

I campi elettromagnetici
Dagli allarmi all'evidenza scientifica sugli effetti cancerogeni
Atti del Seminario
Firenze, 30 maggio 2001

I campi elettromagnetici

Dagli allarmi all'evidenza scientifica sugli effetti cancerogeni

Atti del Seminario
Firenze, 30 maggio 2001

In Appendice
Le attività di controllo di ARPAT
sugli impianti di radiocomunicazione

Anno 2001/2002



Firenze, dicembre 2002



I campi elettromagnetici

Dagli allarmi all'evidenza scientifica sugli effetti cancerogeni

Atti del Seminario

Firenze, 30 maggio 2001

© ARPAT 2002

Coordinamento editoriale: Silvia Angiolucci, ARPAT

Redazione: Gabriele Rossi, ARPAT

Segreteria di redazione: Caterina Ferrari, CSPO, Istituto Scientifico della
Regione Toscana

Realizzazione editoriale: Litografia I.P., Firenze, dicembre 2002

Copertina: Franco Signorini

INDICE E AUTORI

Prefazione	9
<i>Alessandro Lippi, Direttore generale ARPAT</i>	
I campi elettromagnetici: le strategie di controllo di ARPAT	13
<i>Gaetano Licitra</i> Responsabile Commissione regionale Agenti fisici – ARPAT	
L'attività di ARPAT	13
Il controllo dei campi elettromagnetici a bassa frequenza	13
Il controllo dei campi elettromagnetici ad alta frequenza	17
Gli impianti per la telefonia cellulare	17
Gli impianti Radio-TV	23
La Legge regionale 54/2000: un importante strumento di regolamentazione del settore	25
Conclusioni	26
Le evidenze epidemiologiche e gli studi in corso sulla cancerogenicità dei campi elettromagnetici	28
<i>Lucia Miligi</i> U.O. Epidemiologia analitica e ambientale-occupazionale, CSPO, Istituto Scientifico della Regione Toscana, Firenze	
Campi magnetici ELF	28
Campi elettromagnetici ad alta frequenza (Radiofrequenze RF e microonde MO)	33
Studi su popolazioni residenti in prossimità di trasmettitori radiotelevisivi	34
Studi su gruppi occupazionali	34
Studi sugli utilizzatori di telefoni cellulari	35
Bibliografia	38
La prevenzione in assenza di certezze	50
<i>Lorenzo Tomatis</i> Professore emerito dell'International Society of Doctors for the Environment (ISDE)	

Le sorgenti di esposizione a campi elettromagnetici	59
<i>Andrea Poggi</i>	
U.O. Fisica Ambientale - ARPAT	
Introduzione	59
Impianti a frequenza di rete (ELF)	60
Impianti di trasmissione radio televisivi	61
Stazioni per la telefonia cellulare	62
Il telefonino	63
Il ruolo dell'Agenzia Regionale di Sanità: gruppi operativi	64
<i>Eva Buiatti</i>	
Coordinatrice dell'Osservatorio di Epidemiologia – ARS Toscana	
La posizione dell'OMS	69
<i>Roberto Bertollini</i>	
Divisione Tecnica OMS - Ufficio Regionale per l'Europa, Copenaghen	
L'attività dell'Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche del CNR	77
<i>Daniele Andreuccetti</i>	
Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche CNR, Firenze	
Introduzione	77
Evoluzione dell'attività	77
Attività recente	80
Dosimetria del campo magnetico dalle bassissime frequenze alle frequenze intermedie	80
Esposizione al campo magnetico a bassissima frequenza in ambiente domestico	81
Attività in corso	83
Sviluppo del Catasto Elettromagnetico Nazionale	83
Progetto Murst per la Salvaguardia dell'uomo	84
Bibliografia	87
Considerazioni di una U.F. PISLL su una esperienza di gestione di un cluster di sospette patologie professionali da CEM	89
<i>Fabio Capacci</i>	
U.F. Prevenzione Igiene e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro – Azienda Sanitaria Locale, Firenze	

La situazione dei controlli in provincia di Siena	92
<i>Cesare Fagotti</i>	
Sezione Agenti Fisici - ARPAT	
Individuazione della popolazione esposta a campi magnetici a 50 Hz generati da linee elettriche ad alta tensione nel territorio dell’Az.Usl 11 Empoli	95
<i>Maria Grazia Petronio</i>	
U.O. Igiene pubblica - Azienda Usl 11, Empoli	
Introduzione	95
Programma d’indagine	97
Materiali e metodi	97
Risultati	98
Conclusioni	100
Esposizione a campi elettromagnetici e salute pubblica: l’informazione della popolazione sui telefoni mobili e le stazioni radio-base	110
<i>Gaetano Marchese</i>	
U.O. Igiene e Sanità Pubblica - Azienda Sanitaria Locale, Firenze	
La normativa nazionale	115
<i>Rino Gracili</i>	
Centro Nazionale di Studi e Ricerche sulle Autonomie Locali, Firenze	
Oggetto della legge e fonti normative nazionali e comunitarie	115
Ambito di applicazione della legge e problemi urbanistici	119
La normativa regionale vigente	122
Toscana	122
Valle d’Aosta	124
Lombardia	124
Emilia Romagna	125
Veneto	126
Necessità di una nuova legislazione regionale	127

Il quadro normativo della Regione Toscana in materia di impianti elettrici – Inquinamento elettromagnetico derivante da fonti a bassa frequenza (50 Hz)	129
<i>Franco Poli</i>	
Area Energia - Regione Toscana	
Lo scenario operativo	129
Gli obiettivi strategici	130
Il quadro normativo	131
La normativa – Quadro riassuntivo	134
<i>Marco Casini</i>	
Dipartimento Politiche Territoriali e Ambientali, Servizio Tutela dell’Inquinamento Elettromagnetico ed Acustico - Regione Toscana	
Normativa statale	134
Normativa regionale	135
Appendice	
Le attività di controllo di ARPAT sugli impianti di radio comunicazione – anno 2001/2002	147
<i>Gaetano Licitra</i>	
Responsabile Commissione regionale Agenti fisici – ARPAT	
Analisi dell’attività svolta	148
Le valutazioni preventive sugli impianti	149
I controlli	152
Conclusioni	164

PREFAZIONE

La pubblicazione degli atti del Convegno, a circa un anno della sua realizzazione, impone una riflessione sui mutamenti intervenuti, nel frattempo, a livello nazionale e regionale, in un “momento di svolta” come è quello che sta vivendo il settore della protezione dai campi elettrici e magnetici.

I decreti applicativi della L. 36/01, a cui vari relatori fanno riferimento come attesi e necessari per dare piena attuazione alla legge, non sono stati emanati ancora ad oltre un anno di distanza. Il Governo aveva annunciato prima dell'estate 2002, tramite il Ministro dell'Ambiente, On. Matteoli, che entro un mese sarebbero stati emanati, a seguito del lavoro svolto, già da tempo, da una Commissione internazionale composta da tecnici e da epidemiologi, che “di fatto ha ridimensionato gli allarmi diffusi nella popolazione sulla base degli esiti degli studi della letteratura scientifica più recente”. La commissione, come è noto, ha richiamato il Governo a dare piena applicazione alla Raccomandazione Europea del 1999 su tali temi, raccomandazione che si basava sui contenuti delle “Linee Guida per la definizione dei limiti per la protezione dai campi elettromagnetici”, a cura dell'ICNIRP (Commissione internazionale di esperti sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti) riconosciuta come massimo organismo scientifico di riferimento in materia.

Va ricordato che in precedenza il Governo non aveva considerato i lavori della Commissione internazionale ed aveva dato corso alla emanazione del DM 381/98, con limiti ben più restrittivi. Il Governo attuale, invece, si avvia verso una revisione di tale decreto, rimettendo in discussione limiti giudicati esageratamente restrittivi. In questi giorni (Ottobre 2002) gli schemi di decreto sono ancora in discussione e all'attenzione della Conferenza Unificata, per ottenere “l'intesa” prevista dalla L. 36/2001; si ritiene che entro l'anno tali importanti atti normativi saranno emanati.

Va anche ricordato che il Governo aveva parallelamente impugnato, il 10/04/02, alla Corte Costituzionale, per conflitto di attribuzione, la Delibera del Consiglio Regionale 18/01/02, con la quale la Regione Toscana ha individuato i criteri per la localizzazione delle aree sensibili e fissato gli obiettivi di qualità da perseguire in tali aree, seppure in modo graduale. Tale norma regionale, entrata in vigore nel febbraio del corrente anno, è intervenuta in

assenza dei citati decreti nazionali. L'ultimo atto per completare la normativa regionale (la Delibera della Giunta di cui all'art. 4, comma 2, della L.R. 54/00) non è ancora stato adottato, per consentire ai Comuni toscani di provvedere alle loro incombenze (aree sensibili). E' chiaro che solo la scadenza dei prossimi mesi ci potrà dire in quale direzione evolve la situazione. Intanto: alcune Regioni hanno emanato proprie leggi regionali (Marche L.R. 25 del 13/11/01) o altri regolamenti (Umbria, che ha "riapprovato" la propria Deliberazione il 30/07/01, in precedenza impugnata dal Commissario di governo), a cui il Governo nazionale in carica si è opposto ricorrendo ancora alla Corte Costituzionale per conflitto di attribuzione di competenze. La Regione Puglia, invece, ha riapprovato il 26 febbraio 2002 la propria legge, tenendo in considerazione le osservazioni del Commissario di governo, presentate a seguito della prima approvazione del giugno 2001, e di fatto si è allineato alla legge quadro nazionale 36/01, senza prendere posizione sugli obiettivi di qualità e rinunciando alla previsione in precedenza normata di obbligo di valutazione di impatto ambientale per ogni nuovo impianto.

Tutto quanto sopra riportato va anche "reinquadrato" nello scenario dell'emanazione della Legge Costituzionale 18 ottobre 2001 n. 3, che ha riformato il Titolo V della Costituzione, assegnando la materia "Tutela dell'ambiente e dell'ecosistema" alla potestà legislativa "esclusiva" dello Stato. Diverse sono le interpretazioni e le iniziative a confronto per "mantenere" alle Regioni la competenza regolamentare ed anche legislativa in materia di "ecosistema e tutela dell'ambiente". La Regione Toscana, in proposito, ha avviato il "Progetto per la richiesta di autonomia speciale in materia ambientale", pubblicato sul B.U.R.T. n. 12 del 20/03/2002, proprio per pervenire ad una specifica normativa che le assegni una speciale autonomia in materia di legislazione ambientale, in attuazione di quanto previsto dall'art. 116 comma 3 della legge costituzionale prima citata.

Pertanto, il Governo nazionale non ha incluso la protezione della popolazione e dei lavoratori dai campi elettromagnetici nel disegno di legge delega, presentato alla Camera dei Deputati (p.d.l. n.1798), sulla predisposizione di testi unici in materia ambientale.

Questa incertezza normativa, di fatto, ha anche ritardato oltre misura la progettazione e realizzazione del catasto nazionale degli impianti (e, quindi, di quelli regionali ad esso collegato), previsto dalla L. 36/01 e dalla legge stessa regionale toscana 54/00. La mancata realizzazione di questo strumento, indispensabile per conoscere ed aggiornare la situazione sul territorio, non

consente una programmazione corretta delle attività di controllo e ne riduce comunque l'efficacia.

Tra tante ombre una pallida luce è rappresentata dalla predisposizione da parte del Governo di un DPCM, emanato il 28 marzo 2002, esaminato favorevolmente dalla "Conferenza unificata" che ripartisce circa 62 milioni di euro, come previsto dalla legge finanziaria 2001 per attività di studio e controllo per l'innovazione tecnologica nel settore della protezione dei campi elettromagnetici. Tali risorse derivano, come è noto, dalla assegnazione delle licenze per il servizio UMTS e dagli introiti relativi.

Dopo il taglio, dell'estate 2001, di ben 75 milioni di euro per rispondere alla "emergenza della BSE", quest'atto, se pure ridotto a meno della metà delle risorse previste e promesse, consentirà di "dare gambe" al controllo, essendo prevista la realizzazione di una rete di monitoraggio nazionale, realizzata a cura del Ministero delle Comunicazioni e gestita dalle Agenzie regionali per la protezione ambientale, per una spesa prevista di 20 Meuro, assegnati alla "Fondazione Bordoni" con l'assegnazione parallela alle stesse Agenzie di circa 18 Meuro per il loro potenziamento, in termini di strumentazione e personale per garantire i controlli.

Ulteriori risorse (13 Meuro) sono previste per la realizzazione di impianti a più ridotto impatto elettromagnetico e 11.5 Meuro per studi epidemiologici, per contribuire a far chiarezza sugli effetti a lungo termine determinati dall'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti dagli impianti.

A partire dal 2003 saranno quindi disponibili, è augurabile, nuove indicazioni scientifiche e risposte più complete alle domande di controllo che in maniera decisa si levano da parte della popolazione.

Tutto ciò al fine di definire limiti certi e procedure definite per consentire di garantire ai cittadini e ai lavoratori la piena tutela dall'inquinamento elettromagnetico, agli imprenditori regole chiare per sviluppare le infrastrutture di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica e le reti per la diffusione dei segnali per la radiocomunicazione, ivi incluse certamente quelle per la telefonia cellulare, avendo messo gli organi di controllo nelle condizioni di operare con efficacia per il rispetto delle stesse regole.

Al fine di fornire un quadro aggiornato della situazione dei controlli ambientali in Toscana, in Appendice agli atti del convegno è riportata una relazione del responsabile della Commissione Agenti Fisici di ARPAT, Dr. Gaetano Licitra, che analizza le attività di controllo svolte fino al 30 giugno 2002, e propone anche alcune riflessioni sullo sviluppo normativo di questi

ultimi mesi, ivi compreso il recente decreto “Gasparri”, che di fatto modifica lo scenario autorizzativo ed apre un nuovo acceso confronto tra le competenze degli enti centrali e quelle degli enti locali.

Confidiamo, quindi, che la pubblicazione degli atti del convegno ed il ricco, impegnato dibattito di cui sono testimonianza, serva “a chi di dovere” per definire, senza ulteriori ritardi, una normativa di cui il Paese ha certamente bisogno per porre fine ad una sequela ininterrotta di tensioni, proteste e disagi che hanno messo e mettono in difficoltà le istituzioni, Comuni in particolare, le imprese ed i cittadini, ritardando per ognuno e per tutti l’esercizio pieno delle legittime attività, attese e tutele.

Alessandro Lippi
Direttore generale ARPAT

I CAMPI ELETTROMAGNETICI: LE STRATEGIE DI CONTROLLO DI ARPAT

Gaetano Licitra

L'attività di ARPAT

Fin dalla sua costituzione l'Agenzia ha affrontato il problema dei campi elettromagnetici, come testimonia l'insediamento, fin dal 1997, di un'apposita Commissione di lavoro "Radiazioni non ionizzanti", con funzione di elaborazione, studio e ricerca, predisposizione di pareri, proposte e progetti. Essa fornisce indicazioni generali e linee guida che mirano, tra l'altro, a far diventare l'Agenzia un corpo unitario ed omogeneo. Con la nascita delle altre agenzie, alla Toscana è stato affidato il Coordinamento del gruppo di lavoro sulle radiazioni non ionizzanti.

ARPAT è organo di controllo e, quindi, la sua attività è soprattutto incentrata su azioni che comportino il rispetto delle norme vigenti, ma anche sulla ricerca di nuove metodiche di misura, di tecniche di riduzione di impatto ambientale per gli impianti emittenti campi elettromagnetici.

Verranno qui analizzate, quindi, da un lato le strategie seguite dall'Agenzia nell'attività di controllo nei vari settori dall'altro le attività di ricerca che sono ad esse propedeutiche.

Il controllo dei campi elettromagnetici a bassa frequenza

L'attività di ARPAT nel settore dei campi elettromagnetici a bassa frequenza (ELF) è stata rivolta, dal 1996 ad oggi, non solo alla determinazione dei livelli di induzione magnetica presenti in prossimità delle linee ad alta tensione, ma anche alla modellizzazione di tali linee, alla stima dei livelli di esposizione a lungo termine dei recettori sensibili, alla individuazione di ottimizzazioni dei tracciati delle nuove linee e alla definizione di proposte di interventi di risanamento.

Alla base di esse vi è lo studio dell'impatto elettromagnetico delle linee ad alta tensione che consente, avendo a disposizione tutte le caratteristiche tecniche e geometriche di un elettrodotto, di modellizzare compiutamente la "sorgente" e di valutare in maniera preventiva la fascia di territorio interessato da livelli di induzione magnetica ritenuti significativi, tenuto conto delle nuove e stringenti normative regionali. E' possibile così, per esempio, duran-

te la fase progettuale, individuare i corridoi necessari affinché un nuovo tracciato sia “sostenibile”, oppure quantificare la riduzione dei livelli di esposizione, in un qualunque punto dello spazio, laddove è possibile una ottimizzazione delle linee.

In Figura 1 è riportato un esempio di modellizzazione tridimensionale dei livelli di campo magnetico per varie distanze da una linea a 380 kVolt ed in corrispondenza delle varie altezze da terra dei cavi, determinate dalla posizione nello spazio che assumono gli stessi tra due sostegni successivi.

