartite fra le 5 Sezioni Provinciali dell'Agenzia in proporzione alla popolazione residente presso le 5 province (Figura 24), le quali svolgono le azioni di selezione dei siti da monitorare, di installazione e disinstallazione delle centraline, di raccolta e validazione dei dati e, infine, di invio degli stessi al Centro di Coordinamento Regionale dell'Agenzia, responsabile della trasmissione dei dati alla Fondazione e della loro elaborazione a livello regionale.

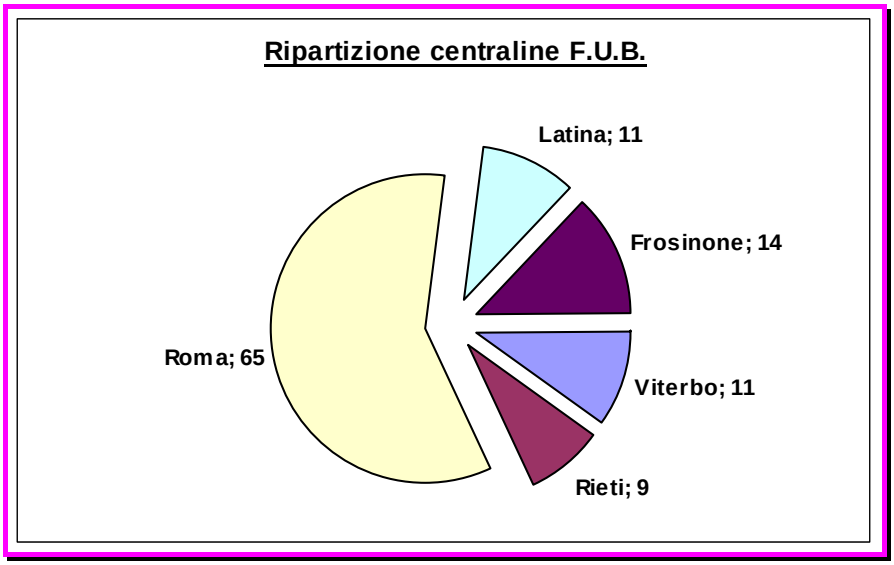


Figura 24. Ripartizione provinciale delle centraline di misura della Rete di Monitoraggio del Lazio (2005).

Per completezza di presentazione è importante precisare che in termini tecnici le misure effettuate con le centraline della rete di monitoraggio in continuo non possono sostituire le misure effettuate dall'Agenzia nell'ambito dell'attività di controllo istituzionale, cioè non sono valide ai fini della verifica di conformità degli impianti rispetto ai limiti di esposizione previsti dalla normativa nazionale. Per questo motivo la rete regionale è utilizzata ai fini di una ricognizione del fenomeno elettromagnetico sul territorio e di una informazione corretta della popolazione sugli effettivi livelli di esposizione nei luoghi di vita quotidiana, potendo così integrare ed arricchire il quadro conoscitivo dell'Agenzia e dunque migliorare la sua capacità di vigilanza, controllo e prevenzione per la tutela dell'ambiente e della salute umana.

ARCHITETTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO

Dal punto di vista tecnico, la rete di monitoraggio viene realizzata mediante l'utilizzo di centraline di misura rilocabili sul territorio, dotate di uno o più sensori isotropici a banda larga, operanti nell'intervallo di frequenza compreso tra 100 kHz e 3 GHz, che registrano in continuo il valore efficace di campo elettrico, mediato su un intervallo di 6 minuti, come previsto dalla normativa vigente.
Le centraline trasmettono, via GSM, i dati ad un centro di controllo periferico, gestito da ciascuna struttura provinciale, il quale, oltre all'acquisizione giornaliera, consente l'elaborazione dei dati mediante software specifici e provvede alla gestione delle informazioni necessarie per disporre di un quadro d'insieme a livello provinciale.
A questo punto, grazie ad un'architettura di collegamento di tipo client-server, il centro di controllo periferico trasmette i dati ad una centrale di controllo ed archiviazione di livello regionale, cui spetta il compito dell'invio presso il centro di raccolta nazionale della Fondazione "Ugo Bordoni".
Infine, la Fondazione stessa cura la diffusione al pubblico dei dati raccolti da ciascuna centralina dell'intera rete nazionale, mediante l'apposito sito web http://www.monitoraggio.fub.it/ .

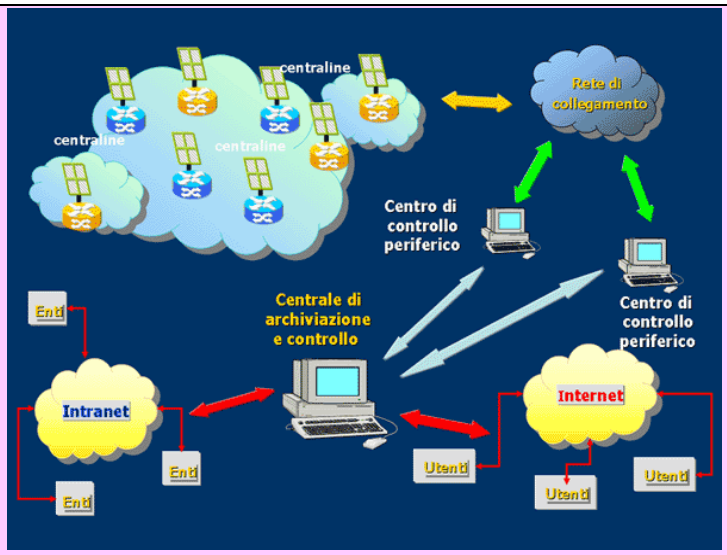


Figura 25. Architettura della rete regionale

5.5 IL MONITORAGGIO NELLA REGIONE LAZIO

5.5.1 IL POSIZIONAMENTO DELLE CENTRALINE

Come detto, la modalità di monitoraggio in continuo offre importanti benefici fra i quali quello di svolgere un ruolo sociale di attenuazione degli allarmismi, poiché si realizza posizionando in periodi prolungati la centralina di misura in siti considerati 'critici'. Questo elemento consente al cittadino di conoscere il livello reale di esposizione ai c.e.m. nel luogo di interesse (abitazione privata, edificio scolastico, luogo di lavoro o pubblico che sia) e, non ultimo, offre rassicurazioni perché genera una situazione di controllo permanente, particolarmente apprezzata in virtù delle attuali carenze di informazioni da parte dell'opinione pubblica e delle conseguenti preoccupazioni spesso non corrispondenti ad una effettiva condizione di rischio.

Per questi motivi, la collocazione delle centraline di misura sul territorio definita dalle Sezioni Provinciali di ARPA ha risposto a precisi criteri stabiliti preventivamente, trasparenti e pubblici, che da un lato hanno permesso di evitare la realizzazione di misure non significative (con conseguente dispendio di tempo e di risorse) e dall'altro hanno consentito di svolgere senza condizionamenti o pressioni di varia natura un'attività importante per la comunità.

I criteri fondamentali per selezionare il sito da monitorare sono stati:

- elevata densità di impianti sorgenti di c.e.m. in un'area limitata;
- presenza di una elevata densità abitativa nell'area di interesse;
- sensibilità della cittadinanza legata alla effettiva esposizione ai c.e.m. nell'area di interesse.

Qualora tali fattori si presentavano contemporaneamente l'Agenzia considerava il sito come 'critico', impegnandosi a realizzare una campagna di misura in tempi brevi, altrimenti valutava l'urgenza della situazione caso per caso, anche in relazione alle reali condizioni di esposizione ai c.e.m. documentate da attività di controllo svolte in precedenza.

Con questo approccio, le priorità di posizionamento delle centraline di misura sono state:

Priorità 1 – assegnata a possibili "criticità" ambientali, ovvero elevata densità di impianti correlata alla concentrazione di aree residenziali o di recettori "sensibili" potenzialmente interessati (p.e. scuole, ospedali, etc.), in tal caso sono state monitorate le zone frequentate dalle persone maggiormente esposte ai c.e.m. Particolare urgenza è stata data ai casi di evidente sensibilità e disagio dei cittadini testimoniate dalla presenza di esposti, dalla costituzione di comitati o altro;

Priorità 2 – assegnata a zone ad alta sensibilità sociale, anche indicate dalle Amministrazioni Comunali, a condizione che l'area sia interessata dalla presenza di uno o più impianti sorgente di c.e.m.. Di nuovo, particolare urgenza è stata data ai casi di sensibilità e disagio segnalate da esposti, comitati o altro;

Priorità 3 – assegnata alle aree non caratterizzate da una elevata densità abitativa o sensibilità sociale (p.e. aree extra-urbane o rurali), dove sono presenti sorgenti di c.e.m. che l'Agenzia ha giudicato opportuno esaminare per una conoscenza completa e capillare del fenomeno elettromagnetico del territorio nel suo complesso.