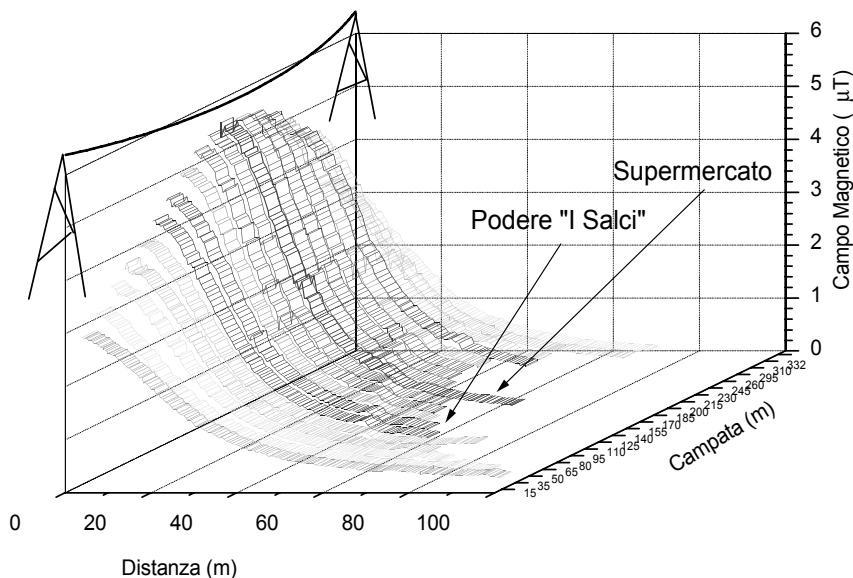


Fig. 1 *Modellizzazione tridimensionale dei livelli di induzione magnetica*

Nel caso descritto sono indicati anche alcuni edifici per evidenziare i livelli a cui si trovano esposti per un dato livello di corrente.

In Figura 2 è invece illustrata la previsione dei livelli di induzione magnetica in prossimità di una linea ad alta tensione che attraversa un centro abitato. Le due fasce indicano le porzioni di territorio esposte a livelli maggiori di 0.5 e 0.2 microtesla, con evidenziati gli edifici interessati.

Principio fondamentale nell'utilizzo dei modelli è quello di eseguire le previsioni ponendosi nella condizione che i livelli attesi sovrastimino quelli poi effettivamente rilevati.

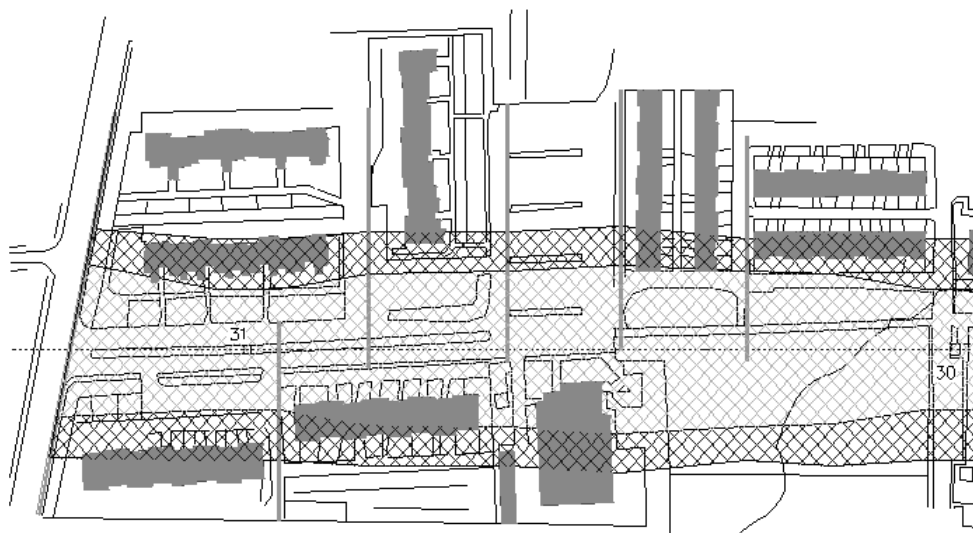


Fig. 2 *Fasce di territorio interessate da livelli di induzione magnetica superiore a 0.5 e 0.2 microtesla con evidenziati gli edifici esposti*

Ciò è mostrato in Figura 3, dove è riportato l'andamento nel tempo dei livelli di induzione magnetica, dei livelli di corrente circolante e dei livelli previsti dal modello. Infatti, la relazione tra correnti circolanti sugli elettrodotti e livelli di induzione magnetica è lineare (almeno in presenza di una sola linea a semplice o doppia terna), ed i modelli utilizzati da ARPAT in maniera cautelativa portano ad una modesta sovrastima, perché ipotizzano i conduttori posti sempre parallelamente al terreno nel loro punto più basso.

Accanto all'utilizzo di modelli matematici, l'Agenzia è quindi impegnata in controlli che da un lato verificano i livelli previsti, dall'altro consentono di stimare, nota la corrente circolante al momento della misura e quella media annuale, i livelli di esposizione a lungo termine. Infatti, ancorché la normativa vigente preveda livelli elevati, non riscontrabili in prossimità di luoghi con permanenza prolungata, gli esiti di vari studi epidemiologici sottolineano l'importanza di esposizioni a livelli molto più contenuti. Pertanto, sia in sede di valutazione preventiva di nuovi elettrodotti, come previsto dal regolamento applicativo della L.R. n° 51/99, "Disposizioni in materia di linee elettriche ed impianti elettrici", sia per verificare i livelli presso quelli esistenti, le campagne di misura eseguite puntano alla valutazione dell'esposizione a lungo termine. Ciò anche ai fini, se necessario e per quanto possibile, di promuovere azioni di risanamento ancora non definite dalla normativa vigente, per la

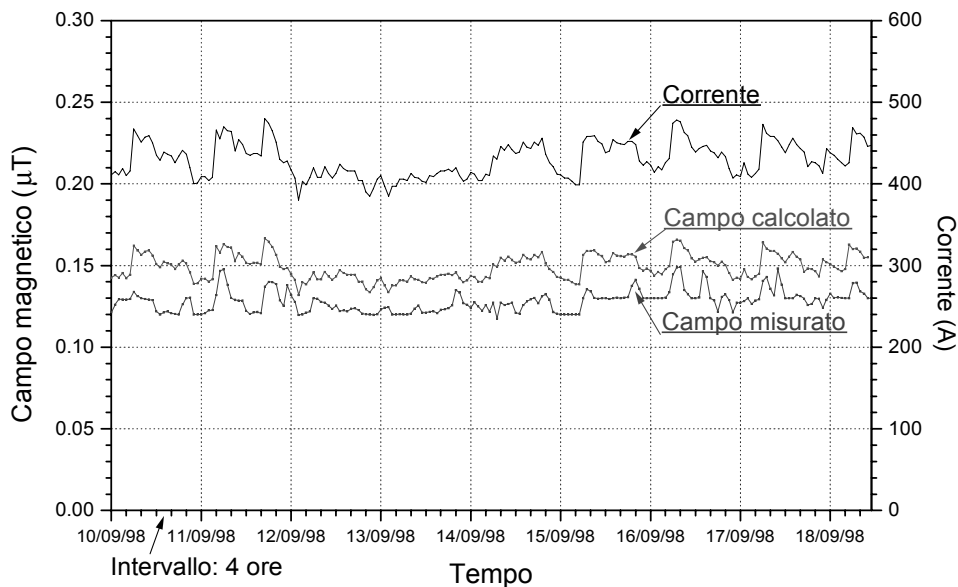


Fig. 3 Confronto tra i livelli di corrente, di induzione magnetica rilevati e previsti.

mancanza dei decreti applicativi previsti dalla L. 36/2001.

E' stata infine realizzata una postazione per il monitoraggio in continuo dei livelli di induzione magnetica per iniziativa del Comune di Rosignano Marittimo. ARPAT ha predisposto un sistema, mostrato in Figura 4, che consente ai cittadini di poter leggere su un video i valori registrati strumentalmente e proiettati attraverso una telecamera attivata dal richiedente. Il sistema viene mantenuto in efficienza da ARPAT, che provvede alla validazione dei dati e alla taratura della strumentazione, oltre che alla emissione di un report per il Comune a cadenza mensile.

Seppure i risultati delle misure abbiano largamente mostrato come il modello previsionale utilizzato abbia correttamente previsto i valori rilevati e, quindi, il sistema descritto nel caso specifico non aggiunga elementi di novità rispetto a quanto possa essere previsto più semplicemente attraverso il calcolo, ciò non di meno i cittadini hanno accolto con favore l'iniziativa, che potrà essere ripetuta soprattutto laddove il calcolo è più complesso, o addirittura impossibile per la mancanza di tutti i dati necessari, come nel caso di coesistenza di linee con versi dei flussi di energia variabili nel tempo.

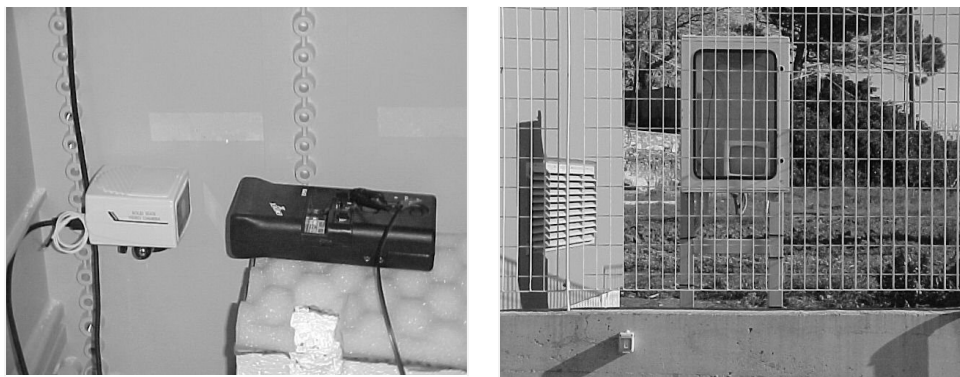


Fig. 4 *Centralina per il monitoraggio in continuo di un elettrodotto nel Comune di Rosignano Marittimo*

Il controllo dei campi elettromagnetici ad alta frequenza

L'attività di controllo dell'Agenzia nel settore degli impianti di radiocomunicazione mira al rispetto di quanto previsto dal D.M. 10 settembre 1998, n. 381, (Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana), in vigore dal gennaio 1999, con limiti tra i più restrittivi del mondo, almeno venti volte più bassi in termini di potenza accettabile rispetto a quelli che la Comunità Europea si è data attraverso una Raccomandazione del Luglio 1999, peraltro non sottoscritta dall'Italia. L'Italia infatti, al fine di tener conto di una situazione di incertezza sui possibili effetti a lungo termine di tali esposizioni, ha scelto la strada della *prudent avoidance*, cioè ridurre le emissioni per quanto possibile, pur garantendo la funzionalità del servizio, e comunque rispettando come misura di cautela un limite di campo elettrico di 6 V/m in tutte le situazioni in cui è possibile una permanenza prolungata e ripetuta di almeno quattro ore giornaliere.

Gli impianti per la telefonia cellulare

A differenza del caso degli elettrodotti, i *limiti* per gli impianti ci sono ed appaiono restrittivi rispetto ad altri paesi europei, e il problema si sposta da un lato nel *farli rispettare*, e dall'altro nel cercare in sede di valutazione preventiva di *ridurre per quanto possibile* i livelli attesi, avuto riguardo alla *qualità del servizio* che tali impianti devono garantire.

L'azione e le strategie di controllo per la telefonia cellulare sono state soprattutto incentrate sulla verifica preventiva dei progetti, proprio per evitare che si verificassero superamenti determinati dalla coesistenza di più impianti, considerando anche i contributi derivanti da eventuali altre sorgenti (impianti radio TV, radioamatori, Forze dell'Ordine, Pronto Soccorso ecc.).

Considerato che centinaia di impianti sono stati installati in Toscana senza che venisse valutato il loro impatto elettromagnetico, proprio perché precedenti al D.M. 381/98, l'impegno di ARPAT è stato ed è tuttora quello di valutare tutti i nuovi impianti e di verificare quelli nelle prossimità, soprattutto quando non sono stati sottoposti a parere preventivo, acquisendo le informazioni tecniche dai gestori, effettuando valutazioni attraverso modelli matematici, misure di fondo elettromagnetico, verifiche ad impianto installato. In Figura 5 sono mostrati, come esempio, i livelli di campo elettrico attesi intorno a una stazione radio base a una certa quota da terra, avendo evidenziato gli edifici esposti a quella quota.



Fig. 5 Livelli di campo elettrico previsti presso una stazione radio base. In bianco sono evidenziati gli edifici alla stessa quota dell'impianto.

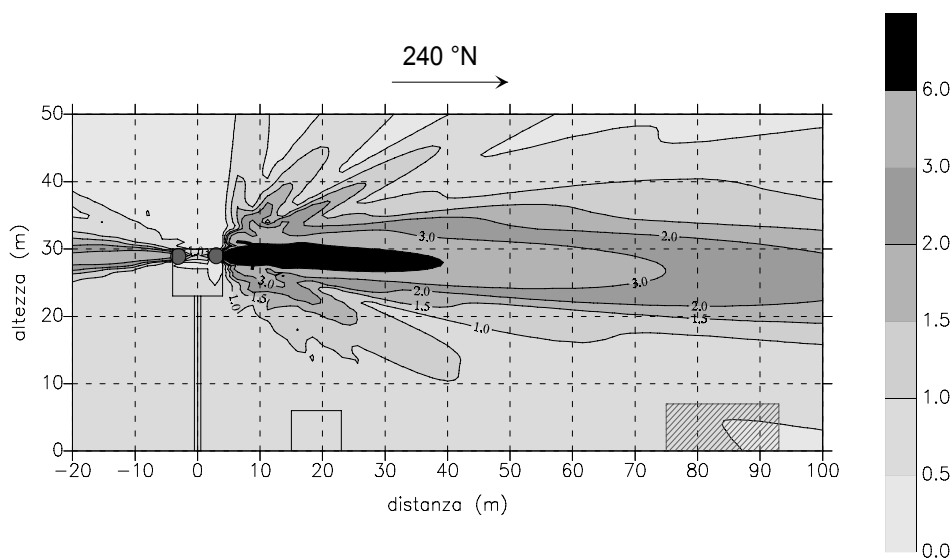


Fig. 6 *Profilo verticale con evidenziati i livelli di campo elettrico a varie distanze dalla stazione radio base e gli edifici interessati.*

In Figura 6 è invece riportato il profilo verticale dei livelli attesi con evidenziati i profili degli edifici interessati a varia distanza.

Laddove è possibile, poiché i vecchi impianti TACS sono notevolmente più inquinanti dei nuovi GSM e DCS, una strategia seguita è quella di ridurre la potenza e favorire il cambio di tecnologia se si presenta l'opportunità di dover installare nuovi impianti in siti già occupati da impianti TACS.

In generale, si cerca di favorire il cositing degli impianti e supportare tecnicamente i Comuni nella scelta dei siti, predisponendo la verifica dei progetti nell'ambito della generalità degli impianti e spingendo i gestori a modificare utilmente le loro caratteristiche radioelettriche, se ne ricorrono le condizioni.

Una impresa ciclopica, per i tempi stretti in cui deve avvenire, dietro la sollecitazione dei cittadini preoccupati, dei gestori pressanti che vogliono migliorare il servizio o creare la propria rete anche per far fronte alle legittime richieste di cittadini ed amministrazioni comunali, che vogliono poterne usufruire.

A tutta questa attività che punta sulla valutazione preventiva si affianca quella relativa ai controlli sul territorio, sugli impianti già realizzati per la

verifica del rispetto dei limiti fissati dalla norma.

Questo è uno dei punti critici nell'applicazione del D.M. 381/98 per le Regioni: anche laddove esistenti come in Toscana, infatti, le Agenzie per l'Ambiente, depositarie dei compiti affidati loro dalla L. 61/94, e quindi in particolare di quelli su tali agenti inquinanti, sono state colte impreparate dalla enorme richiesta da parte della cittadinanza di verifiche puntuali, a fronte di una crescita esponenziale del numero degli impianti.

Impreparate sia per la dimensione del problema che per la novità del tema e l'assenza, o quasi, di figure professionali a ciò dedicate, ma anche perché il decreto sopra citato non lasciava spazio a finanziamenti specifici, né le Agenzie avrebbero potuto distogliere le limitate risorse da altri fronti parimenti rilevanti. In tale ambito, in cui a una domanda preponderante faceva seguito una risposta, per quanto qualificata come nel caso della Toscana, ma sempre numericamente insufficiente, è nato a Livorno nel maggio 1999 il protocollo d'intesa tra gestori degli impianti per la telefonia cellulare, amministrazioni locali, ARPAT ed azienda USL che per la prima volta introduceva:

1. l'obbligo di valutazioni preventive;
2. la pianificazione della collocazione degli impianti in un piano complessivo per tutti i gestori;
3. il concetto che l'onere economico del controllo non dovesse incidere sulla pubblica amministrazione ma, basandosi sul principio "chi inquina paga", sul gestore che induceva il controllo.

L'approvazione della legge regionale n. 54/2000 del 06/04/2000 "Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione", fa propri quei principi alla base dei protocolli di intesa prima citati.