5.5.2 LE MODALITÀ OPERATIVE

La funzione di monitoraggio svolta dalle strutture territoriali dell'Agenzia (Sezioni Provinciali), usufruendo delle centraline di misura a disposizione, è stata articolata in 4 attività principali:

a) selezione dei siti da monitorare – effettuata come visto secondo criteri prestabiliti e con una organizzazione rispondente alle priorità indicate;

b) installazione e disinstallazione delle centraline – in ambiente esterno, in posizione significativa rispetto all'impianto sorgente di c.e.m. (cioè in prossimità dell'impianto, nella sua direzione di irraggiamento ed, eventualmente, nella zona in cui si rileva il livello di campo più elevato, mediante una misura preventiva con sensori a banda larga);

c) raccolta e validazione dei dati – svolta interrogando la centralina via GSM, scaricando i dati relativi alle misure ed effettuando la validazione (cioè la valutazione della affidabilità del dato, con l'eventuale correzione di dati inficiati da fattori di disturbo esterni al livello effettivo di c.e.m. presente del sito);

d) trasmissione dei dati Centro di Coordinamento Regionale.

Foto 1-2. Esempi di posizionamento di centraline di misura presso impianti sorgente di c.e.m..

Ciascuna campagna di misura è stata corredata da una descrizione sintetica dei sito monitorato (oltre che da un report con il grafico temporale e l'analisi statistica delle misure registrate), contenente:

- coordinate geografiche
- indirizzo
- descrizione del sito
- posizione e tipo di impianto sorgente di c.e.m.
- tipologia di sito
- data e ora di installazione e disinstallazione

L'insieme di queste informazioni è stato archiviato a livello centrale dal Centro di Coordinamento Regionale, il quale, oltre alla trasmissione dei dati alla Fondazione "Ugo Bordoni" per la diffusione al pubblico, ne ha curato l'elaborazione su scala regionale per i fini interni ed esterni all'Agenzia, mediante creazione di un apposito database e di una mappatura su cartografia in formato digitale.

5.6 I RISULTATI DEL MONITORAGGIO 2002-2005

5.6.1 L'ATTIVITÀ PROVINCIALE

L'attività di monitoraggio in continuo nel territorio regionale, nel corso del triennio 2002-2005, ha consentito ad ARPA Lazio di svolgere complessivamente oltre 350 campagne di misura. Nel seguito, tuttavia, si presentano i dati relativi a 309 siti per i quali si detengono ad oggi dati validati, per un totale di quasi 5.000 giorni di monitoraggio.

Come evidente dalla Figura 26, dove si riportano i siti monitorati ed il numero totale per provincia, una gran parte dell'attività ha riguardato la provincia di Roma (oltre il 40%), anche perché la struttura territoriale dell'Agenzia è stata dotata di risorse umane e strumentali in numero consistente e sin dal principio dell'attività. A seguire, il numero totale di siti sottoposti a misura vede in ordine le province di Frosinone (19%) e Latina (16%), infine Rieti (13%) e Viterbo (12%).

Nel complesso l'Agenzia ha posto sotto monitoraggio siti appartenenti a 66 Comuni, selezionati a partire dalle priorità sopra indicate, che evidentemente rappresentano solamente una parte del territorio regionale. Infatti, poiché in genere gli elementi allarmante per il cittadino sono la vicinanza fisica e la visibilità dell'impianto sorgente di c.e.m., sino ad oggi le aree di maggiore interesse per il monitoraggio sono corrisposte da una lato alle aree urbane grandi e densamente popolate (p.e. Roma, Viterbo, Latina e Rieti), dall'altro ai piccoli centri abitati limitrofi a zone collinari e montuose dove si posizionano preferibilmente gli impianti di telecomunicazione (p.e. Colli Albani a sud di Roma, diverse zone nella provincia di Frosinone e nell'alta provincia di Latina).