ARPAT, con le risorse a questo punto disponibili, ha predisposto un piano di acquisizione della strumentazione per un investimento complessivo finora di circa un miliardo (ancora in corso con l'acquisizione di un laboratorio mobile dedicato e di un centro di calibrazione dei sensori con camera anecoica in fase avanzata di progettazione) e ha potuto avvalersi di personale a contratto specifico per lo svolgimento dei controlli (dai 5 del 1999, ai 10 del 2000, agli attuali 15), in attesa di effettuare i concorsi già banditi ai fini di creare un nucleo stabile per affrontare tale problematica in maniera idonea.

L'Agenzia, chiamata a interventi quotidiani sul territorio e a misure puntuali, sta acquisendo inoltre alcune centraline per il monitoraggio in continuo, con lo scopo di studiare in maniera più completa i livelli di campo nelle situa-

zioni più complesse, anche per prevedere gli orari più significativi in cui effettuare le misure o stimare i livelli massimi sulla base di rilievi oggettivi. La Figura 7 mostra la centralina in continuo, mentre la 8 i livelli registrati e normalizzati al massimo valore giornaliero, a seguito di una decina di campagne di misura prolungate presso impianti per la telefonia cellulare. E' indicata in figura anche la variabilità del dato in termini di deviazione standard, che risulta comunque assai contenuta. I risultati mostrano che durante la giornata i livelli si mantengono sufficientemente omogenei con variazioni intorno al 20%, di cui si può tener conto nella valutazione dei risultati ottenuti in orari diversi da quelli in cui si verifica il carico massimo.



Fig. 7 *Centralina per il monitoraggio in continuo degli impianti*

I controlli basati sull'emergenza, spesso anche dettata dall'emotività, non consentono però l'ottimizzazione delle risorse disponibili, né dal punto di vista delle risorse umane né da quello dei beni strumentali. Per questo motivo, fermi restando gli interventi urgenti, ARPAT ha, in generale, privilegiato i controlli previsti all'interno di convenzioni stipulate con le amministrazioni locali (Comuni e Provincie).

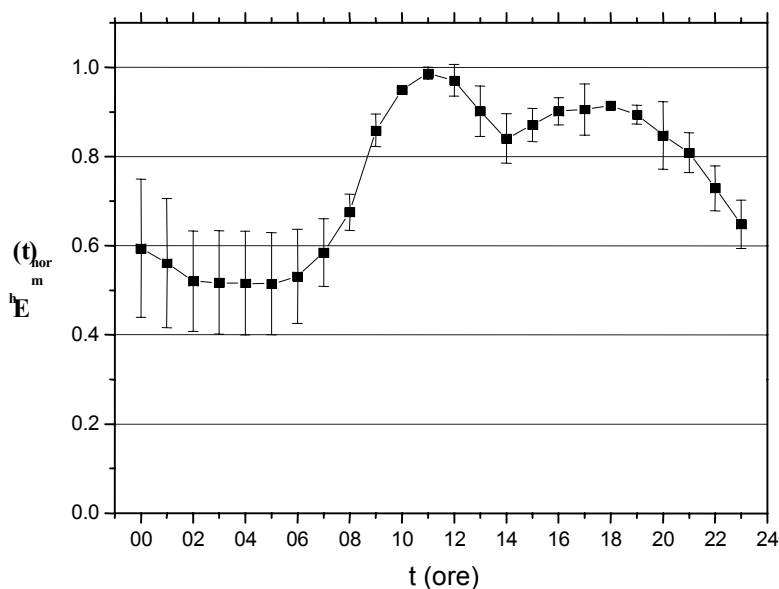


Fig. 8 Andamento temporale dei livelli di campo elettrico nell'arco di una giornata: i risultati sono normalizzati al livello massimo giornaliero e sono relativi ad un campione di oltre una decina di impianti. Le barre sovrapposte al valore orario indicano la deviazione standard dei risultati e quindi la variabilità del valore

Punto saliente di questa collaborazione è mettere a conoscenza della cittadinanza i dati, le valutazioni e i risultati delle indagini, sia partecipando ad assemblee pubbliche che producendo documentazione, anche multimediale, che favorisca la diffusione delle informazioni. Tutto ciò, ovviamente, nel rispetto anche del segreto industriale e delle legittime riserve da parte delle aziende coinvolte, tema questo comunque oggetto di approfondimento per la ricerca di un giusto equilibrio tra le opposte necessità di trasparenza e tutela dei diritti alla riservatezza.

In Figura 9 è mostrata la prima schermata offerta dal CD ROM realizzato a seguito dell'accordo con il Comune di Pisa, i cui contenuti saranno presto reperibili sul sito di ARPAT e che sono comunque disponibili presso il Comune di Pisa. Analoghe iniziative hanno riguardato il Comune di Cecina e quello di Livorno. Lo sforzo, in questi casi, è sia quello di aggiornare nel

tempo quanto prodotto per offrire alla cittadinanza la possibilità di seguire l'evolversi della situazione, sia di poter vigilare in prima persona sugli impianti, di cui è riportata per ogni sito la fotografia relativa alla condizione a cui si riferiscono le valutazioni preventive prodotte dall'Agenzia.



Fig. 9 Frontespizio del CD ROM realizzato da ARPAT per il Comune di Pisa che descrive l'attività di controllo e lo stato degli impianti per la telefonia cellulare nel territorio comunale, riportando le valutazioni preventive e i risultati delle misure eseguite.

Gli impianti Radio-TV

Nel settore degli impianti radiotelevisivi si è cercato di superare il processo di proliferazione selvaggia di concessioni per la trasmissione di segnali radio e TV, verificatosi in passato prima del "congelamento" operato ai sensi della cosiddetta "Legge Mammi". Tale norma ha, di fatto, consentito che, in alcuni casi, avvenisse un'esposizione a campi elettromagnetici, a volte significativa, per quella parte di popolazione residente nei pressi dei siti prescelti

come postazioni ripetitrici di segnale, dove sono di solito presenti diversi chilowatt di potenza di emissione. Particolarmente difficile è stato infatti riuscire a spostare impianti, o ridurne la potenza, proprio per diritti acquisiti e concessioni ministeriali, che cozzavano con situazioni di inquinamento ambientale non trascurabile.

La Regione Toscana, che da sola ospita più di 4000 impianti (circa il 7% del totale nazionale), dovendo produrre un parere al Ministero delle Comunicazioni sul Piano Nazionale di assegnazione delle frequenze televisive ha insediato un'apposita commissione, composta anche da tecnici ARPAT. La commissione ha lavorato per disporre di una mappa aggiornata della situazione, censendo tutti i siti attualmente utilizzati dalle emittenti televisive pubbliche e private e vagliandone, attraverso ARPAT, anche l'impatto dal punto di vista dell'esposizione ai campi elettromagnetici, nella prospettiva di arrivare al risanamento delle situazioni più critiche. Tale attività continua, pur con le difficoltà di applicazione di norme che investono varie competenze e istituzioni pubbliche, ed è caratterizzata da un certo numero di risanamenti realizzati, ma anche di situazioni non ancora risolte.

L'elevato numero di impianti presenti, l'assenza di un catasto delle sorgenti aggiornato, la complessità delle misure sul campo e gli atti amministrativi necessari, rendono l'opera di bonifica e razionalizzazione del settore certamente lunga, ma comunque avviata.

I risultati dei controlli mostrano in ogni caso come valori particolarmente elevati possano essere registrati in prossimità degli impianti. Ciò accade per tutta una serie di motivi, quali ad esempio:

- la potenza degli impianti è particolarmente significativa, centinaia di volte superiore a quella delle stazioni radio base, proprio per il tipo di servizio reso. L'impianto infatti emette da posizioni dominanti e copre aree di varie decine di chilometri quadrati;
- spesso le condizioni degli impianti costruiti parecchi anni fa in assenza di norme che limitavano i livelli di esposizione sono fatiscenti;
- la tecnologia degli impianti è nettamente inferiore a quella propria degli impianti per la telefonia cellulare, per cui i lobi secondari e le perdite sono nettamente più significative.

Quanto descritto lascia intuire come, in assenza di un'azione da parte dei titolari degli stessi impianti o delle società che li gestiscono, i livelli possano superare i limiti di legge. Le verifiche condotte da ARPAT, spesso in collaborazione con l'Ispettorato Regionale del Ministero delle Comunicazioni,

hanno mostrato il superamento dei limiti nel cinquanta per cento dei casi, contro i superamenti occasionali osservati per le stazioni radio base.

La strategia seguita è quindi quella di determinare, in collaborazione con gli Enti Locali, una delocalizzazione degli impianti che impattano aree urbanizzate, o alternativamente di procedere in collaborazione con il Ministero delle Comunicazioni ad una variazione dei parametri radioelettrici che comporti da un lato il rispetto dei limiti e dall'altro il mantenimento delle aree di copertura a cui fanno riferimento le specifiche concessioni ministeriali relative ai singoli impianti.

La Legge regionale 54/2000: un importante strumento di regolamentazione del settore

La Regione Toscana, in attuazione del D.M. 10 settembre 1998, n. 381, ha disciplinato con la LR n 54 del 06/04/2000 l'autorizzazione all'installazione ed alla modifica degli impianti di radiocomunicazione, ottenendo per prima quel visto del Commissario di Governo che era mancato nell'ordine per le leggi emanate dalle Regioni Lombardia, Liguria, Marche ed Emilia Romagna.

I controlli che derivano dall'applicazione della legge sono mirati a garantire:

- a) il rispetto dei limiti di esposizione e delle misure di cautela, di cui agli articoli 3 e 4 del D.M. 381/1998;
- b) l'attuazione, da parte dei soggetti obbligati, delle azioni di risanamento;
- c) il mantenimento dei parametri tecnici dell'impianto dichiarati dal gestore.

I punti fondamentali della legge regionale, che aiuteranno l'azione dell'Agenzia nello svolgimento dei propri compiti a supporto degli enti locali, sono:

- l'obiettivo della legge di dare ordinato sviluppo e corretta localizzazione degli impianti, fissando con Deliberazione di Consiglio le modalità del rilascio delle autorizzazioni comunali, prevedendo anche l'accorpamento degli impianti di emissione su un unico sostegno e la non applicabilità delle procedure di "denuncia di inizio attività" derivate dalle norme "Bassanini";
- la definizione, con la stessa deliberazione, di criteri per l'identificazione delle "aree sensibili" e la relativa perimetrazione, aree dove le ammini-

strazioni competenti possono prescrivere localizzazioni alternative degli impianti;

- l'istituzione presso ARPAT del catasto regionale degli impianti di comunicazione, previa comunicazione da parte dei gestori degli impianti delle loro caratteristiche radioelettriche e geometriche, delle localizzazioni attuali, e delle ipotesi di localizzazione futura, aggiornando la comunicazione e ripresentandola entro il 31 ottobre di ogni anno;

La legge regionale, nel quadro più ampio di quanto previsto nel D.M. 381/98, rende quindi da un lato più rilevante l'azione di pianificazione territoriale, che mira a ridurre concretamente i numerosi contenziosi che attualmente nascono a seguito dell'installazione degli impianti, e dall'altro offre all'Agenzia sia gli strumenti indispensabili per la sua azione, cioè risorse certe, perché *internalizzate al processo* e quindi a carico di chi inquina, sia il catasto delle sorgenti, senza il quale l'attività di controllo risulta spesso difficile.

Conclusioni

Come risulta da quanto descritto, il ruolo e l'attività di ARPAT nel settore del controllo degli impianti di radiocomunicazione si sono sempre meglio delineati e, certamente, le competenze assegnate dalla legge quadro alle Agenzie di strumento operativo di Comuni e Province non possono che portare elementi di chiarezza nel settore del controllo, spesso oggetto di sovrapposizioni e confusione di ruoli.

Tali controlli hanno determinato un impegno significativo, peraltro destinato a crescere, considerate le risorse economiche ad esso destinate dalla Direzione dell'Agenzia. Tali risorse consentiranno di acquisire la strumentazione e il personale necessari per rispondere adeguatamente alle istituzioni e ai cittadini.

La recente emanazione di una legge quadro su una materia così controversa è certo un fatto importante. Non poche saranno le difficoltà derivanti dalla sua effettiva applicazione, sia in termini di atti a cascata necessari (almeno sei, tra decreti e regolamenti), sia procedurali, per l'immane numero di elettrodotti e impianti che potrebbero aver necessità di essere risanati, a seconda dell'entità dei valori limite che saranno definiti dai decreti applicativi. Come sempre, non basta approvare la legge per risolvere i problemi: sono

soprattutto le procedure e le risorse che a ciò si destinano che rendono una legge una buona legge. E' indubbio che sarà proprio sui fatti concreti, sul numero di soluzioni realizzate, di risanamenti completati, che si potrà misurare la qualità di una norma che tante speranze ha acceso in un ampio numero di cittadini da anni in attesa di vedere risolti i propri problemi.

ARPAT ritiene che un'azione sinergica con amministrazioni locali e Aziende USL, l'ottima collaborazione esistente con l'Ispettorato Regionale del Ministero delle Comunicazioni e un confronto continuo e costruttivo con i gestori siano le strategie vincenti per consentire di valutare con attenzione gli effetti sulla salute pubblica attraverso mirate indagini epidemiologiche su vasta scala. Il confronto con i cittadini, l'incremento delle iniziative di informazione e di divulgazione delle attività svolte, rimanendo sempre in ascolto ed offrendo risposte concrete alle esigenze diffuse, sono quanto l'Agenzia si sta impegnando a fare.

LE EVIDENZE EPIDEMIOLOGICHE E GLI STUDI IN CORSO SULLA CANCEROGENICITÀ DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI*¹

Lucia Miligi

Nel controverso dibattito sulla cancerogenicità dei campi elettromagnetici la prima cosa da chiarire è la distinzione, anche rispetto alle conoscenze sugli effetti per la salute, tra campi magnetici “a frequenza estremamente bassa” (ELF a 50 Hz per quanto riguarda la rete europea), ovverosia quelli generati dai sistemi per la distribuzione dell’energia elettrica, primi fra tutti gli elettrodomestici, e dall’utilizzo di apparecchiature elettriche (come per esempio gli elettrodomestici) e campi elettromagnetici ad “alta frequenza” (radiofrequenze RF e microonde MO) - che sono creati dalle antenne per la radio e la televisione, dalle stazioni radio base e dall’utilizzo dei telefoni cellulari, nonché da apparecchiature o dispositivi utilizzati in alcune particolari situazioni lavorative.

Di seguito vengono riportate le evidenze scientifiche, basate in particolare sugli studi epidemiologici, per quanto riguarda i campi ELF e per quelli a RF e/o MO.

Campi magnetici ELF

Nel corso degli ultimi venti anni numerosi studi di tipo epidemiologico hanno cercato di rispondere alla domanda se esista un legame tra esposizione a campi magnetici a bassa frequenza e insorgenza di tumori, concentrando l’attenzione soprattutto sui tumori infantili, in particolare leucemie. Il vivace dibattito inizia nel 1979 con la pubblicazione, sull’ “American Journal of Epidemiology”, di uno studio caso-controllo condotto a Denver, negli Stati Uniti, dalla Dr.ssa Werthamer (Whertimer e Leeper, 1979), nel quale viene suggerito un eccesso di tumori infantili in bambini che avevano vissuto in abitazioni caratterizzate da un’alta configurazione elettrica, secondo un metodo di valutazione dell’esposizione detto *wire codes* (sistema di codifica costruito sulle caratteristiche di linee elettriche e sulla loro distanza dalle abitazioni).

¹ Per completezza il presente testo riporta alcuni studi o valutazioni che sono stati pubblicati successivamente al convegno, che verranno segnalati con un asterisco

Questa del 1979 è stata la prima di un gran numero di indagini epidemiologiche, alcune delle quali sono attualmente in corso, volte a studiare il possibile ruolo dei campi a bassa frequenza nell'insorgenza dei tumori infantili. I dati emersi dagli studi epidemiologici sono a volte discordanti. Alcuni hanno infatti confermato i risultati dello studio di Denver riguardo alla pericolosità dei campi ELF, altri hanno invece rilevato rischi più modesti o assenti.

Uno dei punti critici degli studi epidemiologici sugli effetti a lungo termine dell'esposizione residenziale a campi magnetici a frequenza estremamente bassa è la valutazione dell'esposizione. La maggior parte delle indagini più recenti ha utilizzato (anche in parallelo ai *wire code* negli studi condotti in USA) sistemi di valutazione basati su misure o calcoli di induzione magnetica, più sofisticati e accurati di quelli basati sull'esposizione. I calcoli sono stati usati, di solito, per tenere conto dell'esposizione a sorgenti fisse (linee) (Feychting & Ahlbom, 1993; Olsen *et al.* 1993; Verkasalo *et al.* 1993; Tynes & Haldorsen, 1997; Myers *et al.* 1990; UKCCS, 2000), mentre una valutazione globale dell'esposizione residenziale è stata resa possibile dall'esecuzione di misure dirette (a breve termine – spot - o prolungate per 24 o 48 ore) nelle abitazioni, utilizzando strumenti idonei (Tomeniuous 1986; Saviz *et al.*, 1988; London *et al.*, 1991; Michaelis *et al.*, 1997; Feychting & Ahlbom, 1993; Linet *et al.*, 1997; Dockerty *et al.*, 1998, 1999; Green *et al.*, 1999; McBride *et al.*, 1999; Schuz *et al.*, 2001). In alcuni studi si sono utilizzate misure ottenute mediante dosimetri personali, anche con valutazione della componente non residenziale dell'esposizione (scuola) (McBride *et al.*, 1999).

Sulla cancerogenicità dei campi magnetici ELF sono state scritte numerose rassegne, rapporti e meta-analisi (analisi combinata dei rischi relativi risultanti dai vari studi) da parte di diversi autori o enti di ricerca, a livello internazionale e nazionale. Nel 1997 la commissione del National Cancer Council (NRC, 1997), che ha rivisto e condotto una meta-analisi degli studi eseguiti fino al 1993, ha evidenziato eccessi di rischio negli studi che avevano stimato l'esposizione in maniera indiretta. Nell'ultimo rapporto dell'Istituto Superiore di Sanità vengono presentati invece i risultati di una meta-analisi degli studi condotti fino alla metà del 1998 (Lagorio *et al.*, 1998), che evidenzia un modesto eccesso di rischio per gli studi che avevano utilizzato misure di campo magnetico sulle 24 ore e per quelli basati su calcoli teorici, mentre non sottolinea alcuna associazione tra indicatori di esposizione basa-

ti su misure estemporanee e rischio di leucemia infantile. Nelle conclusioni del rapporto vengono riportate le seguenti considerazioni: *gli studi epidemiologici suggeriscono un'associazione tra l'esposizione a campi magnetici a 50 Hz e leucemia infantile. Il nesso di causalità non è tuttavia dimostrato, sia a causa di limitazioni nel disegno dello studio e nel controllo di potenziali fattori di confondimento, sia per il carattere contrastante dei dati ottenuti mediante differenti procedure di valutazione dell'esposizione (talvolta anche all'interno dello stesso studio) sia infine a causa della mancanza di un chiaro meccanismo d'azione per l'eventuale cancerogenicità dei campi magnetici di frequenza industriale.*

In seguito, il National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS, 1998), su mandato del Parlamento degli Stati Uniti, ha riunito un panel di esperti che, adottando il metodo sviluppato dall'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro (IARC) di Lione per la valutazione dell'evidenza di rischio cancerogeno, ha definito i campi magnetici come "Possibili Cancerogeni per l'uomo - gruppo IARC: 2B" (le categorie di cancerogenicità adottate dalla IARC sono le seguenti: Gruppo 1: cancerogeni certi; Gruppo 2, diviso nei due sottogruppi 2A: cancerogeno probabile, 2B: cancerogeni possibili; Gruppo 3: non classificabile come cancerogeno; Gruppo 4: probabilmente non cancerogeno).

Successivamente, da parte di ricercatori canadesi (Mc Bride *et al.*, 1999) e inglesi (UKCC, 1999), sono stati pubblicati altri studi, di ampie dimensioni e con un'accurata definizione dell'esposizione, in cui non emergono aumenti di rischio associati all'esposizione a ELF. Un recente studio tedesco (Shuz *et al.*, 2001), di più ridotte dimensioni rispetto ai precedenti, presenta invece un'associazione tra leucemia infantile ed esposizioni elevate durante il periodo notturno. In Tab. 1 vengono riportati gli studi più recenti (dal 1997) che hanno adottato metodi diretti di misura dell'esposizione e rischi relativi per la categoria di esposizione più elevata ($\geq 0.2\mu\text{T}$). Come si può notare gli studi europei sono caratterizzati da un numero scarso di soggetti nelle categorie di esposizione più elevata.

Recentemente sono uscite due analisi "pooled" (ri-analisi degli studi in cui sono stati utilizzati i dati originali degli studi caratterizzati da una migliore definizione dell'esposizione al campo magnetico), condotte rispettivamente in USA (Greenland *et al.*, 2000) e in Europa (Ahlbom *et al.*, 2000).

Nell'analisi pooled condotta in USA, su 15 degli studi più recenti e nei quali il campo magnetico era stato misurato (o stimato), gli autori trovano un

rischio aumentato di leucemia infantile per esposizioni al di sopra di $0.3 \mu\text{T}$ (microtesla). Per bambini con esposizione al di sotto di $0.3 \mu\text{T}$, invece, non osservano aumenti di leucemia infantile e concludono che *tali risultati suggeriscono che gli effetti apprezzabili di un campo magnetico, se ci sono, sono concentrati tra esposizioni elevate e non comuni*. Anche nell'analisi pooled condotta in Europa, che ha preso in considerazione 9 tra gli studi più recenti e caratterizzati dall'avere misure prolungate di campo magnetico, gli autori trovano un rischio aumentato di leucemia infantile per esposizioni al di sopra di $0.4 \mu\text{T}$, mentre per esposizioni al di sotto di questo livello il rischio risulta nullo. Gli autori concludono che *per la piccola proporzione di soggetti (0.8%) [in studio] con esposizione maggiore di $0.4 \mu\text{T}$, i dati mostrano un aumento di rischio di circa 2 volte, che è improbabile che sia dovuto a variabilità casuale [...]* La spiegazione per tale stima di rischio elevato tuttavia non è conosciuta, ma distorsioni dovute alla selezione dei soggetti in studio potrebbero spiegare una parte di questo incremento. In entrambi gli articoli gli autori fanno notare che l'aumento di rischio trovato potrebbe riflettere in parte problemi inerenti alla conduzione dello studio (distorsione dovuta alla selezione dei soggetti in studio e/o la partecipazione) e inoltre che nella fascia a più alta esposizione la numerosità del campione è scarsa. Viene quindi ribadita la necessità di nuovi studi in cui siano adeguatamente considerati problemi legati a possibili distorsioni nella selezione dei soggetti ed eventuali confondenti, e che comprendano popolazioni esposte ad alti livelli, al fine di chiarire la relazione tra ELF e leucemie infantili.

Nel marzo del 2001 viene pubblicato il rapporto del National Radiological Protection Board (NRPB, 2001) che ha riportato le conclusioni di un panel di esperti presieduto dall'epidemiologo Sir. R. Doll. Nelle conclusioni viene affermato che *gli esperimenti di laboratorio non hanno fornito alcuna buona dimostrazione che i campi magnetici a bassissima frequenza siano in grado di provocare i tumori, né gli studi epidemiologici sull'uomo suggeriscono nel suo complesso che essi causino il cancro. C'è tuttavia una qualche evidenza epidemiologica che l'esposizione prolungata ai livelli più elevati di campi magnetici a frequenza industriale sia associata a un piccolo rischio di leucemia infantile. In assenza di una chiara evidenza di un effetto cancerogeno negli adulti o di un plausibile meccanismo d'azione sostenuto da evidenze sperimentali su animali o sui sistemi cellulari, l'evidenza epidemiologica non è abbastanza forte per concludere con certezza che tali campi siano una causa di leucemia nel bambino. D'altra parte, fino a quando ulteriori*

ricerche non indicheranno che l'osservazione è dovuta al caso o a qualche artefatto attualmente non riconosciuto, resta aperta la possibilità che l'esposizione intensa e prolungata possa aumentare il rischio di leucemia. All'interno del rapporto, inoltre, tra le raccomandazioni per la ricerca viene ribadita, per quanto riguarda gli studi epidemiologici, la necessità di controllare i possibili problemi, legati al "selection bias", che possono aver afflitto gli studi svolti fino a tale momento, e viene auspicato che i nuovi studi vengano fatti là dove esposizioni elevate siano più comuni.

Nel giugno del 2001 il gruppo di lavoro formato da esperti, nominato dall'Agenzia Internazionale di ricerca sul Cancro di Lione (organismo della OMS) nell'ambito del programma delle Monografie IARC sulla valutazione del rischio cancerogeno per l'uomo, ha concluso la revisione degli effetti dei campi magnetici statici e ELF. La IARC, confermando la valutazione del NIESH, conclude che i campi magnetici ELF sono possibili cancerogeni per l'uomo (categoria di cancerogenicità: 2B). La classificazione dei campi magnetici come 2B si è basata sull'osservazione di associazioni statistiche consistenti tra alti livelli di esposizione residenziale a campi ELF (al di sopra di 0.4 μ T) e un rischio doppio di leucemia infantile. Negli studi, meno dell'1% dei bambini risulta essere esposto a campi magnetici residenziali al di sopra di 0.4 μ T. Bambini con esposizioni al di sotto di 0.4 μ T non presentano incrementi di rischio per leucemia. Nessuna evidenza consistente è stata trovata per l'associazione tra esposizioni a campi magnetici ELF e tumori cerebrali o altri tipi di tumori solidi nei bambini. A causa dei dati insufficienti il campo magnetico statico e il campo elettrico a frequenza estremamente bassa non sono classificabili per la loro cancerogenicità per l'uomo (IARC categoria: 3). Inoltre, per esposizioni residenziali od occupazionali a campi ELF negli adulti, non è stata trovata nessuna evidenza consistente di aumenti di rischio per ogni tipo di tumore (Buffler, 2001, IARC vol. 80, 2002*).

In conclusione, la relazione causale tra esposizione a campi magnetici ELF e tumori, e in particolare leucemie infantili, è ancora da chiarire anche se, in base alle due recenti analisi pooled degli studi condotti con metodi di valutazione dell'esposizione che comprendevano misure dirette o misure calcolate del campo magnetico, si osserva un incremento di rischio di leucemie infantili in bambini esposti a livelli elevati di campo. Alla luce di questi recenti risultati e delle conclusioni del rapporto del NRPB e della valutazione della IARC, si può affermare che, se un effetto c'è, questo è confinato a gruppi di popolazione (in questo caso quella infantile) esposta a livello di

campi ELF elevati e non comuni, ma che comunque sono necessari nuovi studi per chiarire meglio alcuni dei punti cruciali legati alla conduzione di quelli svolti fino a oggi. Va detto inoltre che non c'è chiara evidenza di un effetto cancerogeno nell'adulto, né i numerosi studi animali condotti supportano in maniera convincente l'ipotesi che l'esposizione a campi magnetici ELF aumenti il rischio di tumori (NRPB, 2001).

Nel campo della ricerca va ricordato che è attualmente in corso in Italia lo studio SETIL *Studio multicentrico caso controllo sulla eziologia dei tumori del sistema emolinfopoietico e dei neuroblastomi nel bambino* (coordinatore nazionale Dr. C. Magnani, CPO Torino) che coinvolge 15 regioni Italiane, tra cui la Toscana. Tale studio, di tipo caso controllo di popolazione, prende in considerazione esposizioni ad agenti di tipo fisico, chimico e infettivo e altri fattori di interpretazione ancora incerta. Per alcune esposizioni (ELF ed esposizione a benzene) il livello viene stimato con misure dirette. Ci si attende di includere, in tre anni di attività nelle 15 regioni coinvolte, circa 840 casi di leucemia acuta, 76 di linfoma non Hodgkin, 230 di neuroblastoma e 1700 controlli. Per quanto riguarda la Toscana sono attesi 56 casi di leucemia acuta, 5 di linfoma non Hodgkin, 13 di neuroblastoma e 122 controlli (Salvan 2000, Magnani 2001, Miligi 2001).

Campi elettromagnetici ad alta frequenza (Radiofrequenze RF e microonde MO)

Come già è stato detto, diverse sono le possibili sorgenti, sia in ambiente lavorativo che di vita, che possono esporre a campi magnetici ad alta frequenza. Quelle che in questo momento stanno allarmando maggiormente la popolazione per gli eventuali effetti sulla salute, a seguito della crescente diffusione della telefonia cellulare, sono le radiazioni a radiofrequenza emesse da stazioni radiobase e quelle emesse dai telefoni cellulari.

Gli studi epidemiologici sui possibili effetti cancerogeni delle RF e MO sono in numero minore rispetto a quelli riguardanti i campi elettromagnetici ELF, inoltre sono alquanto eterogenei per ciò che concerne l'esposizione. Finora molte delle informazioni riguardo agli eventuali effetti cancerogeni sull'uomo, legati all'esposizione a RF e MO, sono riconducibili a: 1) studi su popolazioni residenti in prossimità di trasmettitori radio-televisivi; 2) studi su gruppi di individui esposti a radio frequenze per motivi lavorativi; 3) studi sugli utilizzatori di telefoni cellulari.

Studi su popolazioni residenti in prossimità di trasmettitori radio-televisivi

La maggior parte degli studi effettuati su popolazioni residenti in prossimità di antenne radio televisive sono indagini che mettono in relazione i tassi per leucemia, o altri tipi di tumore, riscontrati nei residenti in prossimità delle sorgenti di campi a RF derivanti da antenne radiotelevisive e la distanza da tali fonti. Questo gruppo di studi (in tutto 5 indagini condotte nelle Hawaii, in Australia e in Inghilterra), ha prodotto risultati contrastanti, nel senso che in alcuni si è osservato un aumento di rischio per le leucemie nell'adulto, o nell'infanzia, non confermato in altri. E' stata infatti indagata l'incidenza di tumori tra residenti in prossimità di trasmettitori radio televisivi a Honolulu (Anderson e Henderson, 1996): lo studio rilevava un incremento di tumori totali e di leucemie nella sezione geografica di censimento nelle quali si trovavano i trasmettitori, rispetto ai tassi nazionali. Maskarinec *et al.* (1994), dopo aver condotto uno studio caso controllo conseguente all'osservazione di un cluster, hanno riferito un aumento di leucemie infantili nei pressi di un'antenna delle telecomunicazione della marina alle Hawaii. Gli autori sottolineano che lo studio condotto è basato su un limitato numero di casi e che la definizione dell'esposizione è inadeguata. Anche in un'indagine australiana (Hocking *et al.*, 1996) viene riferito un aumento di leucemie infantili in un'area interna (sei comuni) intorno a trasmettitori televisivi, rispetto ad un'area esterna (sei comuni). Tale aumento di rischio non viene però confermato in un'analisi successiva (McKenzie *et al.*, 1998). In Inghilterra Dolk e collaboratori (1997a), dopo aver osservato un eccesso di rischio di leucemie nell'adulto entro 2 km dall'antenna TV di Sutton Coldfield, hanno condotto un ampio studio su 21 delle maggiori antenne TV della Gran Bretagna. Il RR entro 10 km dai ripetitori era 1.03, IC 95% 1.00-1.07, e non si evidenziavano incrementi di rischio per la popolazione residente entro 2 km (Dolk *et al.*, 1997b). Un recente studio italiano mostra un aumento di rischio rispetto all'atteso per leucemie infantili entro 6 km da una stazione radio, rapporto standardizzato di incidenza = 217, IC95% 99-405. Gli autori commentano che i limiti dello studio sono rappresentati dallo scarso numero di casi osservati e dall'uso della distanza quale surrogato dell'esposizione a radiofrequenze (Michelozzi *et al.*, 2001*).

Studi su gruppi occupazionali

Numerosi sono stati gli studi condotti su gruppi occupazionali, e in particolare: su personale militare USA (Robinette *et al.*, 1980; Garland *et al.*,

1990; Grayson *et al.*, 1996; Szmigielsky *et al.*, 1996) (vedi Tab. 2); su gruppi occupazionali del settore elettricità ed elettronica (Milham *et al.*, 1985; Thomas *et al.*, 1987; Tynes *et al.*, 1992, 1996; Morgan *et al.*, 2000) (vedi Tab. 3). Come mostrato in Tab. 4, sono stati esaminati anche altri comparti lavorativi, tra cui quello della plastica. Qui è stato condotto uno studio di coorte sulle addette di un'industria italiana di prodotti in plastica che avevano mansioni di termosaldatura a caldo (Lagorio *et al.*, 1997). Sono stati intrapresi, inoltre, studi sulla mortalità di radioamatori (Milham, 1988). Nel complesso queste indagini epidemiologiche hanno evidenziato risultati contraddittori; infatti gli incrementi di rischio per leucemie o linfoma o altri tipi di tumori rilevati in alcuni studi, non sono invece stati confermati in altri. Va comunque ricordato che l'indagine su personale addetto alla produzione di telefoni cellulari svolta in USA (Morgan *et al.*, 2000), più recente e caratterizzata da una popolazione di ampie dimensioni, non presenta incrementi di rischio né per tumori cerebrali, né per leucemie. Tra gli studi recenti che hanno preso in considerazione i possibili rischi legati all'esposizione a RF, ne ricordiamo uno di tipo caso-controllo, pubblicato nel gennaio del 2001 e riguardante l'associazione tra RF e melanoma dell'occhio (Stang *et al.*, 2001). L'indagine rileva un'associazione tra questa rara patologia e l'utilizzazione di radio set o telefoni mobili per motivi di lavoro. Come viene ricordato dall'editoriale che accompagna l'articolo lo studio presenta però alcune limitazioni, la più importante delle quali è di non aver considerato l'eventuale esposizione ad altri agenti riconosciuti come fattori di rischio del melanoma, prima fra tutti la radiazione UV.