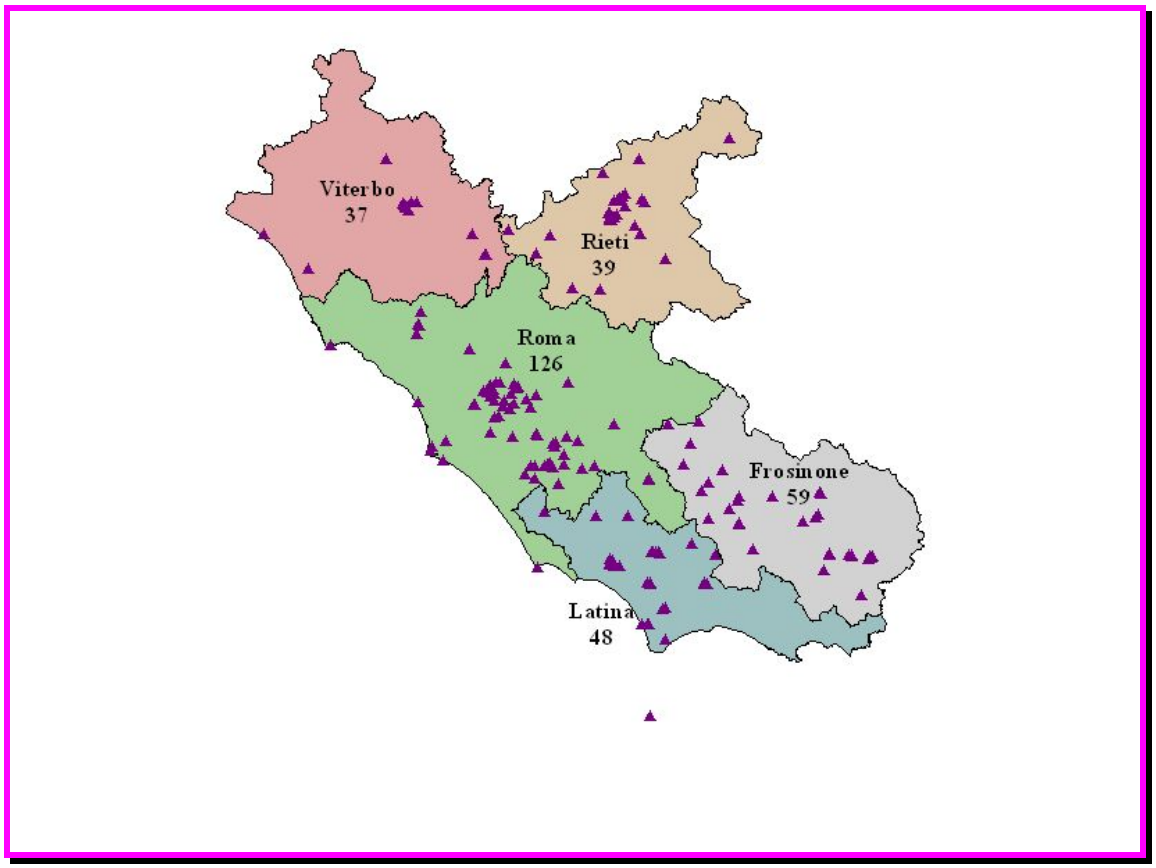


Figura 26. Carta regionale dei siti monitorati in continuo nel periodo 2002-2005.

Per un quadro complessivo dell'attività di monitoraggio svolta nel quadriennio sul territorio regionale, si rimanda alla Tabella 14, dove si riporta il dato annuo per provincia del numero di siti monitorati e dei giorni di misura effettuati con le centraline.

Provincia	Attività svolte	2002	2003	2004	2005	Totale
FROSINONE	Giorni di misura		166	132	717	1.016
	N° siti monitorati		13	11	35	59
LATINA	Giorni di misura		121	49	530	700
	N° siti monitorati		10	4	34	48
RIETI	Giorni di misura		7	17	571	595
	N° siti monitorati		2	3	34	39
ROMA	Giorni di misura	299	330	235	1.226	2.090
	N° siti monitorati	24	35	22	45	126
VITERBO	Giorni di misura		287	35	110	432
	N° siti monitorati		25	4	8	37
Totale Giorni di misura		299	911	468	3.154	4.832
Totale N° siti monitorati		24	85	44	156	309

Tabella 14. Attività di monitoraggio in continuo svolta nelle province del Lazio, periodo 2002-2005.

5.6.2 I SITI MONITORATI

L'attività di monitoraggio, come anticipato, è stata destinata in modo prioritario a situazioni ambientali potenzialmente "critiche", ovvero caratterizzate da una concentrazione locale di impianti e di aree residenziali o di recettori "sensibili" potenzialmente interessati (p.e. scuole, ospedali, uffici, etc.), con particolare urgenza per i casi di evidente preoccupazione dei cittadini testimoniata dalla presenza di esposti e di comitati specifici.

Per questo motivo, la tipologia di sito maggiormente sottoposta a monitoraggi è stata l'abitazione privata (60%), segnalando una attenta risposta dell'Agenzia alla domanda di informazioni e garanzie da parte del cittadino nella sua individualità, seguita dall'edificio scolastico (24%, specie nella fase di sperimentazione) e dai luoghi ed edifici pubblici (11%, p.e. piazze, impianti sportivi, mercati rionali, biblioteche, giardini, alberghi, aree monumentali), ed infine dagli uffici e luoghi di lavoro (4,5%).