Studi sugli utilizzatori di telefoni cellulari

Le indagini epidemiologiche sui rischi derivanti dall'uso dei telefoni cellulari sono molto recenti, e alcune sono ancora in corso. Dato che in questo caso l'esposizione a RF è concentrata nella parte della testa, ovvero la parte del corpo più vicina al cellulare, l'attenzione dei ricercatori si è concentrata sui tumori del cervello. Uno studio epidemiologico di tipo caso-controllo svolto in Svezia non evidenzia un aumento di rischio di tumori cerebrali associato all'uso di telefoni cellulari, ma segnala un incremento di rischio non significativo di tumori nell'emisfero cerebrale corrispondente al lato in cui viene usato il telefono con maggiore frequenza (Hardell *et al.*, 1999). Anche due successivi studi (Muscat *et al.*, 2000; Inskip *et al.*, 2001) su tumori cerebrali e uso del telefono cellulare non hanno evidenziato alcuna associazione

tra i due termini, pur non confermando l'osservazione dello studio svedese (Tab. 5). Altri studi di coorte condotti su utilizzatori di telefoni cellulari (Rothman *et al.*, 1996 a,b; Dreyer *et al.*, 1999) non evidenziano un aumento di mortalità per tumori mettendo in risalto, invece, un aumento di mortalità per incidenti stradali. Un recente studio di coorte svolto in Danimarca (Johansen *et al.*, 2001) su 420.095 utenti di telefoni cellulari dal 1982 al 1995, non mostra incrementi del rischio di contrarre tumori cerebrali, del sistema nervoso, delle ghiandole salivari, linfomi e leucemie (Tab. 6). Inoltre non si osservano variazioni del rischio in relazione all'uso del telefono cellulare o in relazione al tempo trascorso dal primo contratto d'utenza. Gli autori fanno notare però che il tempo di latenza potrebbe essere troppo breve per evidenziare un effetto significativo su stati precoci o sui tumori cerebrali a più lenta crescita.

L'unica conseguenza appurata in seguito all'uso del telefono cellulare è invece l'incremento di incidenti stradali, osservato sia tramite studi sperimentali (guida simulata) sia per mezzo di indagini epidemiologiche. Uno studio epidemiologico ha messo in luce un aumento del rischio di incidenti circa 4 volte maggiore da parte di chi utilizza i telefoni cellulari portatili, o a viva voce, durante la guida dell'autoveicolo rispetto ai non utilizzatori (Redelmeier, 1997).

Per una visione completa non vanno dimenticati altri tipi di studi, prime fra tutte le indagini sperimentali su animali. Un importante studio mostra un aumento di rischio di linfoma in topi geneticamente predisposti a questa patologia, esposti a RF (Repacholi, 1997). Questa ricerca necessita di essere replicata ed estesa ad altri livelli di esposizione prima di essere utilizzata per stabilire l'esistenza o meno di un rischio; inoltre non è ancora chiaro quale sia il significato di questi risultati su modelli transgenici allorché si voglia utilizzarli nel campo della salute umana.

In conclusione, gli studi epidemiologici a tutt'oggi disponibili presentano una serie di limiti. In particolare, le indagini su popolazioni residenti in prossimità di antenne radio-televisive e gli studi di tipo occupazionale fanno riferimento a esposizioni a RF molto eterogenee riguardo alle caratteristiche delle sorgenti considerate, alle bande di frequenza e al periodo di tempo esaminato. Inoltre, nella maggior parte dei casi, manca una buona definizione dell'esposizione. Molte ricerche non approfondiscono il ruolo svolto da possibili esposizioni a noti o sospetti cancerogeni, oppure presentano debolezze nel disegno, nella scelta dei controlli e nell'analisi. Riguardo in particolare ai

nuovi e recenti studi sugli utilizzatori di telefonia cellulare, pur con il limite di considerare un breve periodo di latenza per poter evidenziare un effetto notevole su stadi precoci o tumori cerebrali a più lenta crescita, si può affermare che i risultati sembrano essere rassicuranti, dato che non mostrano aumenti di rischio per i tumori ritenuti significativi ai fini di questa esposizione. Per concludere, l'evidenza epidemiologica nel suo complesso non suggerisce, al momento attuale, che l'esposizione a RF utilizzate per la telefonia cellulare possa causare il tumore (RSCEPR, 1999; WHO, 2000; IEGMP, 2000; MES, 2001), rimangono comunque alcune lacune sulle conoscenze che devono essere chiarite.

Alla luce dei dati disponibili, i risultati delle ricerche sugli effetti a lungo termine derivanti dall'esposizione a RF non consentono ancora di formulare valutazioni conclusive. Si tratta infatti di un numero limitato di studi, i cui risultati non sono interpretabili in termini di causa-effetto.

A tale proposito va detto che ulteriori ricerche sono state intraprese a livello internazionale proprio per chiarire alcuni punti critici. Tra quelle attualmente in corso e che coinvolgono l'Italia va ricordato lo studio internazionale INTERPHONE, coordinato dalla IARC (Lagorio *et al.*, 2001), al quale partecipano 13 paesi tra cui l'Italia (viene stimato di includere 500 casi e 600 controlli, per quanto concerne Roma). Con tale studio ci si propone di stimare l'incidenza di neoplasie maligne e benigne cerebrali e delle ghiandole salivari, associata all'uso del telefono cellulare e proporzionale all'intensità di esposizione alle RF utilizzate nella telefonia mobile. L'esposizione viene valutata in maniera indiretta; verranno raccolte informazioni dettagliate su modelli cellulari utilizzati, periodo d'uso, numero e durata delle chiamate. Sono inoltre previste indagini collaterali di validazione per valutare l'accuratezza delle risposte al questionario. Verranno realizzati studi dosimetrici, sia teorici che sperimentali, mirati a valutare l'effettivo assorbimento di energia nei siti anatomici di interesse.

Va ricordato che, in attesa dei risultati di tali studi, la legislazione vigente in Italia (DM 381/98) ha adottato dei limiti cautelativi tra i più restrittivi d'Europa.

Bibliografia

- Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, Tynes T, Verkasalo PK. *A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia*. Br. J. Cancer 2000; 83: 692-8.
- Ahlbom A, Feychting M, *et al.*. *Electromagnetic fields and childhood cancer*. Lancet 1993; 342:1295-6.
- Anderson BS, Henderson AK. *Cancer incidence in census tracts with broadcasting towers in Honolulu, Hawaii*. Report submitted to the Honolulu City Council. Honolulu, Hi: Environmental and Epidemiology Program, Hawaii, 27 October 1986. Citato in: Goldsmith JR. *Epidemiological studies of radio-frequency radiation: current status and areas of concern*. Sci Tot Environ 1996; 180: 3-8.
- Buffler P.A. *Carcinogenic effects of extremely low-frequency electric and magnetic fields: the IARC evaluation*, in atti del Convegno della XXV riunione annuale dell'Associazione Italiana di Epidemiologia "Epidemiologia e Ambiente", Venezia 3-6 Ottobre 2001, pag 139.
- Cantor K.P., Steward P.A., Brinton L. Dosomeci M. *Occupational exposures and female breast cancer mortality in the United States*. J. Occup. environ Med. 1995; 37:336-48.
- Dockerty JD, Elwood JM, Skegg DCG, Herbison GP. *Electromagnetic field exposure and childhood leukaemia in New Zealand*. Lancet 1999; 354 (9194): 1967-8.
- Dockerty JD, Elwood JM, Skegg DCG, Herbison GP. *Electromagnetic field exposure and childhood cancer in New Zealand*. Cancer Causes and Control 1998; 9: 299-309.
- 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 b; 145: 10-17.
- 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 a; 145: 1-9.
- Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ. *Cause-specific mortality in cellular telephone users*. JAMA 1999; 282: 1814-1816.

- Feychting M, Ahlbom A. *Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines*. Am. J. Epidemiol. 1993; 138:467-81.
- Finkelstein MM. *Cancer incidence among Ontario police officers*. Am. J. Ind. Med. 1998; 34:157-62.
- Garland FC, Shaw E, Gorham ED, Garland FC, White MR, Sinsheimer PJ. *Incidence of leucemia in occupations with potential electromagnetic fields exposure in United States Navy personnel*. Am. J. Epidemiol. 1990; 132:293-303.
- Grayson JK. *Radiation exposure, socio-economic status, and brain tumor risk in the US air force: a nested case-control study*. Am. J. Epidemiol. 1996; 143: 480-486.
- Green LM, Miller AB, Villeneuve PJ, Agnew DA, Greenberg ML, Li J, Donnelly KE. *A case control study of childhood leukaemia in southern Ontario, Canada and exposure to magnetic fields in residences*. Int. J. Cancer 1999; 82:161-70.
- Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. *A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia*. Epidemiology 2000; 11: 624-34.
- Hardell L, Näsman Å, Pålsson 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: 113-116.
- Hocking B, Gordon IR, Grain HL, Hatfield GE. *Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers*. MJA 1996; 165: 601-605.
- Independent Expert Group on Mobile Phones (IEGMP). *Mobile phones and health*. Chilton, Didcot (UK): National Radiological Protection Board; 2000.
- 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.
- International Agency for Research on Cancer, WHO. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Non-Ionizing radiation, part 1: Static and Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields* Volume 80. Lyon, France, in preparation*.
- Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, Olsen JH. *Cellular telephones and cancer – a nationwide cohort study in Denmark*. J. Nat. Cancer Inst. 2001; 93 (3): 203-207.

- Lagorio S, Ardoino L, Dippoliti D, Forastiere F, Galiè E, Iavarone I, Martuzzi M, Polichetti A, Salvan A., Vecchia P. *Tumori del distretto cervico-encefalico e uso dei telefoni cellulari*. Natizario ISS 2001, vol. 14 n. 2.
- Lagorio S, Comba P, Iavarone I, Zapponi GA. *Tumori e malattie neurodegenerative in relazione all'esposizione a campi elettrici e magnetici a 50/60 Hz: rassegna degli studi epidemiologici*. Roma: Istituto Superiore di Sanità, Rapporti ISTISAN 98/31, 1998.
- Lagorio S, Rossi S, Vecchia P, De Santis M, Bastianini L, Fusilli M, Ferrucci A, Desideri E, Comba P. *Mortality of plastic-ware workers exposed to radiofrequencies*. Bioelectromagnetics 1997; 18: 418-421.
- Linnet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Robison LL, Kaune WT, Friedman DR, Severson RK, Haines CM, Hartsock CT, Niwa S, Wacholder S, Tarone RE. *Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children*. N. Engl. J. Med. 1997; 337: 1-7.
- London SJ, Thomas DC, Bowman JD, et al. *Exposure to residential electric fields and risk of childhood leukemia*. Am. J. Epidemiol. 1991; 134:923-37.
- Magnani C, Assennato G, Bisanti L, Cuttini M, Ceklentano E, Cocco P, Desalvo G, Forestiere F, Gafà L, Galassi C, Haupt R, Lagorio S, Merlo F, Michelozzi P, Miligi L, Minelli L, Pannelli F, Risica S, Rondelli R, Salvan, Vecchia P. *Studio multicentrico sulla eziologia dei tumori del sistema linfemopoietico e del neuroblastoma in Italia. Disegno e Stato di avanzamento*. In atti del convegno della XXV riunione annuale dell'Associazione Italiana di Epidemiologia "Epidemiologia e Ambiente"; Venezia 3-6 Ottobre 2001, pag 139.
- 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.
- McBride ML, Gallagher RP, Thériault G, Armstrong BG, Tamaro S, Spinelli JJ, Deadman JE, Fincham S, Robson D, Choi W. *Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada*. Am. J. Epidemiol. 1999; 149 (9): 831-42.
- McKenzie DR, Yin Y, Morrell S. *Childhood incidence of acute lymphoblastic leukemia and exposure to broadcast radiation in Sydney – a second look*. Australian and New Zealand Journal of Public Health. 1998; 22:360-367.
- Michaelis J, Schüz J, Meinert R, Menger M, Grigat J-P, Kaatsch P, Kaletsch U, Miesner A, Stamm A, Brinkmann K, Kärner H. *Childhood leukemia*

- and electromagnetic fields: results of a population-based case-control study in Germany.* Cancer Causes and Control 1997; 8: 167-74.
- Michelozzi P, Kirkhmayer U, Capon A, Forastiere F, Biggeri A, Barca A, Ancona C, Fusco D, Sperati A, Papini P, Pierangelini A, Rondelli R, Perucci CA, *Mortalità per leucemia e incidenza di leukemia infantile in prossimità della stazione di Radio Vaticana di Roma* Epidemiologia e Prevenzione 2001, nov dic, anno 25 (6) 249-255
- Milham S Jr. *Increased mortality in amateur radio operators due to lymphatic and hematopoietic malignancies.* Am. J. Epidemiol. 1988; 127; 50-54.
- Milham S. *Mortalità in workers exposed to electromagnetic fields.* Environ Health Perspectives 1985 62:297-300
- Miligi L. *Setil: uno studio multicentrico sulla eziologia dei tumori del sistema linfoemopoietico e del neuroblastoma nel bambino.* Toscana Medica 2001; 6:18-20
- Ministère de l'Emploi e de la Solidarité (MES). *Les téléphones mobiles, leur stations de base et la santé.* Paris: MES – Secrétariat d'Etat à la Santé et aux Handicapés – Direction générale de la santé. 18 Janvier 2001.
- Morgan RW, Kelsh MA, Zhao K, Exuzides A, Heringer S, Negrete W. *Radiofrequency exposure and mortality from cancer of the brain and lymphatic/hematopoietic systems.* Epidemiology 2000, 11 118-127
- 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: 3001-3007.
- National Institute of Environmental Health Sciences (NIESH). *NIEHS Report on health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields.* Portier CJ, Wolfe MS (Eds) NIESH, NIH Publication No. 98-3981, 1998.
- National Radiation Protection Board (NRPB), Report of Advisory Group on Non-ionising Radiation (Chairman Sir Richard Doll). *ELF electromagnetic fields and the risk of cancer.* Chilton, UK. Document of the NRPB; vol. 12, n. 1, 2001.
- National Research Council (NRC). *Possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields.* Washington, DC, USA: National Academy Press, 1997.
- Olsen JH, Nielsen A, Shulgen G. *Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children.* Br. Med. J. 1993; 137:318-30.
- Redelmeier DA, Tibshirani RJ. *Association between cellular-telephone calls*

- and motor vehicle collisions*. N. Engl. J. Med. 1997; 336: 453-458.
- Repacholi MH, Basten A, Gebiski V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in Eμ-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. Rad Res 1997; 147: 631-640.
- Robinette CD, Silverman C, Jablon S. *Effects upon health of occupational exposure to microwave radiation (radar)*. Am. J. Epidemiol. 1980; 112: 39-53.
- Rothman KJ, Chou C-K, Morgan R, Balzano Q, Guy AW, Funch DP, Preston-Martin S, Mandel J, Steffens R, Carlo G. *Assessment of cellular telephone and other radiofrequency exposure for epidemiologic research*. Epidemiology 1996_a; 7: 291-298.
- Rothman KJ, Loughlin JE, Funch DP, Dreyer NA. *Overall mortality of cellular telephone customers*. Epidemiology 1996_b; 7: 303-305.
- Royal Society of Canada Expert Panel Report (RSCEPR). *A review of the potential health risks of radiofrequency fields from wireless telecommunication devices. An expert panel report prepared at request of the Royal Society of Canada for Health Canada*. Ottawa: Royal Society of Canada, RSC. EPR 99-1, 1999.
- Salvan A, Pons O, Roletti S, Erna M, Liguori F, Ciccolallo L, Glassi C, Miligi L, Poggi A, Cannizzaro S, Tumino R, Bortot Polichetti A, Vecchia P, Magnani C for the SETIL workgroup. *A pilot study of residential exposure to extremely low frequency magnetic fields for the Italian epidemiologic study of risk factors for childhood cancer (SETIL)*. In Kostarakis P and Stavroulakis P, eds. *Proceedings of the "Millennium Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields"*, Heraklion, Greece, 17 - 20 October 2000, pp 424-431.
- Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA, et al. *Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields*. Am. J. Epidemiol. 1988; 128:21-38.
- Schuz J, Grigat JP, Brinkmann K, Michaelis J. *Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: results from German population based case control study*. Int. J. Cancer 2001; 91, 728-735.
- Stang A, Anastassiou G, Ahrens W, Broman K, Bornfeldt N, Jokel KH. *The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma*. Epidemiology 2001; 7-12.
- Szmigielski S. *Cancer morbidity in subjects occupationally exposed to high frequency (radiofrequency and microwave) electromagnetic radiation*. Sci

- Tot Environ 1996; 180: 9-17.
- Thomas JR, Stolley PD Stemhagen A, Fonham ETH, Bleecker ML, Steward PA , Hoover RN. Barin. *Humour mortalità risk among men with electrical and electronic jobs:a case control study*. J. Nat. Cancer. Inst. 1987; 79:233-238
- Tomenious L. *50-Hz electromagnetic environment and th eincidence of childhood cacers in Stockholm county*. Bioelectromagnetics 1986; 7:191-207
- Tynes T, Haldorsen T. *Magnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high voltage power lines*. Am J. Epidemiol. 1997; 145: 219-26.
- Tynes T, Hannevic M., Andersen A, Visnes AI, Haldorsen T. *Incidence of breast cancer in Norwegian female radio and telegraph operators*. Cancer Causes and Control 1996; 7:197-204.
- Tynes Y, Andersen A, Langmark F. *Incidence of cancer in Norwegian workers potentially exposed to electromagnetic fields*. Am. J. Epidemiol. 1992; 136 81.
- UK Childhood Cancer Study Investigators. *Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer*. Lancet 1999; 354 (9194): 1925-31.
- Vagerö D, Ahlbom A, Olin R, Sahlsten S. *Cancer morbidity among workers in the telecommunications industry*. Br. J. Ind. Med. 1985; 42: 191-195.
- Verkasalo PK, Pukkula E, Hongisto MY, *et al*. *Risk of cancer in Finnish children living close to power lines*. Br. Med. J. 1993; 307:895-899.
- Wertheimer N, Leeper E. *Electrical wiring configurations and childhood cancer*. Am. J. Epidemiol 1979; 109:273-84.
- World Health Organization (WHO). *I telefoni mobili e le loro stazioni radio base*. Fact sheet n. 193, giugno 2000.

Tab. 1 *Studi recenti (dal 1997) sulle leucemie infantili in cui sono state utilizzate misure dirette di lunga durata, odds ratio (OR) e intervalli di Confidenza (IC 95%) per le categorie di esposizione $\geq 0,2 \mu T$*

Autore, anno, Stato	Casi /controlli	Categoria di esposizione μT	Esposti nei controlli %	OR	IC 95%
Linnet, 1997, USA	629/619	≥ 0.2	11	1.2	0.9-1.8
Michaelis, 1997, D	129/328	≥ 0.2	2	1.5	0.4-5.5
Dockerty 1999, NZ	40/40	≥ 0.2	5	3.3	0.5-23.7
Mc Bride* 1999, Canada	293/339	0.27-1.61	11	0.6	0.3-1.2
UKCCS 2000, UK	1073/1073	≥ 0.2	2	0.9	0.5-1.6
Schuz, 2001, D 2001, D	514/1301	≥ 0.2	1.4	1.6	0.7-3.7

*uso di dosimetri personali

Tab. 2 *Studi occupazionali (di coorte o caso controllo) su personale militare con probabile esposizione a RF (vengono riportati i Rischi Relativi(RR), gli Intervalli di confidenza al 95% [IC 95%] per i tumori del sistema emolinfopoietico e tumori cerebrali).*

Autore, * anno, stato	Popolazione	Patologia	RR	IC 95%
Robinette 1 1980, USA	Tecnici radar USA	Tumori sistema emolinfopoietico	1.2	nr
Garland 1 1990, USA	Tecnici Marina USA Uomini radar	Leucemie	1.1	0.3-2.8
		Leucemie	1.1	0.4-2.6
Grayson 2 1996, USA	Personale aviazione USA	Tumori SNC	1.4	1.0-1.9
Szmigielsky 1 1996, Polonia	Personale militare Polonia	Tumori sistema emolinfopoietico	6.3	3.1-14.3
		Tumori SNC	1.9	1.0-3.47

* tipo di studio: 1 studio di coorte; 2 studio caso controllo

nr= non riportato

Tab. 3 *Studi occupazionali in cui è stato indagato il settore delle telecomunicazioni, elettrico/elettronico con probabile esposizione a RF (vengono riportati i Rischi Relativi (RR), gli Intervalli di confidenza al 95% [IC 95%] per i tumori del sistema emolinfopoietico e tumori cerebrali)*

Autore, * anno, Stato	Popolazione in studio	Patologia	RR	IC 95%
Milham, 3 1985, USA	Operatori radio telegrafo	Tumori del sistema Emolinfopoietico	1.4	nr
Vagero 1, 1985, S	Operatori delle telecomunicazioni	Tumori SNC	1.0	0.3-2.3
Tynes1, 1992, N	Lavoratori settore elettrico	Tumori cerebrali Leucemie	0.6 2.8	0.1-1.7 1.3-5.4
Tynes 1 1996, N	Operatrici radio telefono	Tumori Cerebrali Leucemie	1.0 1.1	0.3-2.3 0.3-2.8
Morgan 1 2000, USA	Addetti industria Motorola	Tumori Sistema emolinfopoietico Tumori SNC	0.5 0.5	0.3-0.8 0.2-1.1

* tipo di studio: 1 studio di coorte; 2 studio caso controllo; 3 studio di mortalità proporzionale

nr= non riportato

Tab. 4 *Studi su altri settori (di coorte o caso controllo) con probabile esposizione a RF (vengono riportati i Rischi Relativi(RR), gli Intervalli di confidenza al 95% [IC 95%] per i tumori del sistema emolinfopoietico e tumori cerebrali ma anche altri tumori)*

Autore, * anno, Stato	Popolazione	Patologia	RR	IC 95%
Thomas 2 1987,USA	Occupazioni con esposizione a RF Polizia Uffici	Tumori cerebrali	1.6	1.0-2.4
Finkelstain 2 1998,USA		Tumori del testicolo	1.3	0.9-1.8
Cantor 2 1994, USA	Occupazioni con probabile esposizione a RF	Tumori della mammella Donne	0.9	0.8-1.2
Lagorio 1 1997, I	Lavoratrici della plastica	Tutti i tumori	2.0	0.7-4.3
Stang 2 2001, D	Soggetti che usano radiotra- smittenti duran- te il lavoro	Melanoma uveale	3.0	1.4-6.3

* Tipo di studio: 1 studio di coorte; 2 studio caso controllo

Tab. 5 *Studi di tipo caso-controllo sul rischio di tumori cerebrali in relazione all'uso di telefoni cellulari (da Lagorio 2001, modificata)*

Studio, anno, Stato	Casi /controlli	Categoria esposizione	OR	IC 95%
Hardell <i>et al.</i> , 1999, Svezia	209 casi 425 controlli (di popolaz.)	Uso si / no	0.98	0.69-1.41
		Ore cumulative d'uso		
		<136 h vs. 0 h	1.01	0.64-1.58
		≥136 h vs. 0 h	0.96	0.61-1.52
Muscat <i>et al.</i> , 2000, USA	469 casi 422 controlli (ospedalieri)	Uso si / no	0.85	0.6-1.2
		Ore cumulative d'uso		
		>0 - ≤ 8.7 h vs. 0 h	1.0	0.5-2.0
		>8.7 - ≤ 60 h vs. 0 h	0.6	0.3-1.3
		>60 - ≤ 480 h vs. 0 h	0.9	0.5-1.8
		>480 h vs. 0 h	0.7	0.3-1.4
Inskip <i>et al.</i> , 2000, USA	782 casi 799 controlli (ospedalieri)	Uso regolare / mai	0.8	0.6-1.1
		Ore cumulative d'uso		
		<13 h vs. 0 h	0.7	0.4-1.2
		13 – 100 h vs. 0 h	0.9	0.6-1.4
		> 100 h vs. 0 h	1.0	0.6-1.5
		> 500 h vs. 0 h	0.7	0.2-1.1

OR = odds ratio; IC 95% intervallo di confidenza al 95%.

Tab 6 *Incidenza di tumori nella coorte degli utenti delle reti telefonia mobile danesi (risultati relativi agli uomini = 85% della coorte), (da Lagorio 2001, modificata)*

Studio	Popolazione in studio	Informazioni sull'uso del cellulare	Neoplasia	Casi	SIR	IC 95%
Johansen <i>et al.</i> , 2001	Cittadini danesi utenti delle 2 compagnie nazionali di telefonia cellulare 420095 soggetti follow-up = 1982-96 1128493 anni-persona	Data primo contratto (1994-95= 69%) Sistema (analogico/digitale) Durata del contratto (media = 3.1 anni)	Tutte le sedi	2876	0.86	0.83-0.90
			Cerebrali e sistema nervoso	135	0.95	0.70-1.12
			Ghiandole salivari	7	0.78	0.31-1.60
			Leucemie	77	0.97	0.76-1.21

SIR = tasso standardizzato d'incidenza; IC 95% = intervallo di confidenza al 95%.

LA PREVENZIONE IN ASSENZA DI CERTEZZE

Lorenzo Tomatis

La certezza assoluta che un singolo agente oppure un'esposizione complessa siano la causa di un particolare tumore è estremamente difficile, o impossibile, da ottenere, quindi nella pratica una ragionevole certezza dell'esistenza di una relazione causale viene generalmente accettata come equivalente a una prova di causalità.

Prendendo ad esempio il caso dei tumori, benché al concetto di causa unica, necessaria e sufficiente, che risale al postulato di Henle-Koch, sia subentrato il concetto di pluralità delle cause o multifattorialità, gli agenti o le esposizioni complesse che sono ufficialmente accettati come cancerogeni umani vengono comunemente interpretati come cause sufficienti. Essi sono in realtà componenti di cause sufficienti o parti di complessi causali (cfr. Paolo Vineis, *Nel crepuscolo della probabilità. La medicina tra scienza ed etica*. Einaudi 1999), ognuna delle quali può essere necessaria, nessuna però di per sé sufficiente, dato che non implicano l'inevitabile manifestazione dell'effetto, bensì l'aumento delle probabilità che questo si presenti. Viene quindi comunemente definito causa di cancro un fattore/agente che aumenta le possibilità che in un individuo si sviluppi un tumore.

Dei due approcci per l'identificazione degli agenti che aumentano la probabilità di ammalare di un tumore, quello epidemiologico dovrebbe fornire l'evidenza non solo che un fattore o agente è cancerogeno, ma anche rendere possibile una valutazione quantitativa del rischio relativo. Il metodo sperimentale ha uno scopo eminentemente qualitativo di fornire l'evidenza di quanto potrebbe verificarsi nell'uomo e di contribuire a fornire elementi utili alla comprensione dei meccanismi coinvolti.

Nel caso degli EMF, a prima vista si può affermare che nessuno dei due metodi ha fino ad ora fornito dati sufficienti per giungere a una conclusione, se non definitiva, almeno largamente accettabile sulla loro effettiva pericolosità.

È stata a lungo dibattuta l'evidenza della correlazione tra EMF e aumento del rischio di leucemia infantile, ma sembra infine che venga generalmente accettata l'esistenza di un RR di 2.0 per esposizioni postnatali a livelli superiori a 0.4 uT, un rischio che non può essere attribuito al caso, ma che la pru-

denza epidemiologica suggerisce che potrebbe almeno in parte essere dovuto a un bias. Il cauto giudizio si completa con la considerazione che, in assenza di un meccanismo che lo giustifichi e in mancanza di una riproducibilità sperimentale, il rischio relativo è di difficile interpretazione. *Dulcis in fundo*, non poteva mancare la raccomandazione di intraprendere nuovi studi volti a saggiare ipotesi specifiche che potrebbero portare qualche chiarimento.

I dati epidemiologici indicano inoltre che vi è un'associazione fra leucemia ed esposizione occupazionale a EMF. Anche in questo caso viene sottolineato che fattori di confondimento potrebbero esserne la spiegazione. Per quanto riguarda tumori in altre sedi, in particolare il tumore mammario e i tumori del SNC, i dati sono considerati troppo vaghi e contraddittori perché se ne possa trarre una conclusione.

Viene solo accennata, e in pratica scartata, l'ipotesi proposta da alcuni studi di un aumento del rischio di cancro a seguito di un'esposizione prenatale o preconcezionale.

Il caso degli EMF è quindi abbastanza esemplare, perché riassume e concentra, o sublima se si vuole, gran parte delle questioni connesse con l'approccio sperimentale ed epidemiologico per l'identificazione delle cause del cancro da una parte, e alla messa in atto di una efficace prevenzione primaria dall'altra.

Le questioni hanno radici antiche, ma per convenzione le si fanno iniziare con gli esperimenti del 1915 in Giappone, che dimostrarono l'inducibilità sperimentale dei tumori, e del 1922 in Inghilterra, i cui risultati dimostrarono la cancerogenicità della fuliggine dei camini sulla pelle dei topi, e che vennero accolti come la dimostrazione incontrovertibile che le osservazioni di Percival Pott sugli spazzacamini erano corrette. Da allora "l'altalena" fra dati sperimentali e dati epidemiologici non è mai cessata: se c'erano gli uni mancavano gli altri e, a seconda dei casi, quelli che mancavano erano regolarmente i più importanti. È sufficiente ricordare, fra i tanti, il caso delle amine aromatiche e del BCME. In tempi recenti e con il progredire delle conoscenze della cancerogenesi si è venuta ad aggiungere a tale "altalena" la possibilità di comprendere alcuni dei meccanismi sottesi alla trasformazione maligna, fornendo in tal modo elementi che rafforzino la plausibilità biologica di un'associazione fra esposizione e aumento di rischio di tumori.

Di fronte a una valutazione incerta sia dell'entità che della stessa esistenza di un rischio, è quasi inevitabile insistere sulla ricerca dei meccanismi nella speranza che possano fornire qualche indizio utile o chiarimento. Capita

talora che ci si addentri talmente nello studio dei meccanismi da dimenticare che il fine primo della ricerca era quello di chiarire non tanto e non soltanto la patogenesi della malattia, ma anche la sua etiologia. Anche se si conoscono molti importanti dettagli dei vari stadi ed eventi che si succedono nel processo di cancerogenesi, si è però tuttora lontani dal conoscere compiutamente la storia naturale dei tumori. In ogni caso sia l' "altalena" di cui sopra che il ricorso alla plausibilità biologica attraverso lo studio dei meccanismi hanno avuto spesso la conseguenza negativa di ritardare o di impedire delle misure di prevenzione.

Nel caso degli EMF è sintomatico che, mentre da un lato si invoca la necessità di scoprire possibili meccanismi a tutt'oggi ignoti, dall'altro si dichiara perentoriamente che le radiazioni emesse dagli EMF hanno un'energia insufficiente per danneggiare direttamente il DNA e sono quindi privi di un'attività iniziante dei tumori. Ammesso e non concesso che ciò sia vero, non appare però rassicurante che questo sia preso di per sè come dimostrazione che gli EMF non costituiscano un rischio per la salute. Restando in campo oncologico, è ben noto che esistono cancerogeni riconosciuti che agiscono con meccanismi diversi dall'interazione col DNA e che, essendo la cancerogenesi un processo a più stadi e per lo più multifattoriale, molti e diversi possono essere gli agenti o i fattori di rischio che intervengono nel processo.

Una forte limitazione dell'approccio sperimentale allo studio della possibile cancerogenicità degli EMF viene dal fatto che gran parte dei saggi sperimentali sono stati concepiti ed eseguiti seguendo gli stessi criteri adottati per lo studio dei cancerogeni che possiamo chiamare tradizionali, mentre non è molto logico, per esempio, investigare gli EMF come se si trattasse di un composto chimico. Se si accetta che le radiazioni degli EMF non sono in grado di alterare direttamente il DNA nucleare, diviene necessario orientarsi verso meccanismi diversi per spiegare le osservazioni epidemiologiche di un aumentato rischio di tumore. Si devono quindi immaginare e progettare approcci sperimentali che mettano in evidenza o escludano meccanismi alternativi che possono sfociare in una modificazione del rischio di cancro.

I tentativi non sono mancati e alcuni indizi si sono accumulati; per esempio sono state registrate alterazioni delle cellule mononucleari periferiche, la possibile induzione di aberrazioni cromosomiche o di qualche segno indiretto di un effetto genotossico (che sarebbe però in contrasto con la generale convinzione che gli EMF non danneggino il DNA), un'alterazione della per-

meabilità della barriera ematoencefalica, che però sembra essere associata all'esposizione ad altissime, ma non a basse, frequenze.

In passato ci sono stati diversi tentativi di mettere un qualche ordine nelle conoscenze delle cause di cancro, di quantificare i rischi attribuibili a determinate cause e di calcolare con una ammessa, notevole approssimazione la proporzione di casi che si sarebbero potuti evitare grazie a una efficiente prevenzione primaria. Il primo tentativo degno di nota è, probabilmente, quello di sir Alexander Haddow nel suo discorso introduttivo al IX congresso internazionale sul cancro a Tokyo nel 1966, seguito due anni dopo da quello molto più articolato di Dick Boyland. Haddow e Boyland erano biochimici, e non pretendevano di avventurarsi in speculazioni epidemiologiche, ma ambedue concordavano che oltre l'80% dei tumori erano da attribuirsi a fattori ambientali e potevano quindi in larga misura essere evitati.

Alla fine degli anni '60 l'epidemiologia si affermava come disciplina fondamentale anche nello studio delle malattie non trasmissibili, inclusi quindi i tumori, per cui i tentativi che seguirono furono nella maggior parte opera di epidemiologi. I più noti sono quelli di Wynder e Gori (1977) e di Higginson e Muir (1979), e infine quello, più elaborato ed esteso, di Doll e Peto (1981).

Tutti e tre cordano, come i due che li hanno preceduti, che la grande maggioranza dei tumori sia dovuta a cause esterne ambientali e potrebbe quindi essere evitata. In questi ultimi studi i fattori di rischio più importanti sono attribuiti agli stili di vita, e cioè la dieta e l'uso del tabacco, con un ruolo che varia fra il 60% e il 70%. I rischi occupazionali si situano fra il 2% e il 6%: solo Doll e Peto includono anche una stima del ruolo di fattori dell'inquinamento (2%) e di prodotti industriali vari (< dell'1%), mentre fra i fattori geofisici sono menzionati le radiazioni ionizzanti e gli UV, ma non gli EMF, che venti anni fa non erano oggetto di particolare preoccupazione.