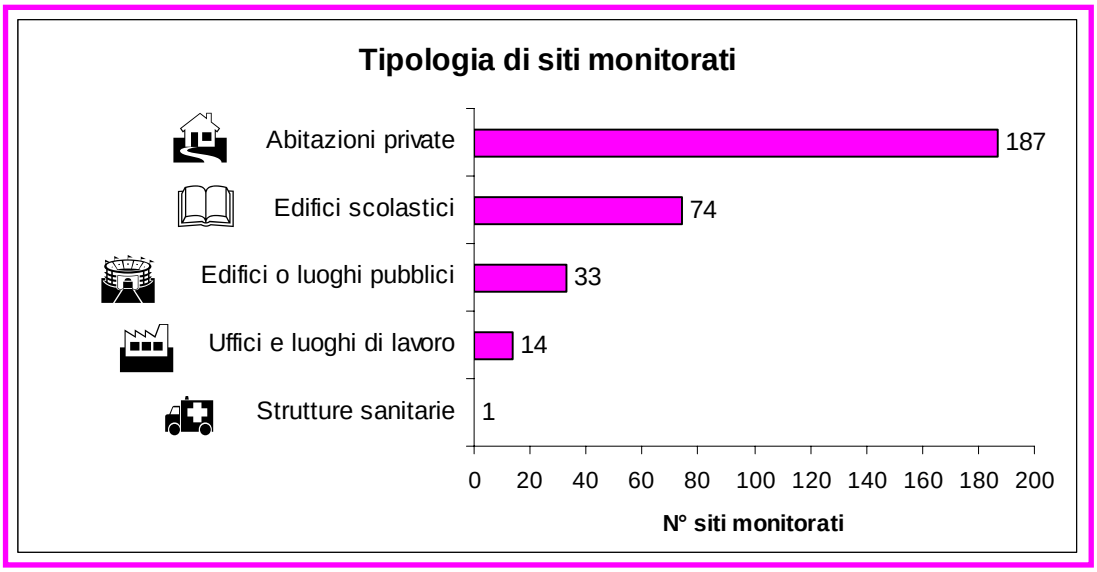


Figura 27. Tipologia di siti monitorati nel Lazio, periodo 2002-2005.

Per completezza, si riporta di seguito la Tabella 15, nella quale si indica con dettaglio provinciale l'attività di monitoraggio effettuata sulle diverse tipologie di siti, nel periodo 2002-2005.

Provincia	Tipologia di sito					Totale
	Abitazioni private	Edifici scolastici	Luoghi pubblici	Luoghi di lavoro	Strutture sanitarie	
FROSINONE	50		4	5	-	59
LATINA	37	2	7	2	-	48
RIETI	26	10	1	2	-	39
ROMA	56	47	18	4	1	126
VITERBO	18	15	3	1	-	37
Totale	187	74	33	14	1	309

Tabella 15. Tipologie di siti monitorati nelle province del Lazio, periodo 2002-2005.

5.6.3 I LIVELLI DI CAMPO RILEVATI

Si presentano ora i risultati principali emersi dall'attività di monitoraggio in continuo dei livelli di c.e.m. nella regione Lazio, ricordando che le misure così effettuate non sono valide ai fini della verifica di conformità degli impianti rispetto alla legge, tuttavia costituiscono una informazione rilevante ai fini conoscitivi del fenomeno e sufficiente per poter approntare l'azione di controllo istituzionale dell'Agenzia.

Inoltre, si precisa che l'indicatore scelto per rappresentare in sintesi il livello di campo elettromagnetico misurato nel corso di una campagna di monitoraggio del singolo sito, è il massimo tra i valori efficaci e validi di V/m registrati nei diversi giorni. Questa scelta, pur costituendo una 'visione pessimistica' del fenomeno rilevato nel sito, può considerarsi come una applicazione del principio di precauzione a tutela della popolazione e dei lavoratori dall'esposizione ai c.e.m.

Nel complesso, il monitoraggio della regione Lazio ha ottenuto risultati rassicuranti visto che il 93% dei siti ha presentato misure inferiori al limite previsto dalla legge per i ripetitori di telefonia mobile (pari a 6 V/m), con l'79% dei casi al di sotto del valore di 3 V/m.

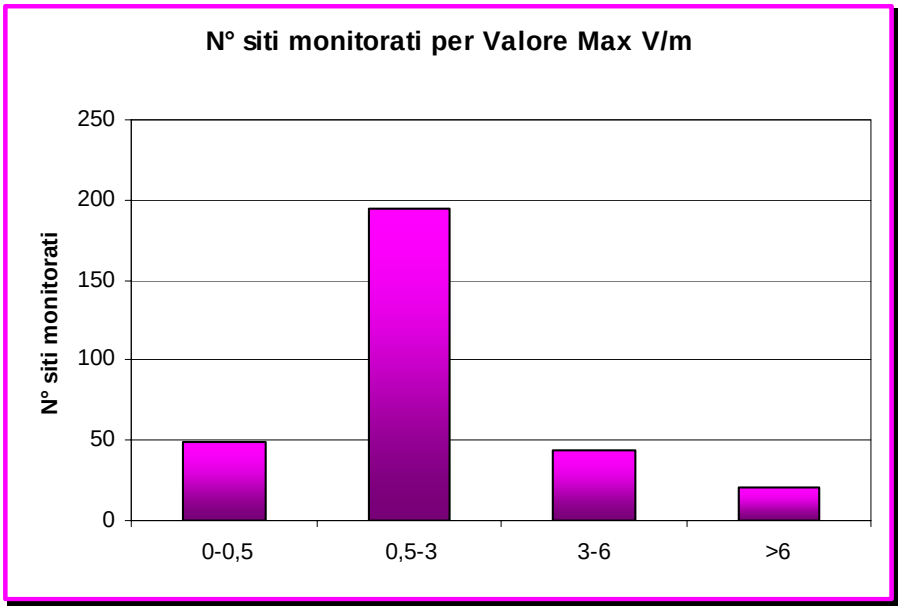


Figura 28. N° siti monitorati nel Lazio con Valori Max V/m, periodo 2002-2005.

Prendendo in analisi il dettaglio provinciale dei livelli di c.e.m. rilevati nel periodo 2002-2005, si osserva come i casi 'critici' sino ad ora rilevati riguardino soprattutto i territori di Frosinone e Latina.

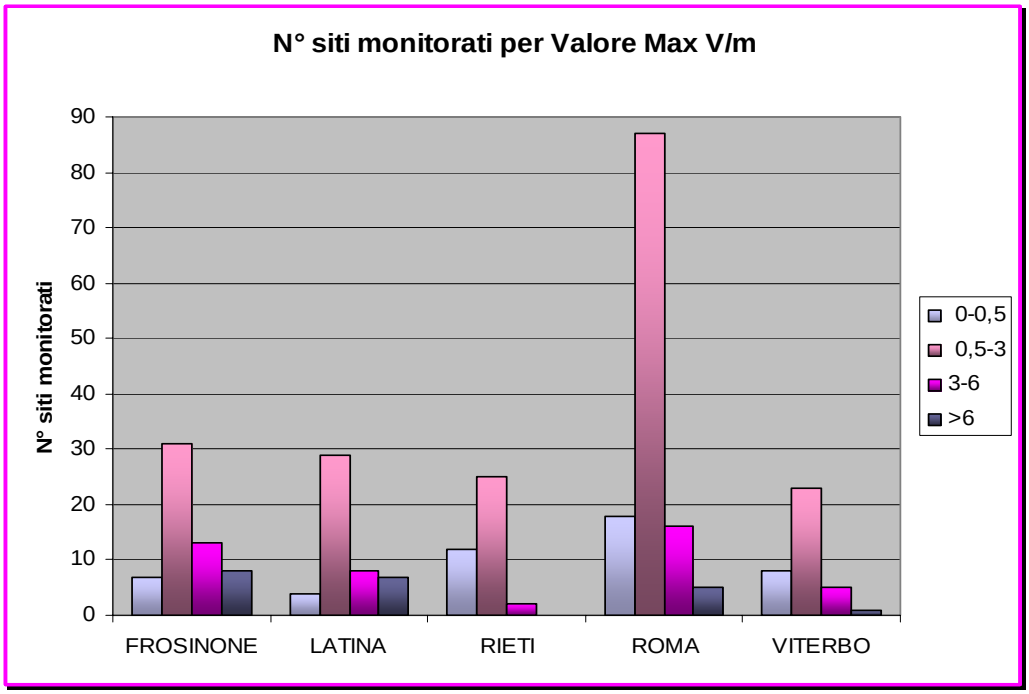


Figura 29. N° siti monitorati con Valore Max V/m, periodo 2002-2005 (dettaglio provinciale).