Doll e Peto ammettono però la possibilità che alcuni prodotti industriali possano causare inavvertitamente un certo numero di tumori nella popolazione generale, ipotesi che, essi suggeriscono, diverrebbe più credibile qualora quegli stessi prodotti avessero indotto tumori dove l'esposizione è più alta, e cioè fra i lavoratori esposti a quegli stessi prodotti per ragioni professionali (il che, per inciso, è un bel riconoscimento del ruolo di cavie umane dei lavoratori dell'industria chimica).

Nel rapporto di Doll & Peto, nella sezione che riguarda il ruolo dei fattori di rischio occupazionale, viene riconosciuto che i cancerogeni occupazionali che sono stati identificati fino ad allora (R. Doll & R. Peto, *The causes*

of cancer. Quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. J. Natl. Cancer Inst., 66: 1191-1308, 1981) “tendono ad essere quelli che aumentano molto sostanzialmente il rischio di un particolare o di particolari tipi di tumore”. E viene aggiunto che altri cancerogeni occupazionali potrebbero non essere stati identificati semplicemente perchè, non avendo destato il sospetto di esserlo, non sono stati indagati, o perchè l'esposizione riguarda un numero troppo esiguo di individui.

Da un lato, quindi, si ammette che certi prodotti industriali (per es. pesticidi) presenti nell'ambiente generale possano contribuire ad aumentare la frequenza di tumori, ma dall'altro si fa dipendere la loro identificazione quali fattori di rischio dal riscontro di una loro cancerogenicità in situazioni dove i valori di esposizione sono molto alti, come nel caso di quelle professionali. Ma tale riscontro dipende a sua volta da una serie di circostanze che lo rendono piuttosto aleatorio, e cioè la preesistenza di un sospetto di cancerogenicità, un numero di esposti sufficientemente alto per assicurare una validità statistica alle osservazioni, e una durata di esposizione e di follow up sufficientemente lungo.

Doll & Peto affermano inoltre che fra le sostanze per le quali esiste un'evidenza sperimentale di cancerogenicità, sia pure ottenuta con dosi molti più alte di quelle alle quali l'uomo è generalmente esposto, alcune (ma non tutte, precisano) potrebbero avere comunque effetto sull'uomo.

Queste affermazioni mettono in luce una certa dose di “elegante ambiguità” che ha permesso agli autori di unire conclamate, e talora amplificate certezze, ad ampie zone di penombra, che persistono tutt'oggi. Attualmente, tale “penombra”, pur rivestendo la stessa importanza è meno notata: ciò dipende dall'enfasi della ricerca biomedica, spostata prevalentemente sulla biologia e la genetica molecolare, che ha fatto prevalere lo studio dei meccanismi e della componente genetica dei rischi a scapito degli studi etiologici e della prevenzione primaria, circoscrivendo quest'ultima quasi esclusivamente al ruolo degli stili di vita. In realtà non si sono fatti grandi progressi, in questi ultimi venti anni, né sulla strada dell'identificazione e quantificazione dei rischi legati a fattori ambientali né su quella della possibilità di prevenirli. Un esempio pertinente sono le discussioni senza fine sui possibili effetti nocivi che i campi elettrici e magnetici potrebbero avere sulla salute.

Nel 1998 il NIEHS pubblicava un dettagliato rapporto, commissionato dal Congresso, sui possibili rischi derivanti dall'esposizione a campi elettroma-

gnetici. Il rapporto terminava classificando EMF di bassa frequenza come possibilmente cancerogeni, adottando la classificazione dell'IARC di 2B, e cioè "The agent or mixture is possibly carcinogenic to humans". L'IARC stessa, in una Monografia attualmente in corso di stampa, ha incluso gli EMF nel gruppo 2B. Quella designata come 2B è un'area di parcheggio piuttosto ampia dato che vi sostano in attesa oltre 200 fra composti, miscele chimiche o esposizioni complesse, fra cui pesticidi come il DDT, il Chlordane, il cloroformio e il tetracloruro di carbonio, la lana di vetro, la benzina, l'acido caffeico tanto caro a Bruce Ames, il diclorometano ecc. Vi si accede quando esiste una "evidenza limitata di cancerogenicità nell'uomo e un'evidenza meno che sufficiente negli animali da esperimento", oppure una "evidenza inadeguata di cancerogenicità nell'uomo ed evidenza sufficiente di cancerogenicità negli animali". Un composto, o miscela oppure esposizione complessa, può comunque essere ammesso in questa categoria, malgrado un'evidenza inadeguata di cancerogenicità nell'uomo e un'evidenza non più che limitata negli animali, sulla base di altri dati di rilievo, come per esempio la mutagenicità o la somiglianza, in certi meccanismi d'azione, con cancerogeni accertati.

Pur essendo raggruppati nella stessa categoria, la quantità e la qualità dei dati che li riguardano variano notevolmente. La possibilità che nel prossimo futuro nuovi dati, tanto sperimentali che epidemiologici, si rendano disponibili per la maggior parte dei composti è piuttosto remota. Sono ben pochi ormai i laboratori o gli istituti universitari o di diritto pubblico al mondo che conducano test a lungo o breve termine di cancerogenicità. Fra di essi il più importante è senza dubbio il NIEHS, con il suo programma NTP. Ad oggi la maggior parte dei test a breve e lungo termine di cancerogenicità e mutagenicità viene eseguita nei laboratori privati delle ditte farmaceutiche o chimiche, con risultati che non necessariamente vengono resi noti. Per quanto riguarda la componente epidemiologica, non sembra che i composti della categoria 2B abbiano suscitato un particolare interesse negli epidemiologi, con qualche eccezione, naturalmente, per esempio per il DDT e gli EMF, ma con risultati non probanti e spesso contraddittori.

Non credo che esistano facili soluzioni per uscire dall'impasse nel quale ci si trova quando si devono gestire situazioni che definirei da categoria 2B, che come nel caso degli EMF si complicano ulteriormente per via dell'enorme diffusione dell'esposizione combinata a una elevata percezione di rischio. Non penso che questa possa essere la sede adeguata per discutere di

una possibile, sebbene utopica, via d'uscita rappresentata da una forte contrazione dei consumi, primo fra tutti quello di energia, che dovrebbe derivare da una radicale modificazione dell'atteggiamento prevalente della nostra società, che in tal modo si trasformerebbe da vorace consumatrice in cauta conservatrice, così come da iniqua distributrice di privilegi in equa distributrice di beni.

Contestualmente varrebbe forse la pena di riconsiderare altre esemplari incertezze nella ricerca etiologica dei tumori, prevedendo di includere anche una ridefinizione del concetto e della definizione di cancerogeno.

Prendiamo quindi ad esempio uno dei tipi di tumore per i quali è stato menzionato, anche se solo marginalmente, un possibile ruolo degli EMF, e cioè i linfomi non-Hodgkin (non-Hodgkin Lymphomas o NHL). Il NHL è uno dei tumori la cui frequenza non solo non scende, ma continua a mostrare rilevante tendenza all'aumento. Negli ultimi trent'anni è passato da malattia rara a malattia non infrequente. Particolare notevole, la sopravvivenza a 5 anni per il NHL sembra essersi stabilizzata, fino ad oggi almeno, attorno al 50%. È stato e continua a essere studiato intensamente; attualmente si sa che alcune traslocazioni cromosomiche fanno parte delle sue caratteristiche costanti, e che esse conducono sia alla sovrastimolazione di un gene che previene l'apoptosi, sia a uno sregolamento delle immunoglobuline. Ci sono stati quindi progressi nella comprensione di cosa stia andando storto nei linfociti, ma non nell'individuazione di ciò che può aver indotto la cellule a commettere alcuni errori.

Vari fattori di rischio sono stati volta a volta incriminati, come i nitrati nell'acqua potabile, i coloranti dei capelli, errori dietetici, e soprattutto l'esposizione occupazionale a solventi organici, pesticidi ed erbicidi. Qualunque sia il ruolo reale di ognuno di questi fattori, nessuno ovviamente da solo potrebbe spiegare il continuo e costante aumento di incidenza del NHL.

In assenza di dati certi non si può che ricorrere a delle ipotesi. Quella che oggi è attualmente "in auge", per quanto vaga e onnicomprensiva essa sia, afferma che l'aumento di frequenza sia da mettere in relazione a una generale modica immunodepressione combinata con occasionali stimolazioni del sistema immunitario. Orientarsi verso un'ipotesi di tal genere significa accettare che qualcosa stia effettivamente accadendo all'insieme della popolazione, un qualcosa che è molto difficile da identificare, dato che gli strumenti epidemiologici di cui disponiamo non sembrano in grado di registrare l'effetto di fattori di rischio di potenza molto ridotta.

A questo punto ci si potrebbe trovare di fronte alla scelta fra un atteggiamento attivo, orientata verso una prevenzione primaria attuata in assenza di certezze (nel caso del NHL potrebbe per esempio significare l'adozione di drastiche misure riduttive nell'uso di pesticidi, erbicidi e solventi organici, e, nel caso degli EMF, all'evacuazione almeno temporanea delle abitazioni esposte ad alti livelli di EMF, modifiche di percorso o interrimento di conduttori e, non ultimo, anche un orientamento verso l'utopica, e pur tuttavia essenziale, riduzione dei consumi), e un atteggiamento "attendista" passivo che ignora la prevenzione primaria a causa delle incertezze etiologiche.

Chiaramente, la prima scelta è in armonia con il principio di precauzione del quale molto si parla oggi. Il principio di precauzione risponde alla necessità e all'urgenza di intervenire quando si è messi a confronto con un rischio potenzialmente serio pur in assenza dell'evidenza scientifica incontestabile di una relazione causa-effetto.

È interessante notare che il principio di precauzione è stato dapprima discusso e infine adottato ufficialmente per la prima volta in occasione della Conferenza internazionale per la protezione del Mare del Nord, nel 1987, nella quale si affermava che l'utilizzo di misure restrittive era necessario per limitare la diffusione di sostanze pericolose, prima ancora che si stabilisse una relazione causa-effetto sulla base di dati scientifici incontestabili. Di principio di precauzione si è continuato a parlare nella difesa dell'ambiente, come per esempio nella dichiarazione di Rio del 1992. Solo in un secondo tempo, però, il principio di precauzione è stato chiaramente esteso alla protezione della salute, enfatizzando sul fatto che l'assenza di certezze non deve essere presa a scusante per giustificare un ritardo nell'adozione di misure di prevenzione. Ma, naturalmente, il processo si complica se si aggiunge la considerazione che le misure di protezione devono non solo essere efficaci, ma anche proporzionate al rischio e con un costo economicamente accettabile. Parrebbe inevitabile concludere che ogni decisione al riguardo verrà presa seguendo criteri e obbedendo a compromessi che non ignorano, ma anche non dipendono da considerazioni scientifiche e tanto meno morali. Purtroppo imperativi politici ed economici possono dominare interamente su quelli dettati dalla prevenzione, basti pensare a come è stata gestita l'emergenza della nube radioattiva di Chernobyl.

Oggi può succedere che un atteggiamento cautelativo e prudente venga sbrigativamente interpretato come anti-tecnologico e anti-scientifico. In

realtà chi assume un atteggiamento cautelativo non fa che riconoscere che il sapere ‘predittivo’ si rivela spesso inferiore al sapere tecnico: il riconoscimento della nostra ignoranza, o quanto meno della nostra limitata conoscenza nel prevedere le conseguenze del nostro sapere, non può che divenire, come dice Jonas (cfr. H. Jonas, *Il principio responsabilità. Un’etica per la civiltà tecnologica*. Einaudi 1993) un “dovere di sapere” e costituire quindi una spinta alla ricerca e non certo un suo arresto.

Il principio di precauzione espresso a questo livello potrebbe rappresentare il rifiuto di un destino ineluttabilmente determinato da ciò che l’uomo è ormai in grado di fare e che soprattutto sembra essere costretto a continuare a fare. Dovrebbe quindi persuaderci a non sentirci più prigionieri di processi da noi stessi iniziati, sottraendoci così a un’inevitabilità che noi stessi abbiamo creato e che sta a noi interrompere, dando priorità prima che al *come*, al *perché* facciamo certe cose.

LE SORGENTI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI

Andrea Poggi

Introduzione

E' necessaria una breve riflessione su alcuni fenomeni che sono raggruppati per affinità di natura fisica, ma non assimilabili come agente inquinante.

- Il campo che orienta la bussola;
- l'attrazione dell'elettrocalamita;
- l'origine della scintilla dell'accendigas;
- la forza del motore elettrico;
- la magneto-terapia;
- il campo degli elettrodotti;
- le onde della radio;
- la Marconi terapia;
- le emissioni del telefonino;
- il fascio del radar;
- il tepore del caminetto;
- la luce;
- gli UVA della lampada abbronzante;
- i raggi X della radiografia;
- i raggi gamma della cobalto terapia;



ELETTROSMOG

Tutti i fenomeni appena citati sono in realtà campi elettromagnetici: si tratta infatti dello stesso agente fisico che risponde alle medesime quattro leggi descritte dalle equazioni di Maxwell. La grande diversità di comportamenti che caratterizzano i campi elettromagnetici dipende da un'unica qualità che li differenzia: la frequenza. Quest'ultima indica la rapidità con cui tali campi variano nel tempo e si misura in Hz (Hertz), la stessa grandezza che compare sulla sintonia della radio (KHz: migliaia di Hz, o Mhz: milioni di Hz) per distinguere un canale dall'altro. Al variare di questo parametro cambia in maniera rilevante il modo con cui un campo elettromagnetico interagisce con la materia. Una parte di questi campi elettromagnetici, quelli che

vanno da qualche decina di Hz a 300 miliardi di Hz, sono da qualche tempo chiamati “elettrosmog”. In realtà, anche per studiare gli effetti sul corpo umano, è bene suddividere questo gruppo di fenomeni in almeno due famiglie per non mescolare “oggetti” che hanno meccanismi di interazione con la materia vivente totalmente diversi tra di loro. Troviamo infatti delle sorgenti importanti di campi a bassissima frequenza (*ELF*) in tutti gli impianti che funzionano con la normale corrente elettrica o che la trasportano. Questi campi sono molto diversi dalle *onde radio* e dalle *microonde* prodotte prevalentemente da apparati di trasmissione.

Impianti a frequenza di rete (ELF)

Tutti i conduttori di alimentazione elettrica, dagli elettrodotti ad alta tensione fino ai cavi degli elettrodomestici, producono campi elettrici e magnetici dello stesso tipo. La loro frequenza è sempre 50 Hz (60 Hz negli USA): a questa frequenza il campo elettrico (Volt per metro o V/m) e quello magnetico (microTesla o μT) sono indipendenti; è così possibile trovare molto alto il campo elettrico e assente quello magnetico o viceversa. Il campo elettrico di queste sorgenti è facilmente schermato dalla maggior parte degli oggetti. Sono un buono schermo non solo tutti i conduttori (metalli), ma anche la vegetazione e le strutture murarie. Inoltre si ottiene una riduzione del campo anche quando lo schermo non è continuo, e addirittura “all’ombra” di oggetti conduttori come alberi, recinzioni, siepi, pali metallici ecc.; per questo motivo non si è mai ritenuto che il campo elettrico generato da queste sorgenti possa produrre un’esposizione intensa e prolungata della popolazione. Esposizioni significative a questo campo elettrico si possono avere solo per alcuni tipi di attività professionali.

Il campo magnetico prodotto dagli impianti elettrici, invece, è poco attenuato da quasi tutti gli ostacoli normalmente presenti, per cui la sua intensità si riduce soltanto, in maniera solitamente abbastanza ben predicibile, al crescere della distanza dalla sorgente. Per questo motivo gli elettrodotti possono essere causa di un’esposizione intensa e prolungata di coloro che abitano in edifici vicini alla linea elettrica.

L’intensità del campo magnetico è direttamente proporzionale alla quantità di corrente che attraversa i conduttori che lo generano e pertanto, come, ad esempio, nel caso degli elettrodotti, non è costante ma varia di momento in momento al variare della potenza assorbita (i consumi).

Negli elettrodotti ad alta tensione non è possibile definire una distanza di sicurezza uguale per tutti gli impianti, proprio perché non tutte le linee trasportano la stessa quantità di energia, ma tenendo conto delle caratteristiche tipiche di questi impianti si possono dare delle utili indicazioni di massima:

1. per nessun tipo di elettrodotto si possono riscontrare campi superiori ai limiti di legge nelle zone accessibili in prossimità dei cavi;
2. il campo scende comunque al di sotto dei livelli unanimemente considerati trascurabili (0.2 microTesla) a distanze superiori ai 50 metri per le linee a 130 kV, superiori ai 100 metri per quelli a 220 kV, superiori ai 150 metri per quelli a 380 kV;
3. nel caso delle cabine di trasformazione campi significativi si possono trovare soltanto entro distanze di qualche metro dal perimetro della cabina stessa: nel caso di appartamenti posizionati sopra la cabina normalmente i campi sono molto contenuti, ad eccezione di una piccola regione di pochi metri quadrati posta sulla verticale del trasformatore; campi un po' più intensi si possono trovare nelle stanze direttamente adiacenti a tali impianti.