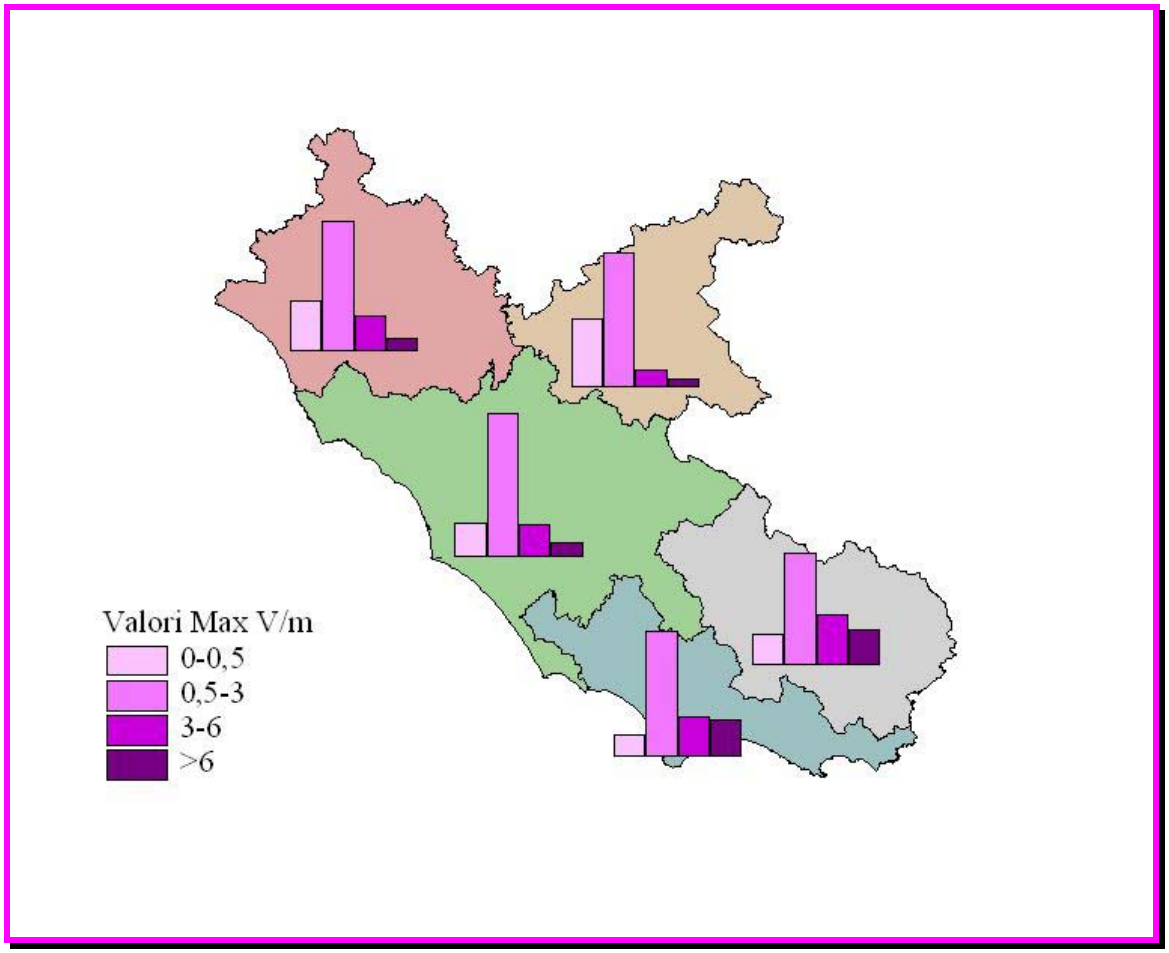


Figura 30. Percentuale di siti monitorati in ogni provincia per Valore Max V/m.

Per completezza, si riporta di seguito la Tabella 16, nella quale si indica con dettaglio provinciale l'esito dell'intera campagna di monitoraggio nel periodo 2002-2005, con la specifica del numero complessivo di siti osservati con valore massimo di V/m appartenente alle classi di valori indicate.

Provincia	**N° siti monitorati per Valore Max V/m**				**Totale**
	0-0,5	**0,5-3**	**3-6**	**>6**	
FROSINONE	7	31	13	8	59
LATINA	4	29	8	7	48
RIETI	12	25	2	-	39
ROMA	18	87	16	5	126
VITERBO	8	23	5	1	37
Totale	49	195	44	21	309

Tabella 16. N° siti monitorati con Valore Max V/m, periodo 2002-2005 (dettaglio provinciale).

Nel periodo 1 luglio 2005 – 31.122005 sono state eseguite ulteriori campagne di misura nella provincia di Roma e Latina. Si riporta di seguito il dettaglio delle campagne.

Provincia	**N° giorni dati validi dal 01/07/2005 al 31/12/2005**	**N° spostamenti dal 01/07/2005 al 31/12/2005**
FROSINONE	0	0
LATINA	21	1
RIETI	0	0
ROMA	1908	111
VITERBO	0	0
Totale	**1929**	**112**

CHI SIAMO

Arpalazio, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio, è un ente pubblico istituito con legge regionale n. 45 del 06.10.1998, attivo dal settembre 1999 ed operativo dall'aprile 2000.
Sulla base degli indirizzi della programmazione regionale, Arpalazio svolge attività tecnico-scientifica a supporto dell'azione amministrativa ed istituzionale di Regione, Province, Comuni, Comunità Montane ed Aziende Sanitarie Locali, ed attività di monitoraggio delle matrici ambientali quali attività fondamentali ai fini della prevenzione primaria.

AREA AMMINISTRATIVA

USERNAME PASSWORD

Ricordami ENTRA

W3C HTML 4.01 W3C CSS

AGENTI FISICI

La normativa che disciplina il settore si è evoluta, nel rispetto del "principio di precauzione", prestando attenzione a che lo sviluppo tecnologico fosse coniugato con la tutela dell'ambiente e della salute della popolazione. In questo scenario tanto la legge istitutiva di Arpalazio che la normativa di settore hanno attribuito all'Agenzia un ruolo importante nell'ambito della protezione dell'ambiente dai campi elettromagnetici, assegnando ad essa compiti di controllo sulle emissioni generate dagli impianti esistenti e di valutazione preventiva delle emissioni che sarebbero prodotte da nuovi impianti per i quali si richiede l'autorizzazione alla realizzazione.

I risultati delle misurazioni e delle valutazioni effettuate sono inviati alle istituzioni competenti per gli eventuali provvedimenti (es. ordinanza di riduzione delle emissioni degli impianti che concorrono a produrre un superamento dei limiti previsti), come indicato nella tabella seguente:

Le attività	I destinatari
Vigilanza e controllo degli impianti installati sul territorio per la verifica del rispetto dei limiti di esposizione	Regione, Province, Comuni

ALTE FREQUENZE

Alle alte frequenze, i campi elettrici e magnetici sono mutuamente correlati: l'esistenza dell'uno comporta sempre l'esistenza dell'altro e, congiuntamente, costituiscono il "campo elettromagnetico" che ha la proprietà di propagarsi nello spazio a distanze molto grandi (anche a migliaia di chilometri) dalla sorgente che lo ha generato. Tutto il sistema delle telecomunicazioni e le relative tecnologie sono basate sulle proprietà propagative del campo elettromagnetico.

Le sorgenti tipiche alle alte frequenze sono costituite dalle seguenti tipologie di impianti:

- radiofonici
- televisivi
- telefonia mobile
- ponti radio

Per le implicazioni sulla salute umana, la criticità di tali impianti dipende congiuntamente dai seguenti parametri:

- potenza di emissione

BASSE FREQUENZE

Dal punto di vista delle proprietà fisiche il campo elettrico e il campo magnetico alle basse frequenze (fino a 10 kHz) possono essere considerati indipendenti l'uno dall'altro e l'esistenza dell'uno è indipendente dall'esistenza dell'altro.

Le sorgenti tipiche dell'inquinamento alle basse frequenze sono gli elettrodotti (sistema di trasporto, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica a 50 Hz). La tecnica usata per il trasporto dell'energia elettrica consiste nell'utilizzare tensioni molto elevate e correnti relativamente basse allo scopo di minimizzare le perdite. Per il trasporto dell'energia elettrica sono utilizzate le tensioni di 380.000 volt (380 kV), 220.000 volt (220 kV), 150.000 volt (150 kV) e 132.000 volt (132 kV).

Più alta è la tensione della linea, maggiore è il campo elettrico da essa prodotto. Poiché la tensione di esercizio per ciascun tipo di linea ha un valore costante, il campo elettrico generato è costante e diminuisce molto rapidamente con la distanza dalla linea. Il campo magnetico generato da un elettrodotto dipende dalla corrente trasportata, cioè dalle condizioni di carico della linea, che non sono costanti poiché sono legate alla richiesta di energia, che varia durante le ore del giorno e i periodi dell'anno. Maggiore è