Impianti di trasmissione radio televisivi

La maggior parte di questi impianti trasmette *onde radio* con frequenze comprese tra alcune centinaia di kHz e alcune centinaia di MHz. A partire da pochi metri di distanza dalle antenne si genera un'onda in cui il campo elettrico e quello magnetico variano insieme. Si può così utilizzare indifferentemente l'unità di misura del campo elettrico (V/m), quella del campo magnetico (microTesla) o anche quella della potenza dell'onda (W/m^2) per definirne l'ampiezza. Questa diminuisce rapidamente all'aumentare della distanza dalle antenne emittenti ed è inoltre attenuata sia dalle strutture murarie che dalla vegetazione presente. Questi impianti servono generalmente un'area molto vasta con trasmettitori di grande potenza (10 000-100 000 Watt) posizionati su dei rilievi che godono di una buona vista sull'area servita. L'aumento della potenza di trasmissione migliora la qualità del segnale ricevuto e l'ampiezza della zona coperta: questo fatto può indurre ad utilizzare potenze superiori a quelle autorizzate. Gli impianti di diffusione, normalmente collocati lontani dai centri abitati, spesso ricevono il segnale da amplificare tramite collegamenti in alta frequenza, effettuati con impianti molto

direttivi e di piccola potenza, direttamente dagli studi di trasmissione. Così, sopra questi edifici, spesso collocati nei centri urbani, compaiono normalmente antenne di foggia varia, che producono campi dello stesso tipo di quelli diffusi dai ripetitori, ma di intensità assai più contenuta e diretti in maniera da non incontrare ostacoli nel loro cammino.

Stazioni per la telefonia cellulare

La telefonia cellulare utilizza onde radio a frequenza un po' più alta (900-2100 Mhz), ma non sostanzialmente diversa, da quella degli impianti di tipo televisivo. Ogni stazione però copre in questo caso un'area molto ridotta: infatti il numero di telefonate contemporanee che riesce a servire è limitato, è quindi necessario che il numero di utenti all'interno dell'area servita non sia troppo elevato per evitare congestioni di traffico. Inoltre, poiché la trasmissione è in questo caso bidirezionale, non è possibile migliorare la qualità del servizio aumentando la potenza del trasmettitore, poiché questo migliorerebbe la qualità della ricezione solo in una direzione (dalla stazione verso il telefonino) ma lascerebbe immutata la qualità della trasmissione nell'altro verso (dal telefonino alla stazione); la potenza trasmessa è sostanzialmente uguale per tutti gli impianti e il diverso livello di copertura viene ottenuto variando la qualità dell'antenna (che influenza sia la trasmissione che la ricezione). Per questo motivo le stazioni radio base (è questa la denominazione tecnica dei "ripetitori dei telefonini") sono equipaggiate con antenne che dirigono la poca potenza impiegata soprattutto verso gli utenti lontani, quindi in orizzontale. L'intensità delle onde dirette verso il basso è meno di un centesimo di quella trasmessa nella direzione di massimo irraggiamento: nelle aree sotto le antenne non si trovano dunque mai livelli elevati di campo elettromagnetico. Nonostante le dimensioni, talvolta molto appariscenti, questi impianti irradiano potenze molto contenute che vanno dai 500 W di una stazione con i vecchi impianti TACS (solo alcune TIM) ai 200 W di una stazione dual-band, mentre le nuove stazioni UMTS potranno funzionare con meno di 50 W emessi. Con queste potenze la zona nello spazio nella quale si possono trovare livelli di campo superiori ai valori di tutela dell'attuale normativa (6 V/m) si estende per 40-80 metri davanti alle antenne, normalmente al di sopra dei tetti dei palazzi vicini. Le modalità con cui tale stazioni irradiano i campi dell'area circostante sono molto ben predicibili, in modo che, con un progetto sufficientemente dettagliato degli impianti è possibile garantire che

i livelli di campo in tutti i gli edifici circostanti, così come nelle aree occupate stabilmente da comunità di persone, siano inferiori ai limiti di legge. A questo riguardo va osservato che, diversamente da quanto succede per altri tipi di impianti radio, la potenza emessa dalle stazioni radio base non è costante nel tempo: cresce quando il traffico telefonico è intenso, mentre quando questo è scarso, ad esempio la notte, si riduce fino a un valore minimo tipicamente di 15-50 W; nonostante questo, nelle procedure di approvazione dei progetti delle nuove stazioni, ARPAT effettua il confronto con i limiti ipotizzando un funzionamento prolungato della stazione alla massima potenza di cui è capace.

Il telefonino

Il telefono mobile emette lo stesso tipo di onde delle stazioni radio base. La *potenza massima* prodotta dall'apparecchio è di 1-2 W, e buona parte di questa viene assorbita direttamente dalla testa di chi sta telefonando. L'esposizione prodotta da quest'apparecchio, a differenza di quelle trattate in precedenza, è necessariamente di più breve durata e localizzata in una piccola porzione del corpo, ma normalmente assai più intensa di quelle prodotte dall'impianti di trasmissione. La potenza effettivamente emessa dal telefonino durante la trasmissione è in realtà molto variabile, perché si aggiusta automaticamente in relazione alla bontà del segnale che riceve: dove vi è una buona "copertura" l'apparato riduce la potenza trasmessa per evitare un inutile consumo delle batterie, mentre dove la ricezione dalla stazione radio base è più difficile utilizza tutta la potenza disponibile. I livelli di esposizione che questa potenza può introdurre nei tessuti circostanti l'apparecchio dipendono anche dai dettagli costruttivi del telefono stesso e possono variare di molto da modello a modello. Da tempo si sta lavorando ad una standardizzazione del modo di misurare l'esposizione conseguente all'utilizzo dei telefonini, così da poterla dichiarare quantitativamente sulla confezione dei diversi modelli, per consentire ai consumatori di scegliere il prodotto anche sulla base di questa caratteristica. In attesa di questa ulteriore possibilità, alla luce di quanto detto, si può capire che telefonare da posizioni che assicurino un buon segnale e/o utilizzare un auricolare per conversare in modo che l'apparecchio telefonico sia un po' più distante dal corpo, sono due accorgimenti che fin da ora ci consentono di ridurre, cautelativamente, l'esposizione a campi elettromagnetici nell'uso del telefonino.

IL RUOLO DELL'AGENZIA REGIONALE DI SANITÀ: GRUPPI OPERATIVI

Eva Buiatti

Questo pomeriggio è dedicato, mi sembra, non tanto alla presentazione e discussione dei risultati scientifici, quanto piuttosto allo sforzo di organizzare una serie di bisogni e di pianificare possibili miglioramenti dell'azione da intraprendere riguardo a una tematica sensibile come quella relativa ai campi elettromagnetici. In questo senso riporto brevemente qualche notizia sul ruolo ricoperto dall'Agenzia Regionale di Sanità. L'Agenzia è una struttura recente, operativa dal settembre 2000, e ha al suo interno tre osservatori. Quello in questo caso più direttamente coinvolto è, ovviamente, l'osservatorio epidemiologico. Basandomi anche su alcuni aspetti della discussione odierna ritengo di poter affermare che attualmente stiamo vivendo, in maniera paradossale, una fase di crisi del rapporto tra scienza e opinione pubblica. Questa crisi è paradossale dal momento in cui è proprio la scienza, quella in particolare legata alla tecnologia, che sta trasformando rapidamente il mondo: se da un lato esiste una crisi, dall'altro persistono comunque un uso estremamente diffuso e un'incisività del metodo scientifico, nel bene e nel male, particolarmente accentuati. Uno dei motivi è da ricercarsi in uno sfasamento tra i tempi della scienza (soprattutto la scienza deputata alla valutazione dei danni) e la tecnologia, che della scienza applica i metodi trasformando la nostra realtà, l'ambiente. Non c'è dubbio che questo sfasamento temporale esista: per fare un esempio, dapprima si diffonde l'uso della telefonia cellulare, ma solo in seguito, e con grande fatica, si rincorrono le prove di danno o di innocenza riguardo all'applicazione di questo tipo di tecnologia. Inoltre sussiste anche un problema generale, che non riguarda solo il pubblico, ma è proprio anche dei ricercatori, che ho chiamato *comprensione delle incertezze*: il rendere conto *completamente* (in maniera cioè "comprensiva"), anche nei confronti dei cittadini, delle incertezze, è un compito che la scienza e la ricerca non hanno, a mio parere, sufficientemente svolto fino ad oggi anche perché proprio all'interno non c'è stata abbastanza chiarezza su questo tema. Infine esiste comunque, ed è sempre esistito sebbene attualmente venga vissuto con particolare drammaticità, uno scollamento importante, non solo temporale e quantitativo, ma anche qualitativo, tra le conoscenze che si accumulano e le decisioni in merito, soprattutto riguardo alla difesa della salute,

diciamo così, a discapito o comunque a “riadattamento” delle tecnologie.

Circa queste tematiche, molto generali, ritengo che si possa intervenire, cercando di contribuire al massimo mediante i ‘mattoncini’ della nostra esperienza e con la nostra modesta competenza, nell’ambito di un dibattito internazionale estremamente complesso e non risolvibile a livello locale. Tuttavia ci sono altri aspetti, anch’essi importanti, che assumono rilevanza a livello locale ai quali possiamo provare a dare un contributo di miglioramento, contribuendo quindi a ridurre la crisi che esiste fra scienza e opinione pubblica. Si tratta della capacità o meno di intervenire sul problema, già ricordato spesso stamattina, della sfiducia nelle istituzioni, che trova una sua causa anche nella difficoltà che insorge nel tentativo di coordinare rappresentanti scientifici e istituzionali, ma anche di coordinare tra loro i soli rappresentanti scientifici, che spesso possono e tendono ad agire in maniera autonoma.

C’è un punto abbastanza importante, rilevato oggi diverse volte, che riguarda la questione dei possibili conflitti di interesse. Sono d’accordo con Bertollini nel dire che non abbiamo modi inattaccabili di valutare i conflitti di interesse, a meno che non si organizzi un’“agenzia investigativa” multipotente... Potremmo però seguire la linea di condotta degli anglosassoni che esplicitano i conflitti, dandone una dimensione “pubblica” che può essere o meno accettata; quindi dar luogo a una trasparenza applicata alla valutazione di ciò che quel determinato gruppo, legato a un particolare conflitto di interesse, è stato in grado di produrre. In Italia non abbiamo un’analoga tradizione; al di là dell’OMS, io credo invece che dovrebbe sussistere a riguardo una normale procedura di espressione dei pareri: il gruppo di lavoro si auto-definisce, ovviamente con documentazione, rispetto ai conflitti di interesse.

Rispetto a questi elementi di crisi che ho delineati adesso è indubbio che i campi elettromagnetici rappresentino un paradigma, senza dimenticare però che non sono l’unico tema in oggetto attualmente. Oggi, giustamente, proprio perché si tratta di un paradigma, il convegno è dedicato a questo argomento, tuttavia se si parla di inceneritori, di inquinamento dell’aria, di organismi geneticamente modificati, se si affronta tutta una serie di altre questioni rilevanti, l’ordine di idee rimane il medesimo, per quanto gli interventi non abbiano, a volte per mancanza di forze fisiche materiali, nello stesso tempo la stessa forza.

Da queste considerazioni traspare un ruolo evidente che deve essere svolto a livello regionale. Il ruolo delle Regioni non appare in contrasto, ma anzi coerente con l’eventuale opportunità e necessità di ciò che stamani è emerso

varie volte, ovvero il *principio di precauzione*. Non è in contrasto con l'applicazione del principio di precauzione organizzare una sorveglianza attraverso la letteratura scientifica, che permetta di adattare eventuali limiti o misure da attuare sulla base di tale principio via via che emerge l'evidenza scientifica, e da ricalibrare a seconda di quali siano le informazioni che di volta in volta sono evidenziate dalla letteratura internazionale. Questo meccanismo in evoluzione, che è contenuto, per esempio, nella raccomandazione dell'Unione Europea per il principio di precauzione, non è contemplato nella nostra legislazione. Essa, per ora, laddove rammenta questo principio, lo stabilisce come un dato di fatto da applicare *hic et nunc*. In realtà nel meccanismo stesso del principio di precauzione ci deve essere la possibilità di aggiornare tramite opportune indagini scientifiche i contenuti del principio stesso. Occorre quindi un referente, autorevole e accettato, che individui i progressi nel campo, che li riassume, che li riconsideri. Ciò deve avvenire anche a livello locale, per il quale, è evidente, bisogna assicurare la conoscenza del territorio: dove siano cioè dislocati i punti di emissione che si vogliono controllare e che caratteristiche abbiano; a tale riguardo, le mappe rivestono notevole rilevanza. In quest'ottica occorre soffermarsi sull'importanza della comunicazione, che in un recente convegno allo OMS è stata definita "conversazione", con un termine cioè che più chiaramente sottolinea la bidirezionalità tra chi parla e chi ascolta. Ispirandoci a un tale principio è possibile, a livello locale, esplicitare i conflitti di interesse, fare uno sforzo di integrazione delle competenze tecniche, lavorare per connettere la scienza con le decisioni politiche. Tutte queste possibili funzioni hanno portato all'idea (e in seguito identificherò quelli che potrebbero essere i protagonisti nell'ambito di questo progetto) di una possibile istituzione di quello che si può chiamare 'gruppo operativo', o task force regionale, su tematiche rilevanti, di relazioni ambiente-salute, con obiettivi specifici, in grado cioè di unire le competenze che esistono a livello regionale per produrre e mettere a disposizione conoscenze e materiali coerenti con gli obiettivi sopracitati. Abbiamo perciò organizzato tre gruppi di lavoro, che sono tra loro fortemente correlati (i primi due sostanzialmente sono propedeutici al terzo): un primo che si occupa dell'integrazione dei sistemi informativi ambientale e sanitario; un secondo che lavora su linee guida di epidemiologia ambientale; il terzo, quello propriamente detto 'task force', opera su temi di ambiente e salute.

Si è discusso sugli aggettivi che dovrebbero connotare questa specifica tipologia di gruppo "condiviso". E' necessario che gli interlocutori possano

appurarne l'autorevolezza, la competenza, l'indipendenza, l'assenza di conflitti di interesse o, nell'eventualità che ci siano, le motivazioni specifiche che li possono determinare; la trasparenza, ovvero la capacità di fornire informazioni perfettamente comprensibili riguardo al processo che le ha prodotte - e quindi la possibilità di dimostrare il modo in cui si è giunti a determinate conclusioni - la collaboratività, unendo le competenze quanto più possibile a livello regionale, con, ovviamente, la possibilità di usufruire di consulenze, di rapporti laddove sia necessario; e infine la capacità di integrarsi fra i due settori principali dell'ambiente e della salute e dedicarsi a tematiche specifiche, per esempio rivolte all'argomento dei campi elettromagnetici, il primo tema oggetto di questa collaborazione. Questa ipotesi prende a modello tante esperienze fatte all'estero, dagli Stati Uniti all'Inghilterra, dove la commissione nazionale inglese sui campi elettromagnetici ha prodotto un documento che ha ridefinito - per quanto riguarda il livello ritenuto accettabile per la cultura di quella popolazione - le evidenze in modo condiviso, autorevole, trasparente, collaborativo, così come ci stiamo proponendo di effettuare in ambito nazionale.

Tutto questo è reso possibile dal fatto che esistono due agenzie che collaborano tra loro, l'Agenzia Regionale di Sanità e ARPAT, e alcune strutture di alto livello professionale-scientifico specialistiche, in particolare l'Epidemiologia Ambientale del CSPO e quella del CNR, che sono in relazione diretta e in collaborazione strutturale rilevante con i Dipartimenti di Prevenzione, organismo tecnico locale del Sistema Sanitario. Esiste poi, nell'ambito di questo sistema, un interlocutore importante esclusivamente finalizzato alla necessità di correlare l'informazione scientifica con l'azione: è il ruolo svolto dai due Dipartimenti regionali del Diritto alla salute e dell'Ambiente; vanno considerati entrambi perchè il rapporto ambiente e salute deve essere oggetto di interesse e valutazione da parte di un'agenzia congiunta.

Sia chiaro che un gruppo di questo genere è indipendente: lavora su un tema scientifico, e la relazione con l'ente decisionale da un lato, e i sindaci, i cittadini, le forze sociali dall'altro, è una relazione positiva, fortemente interlocutoria e collaborativa che tuttavia non va mai ad "intaccare" la sua indipendenza. Attualmente si lavora per pianificare lo stato dell'evidenza scientifica su tematiche di tipo ambientale interessanti ai fini della salute dei cittadini. Presentiamo questa proposta anche perché riteniamo che il riferimento per misurare l'efficacia di questo metodo siano proprio i campi elet-

tromagnetici, in quanto possiedono caratteristiche di impatto sull'opinione pubblica, e implicano comunque un impegno delle forze tecniche di questa regione - al di là di qualunque parere personale degli operatori del settore - tenendo conto peraltro delle incertezze e delle difficoltà nel riassumere e uniformare le motivazioni tecnico scientifiche con le posizioni ufficiali degli organismi, internazionali o nazionali, responsabili della legislazione in materia. La risoluzione di questa problematica, probabilmente, consentirà di dare un esito anche alle altre questioni. Il metodo da seguire, indipendentemente dai temi specifici, dovrebbe essere sempre lo stesso; essenziale è il poter affiancare a qualunque decisione presa a livello politico una sorveglianza continua dell'informazione scientifica, in modo da poter avviare e consolidare un processo dialettico che permetta, nella consapevolezza della complessità di questo rapporto, la coesistenza tra le decisioni politiche e le motivazioni scientifiche.

LA POSIZIONE DELL'OMS

Roberto Bertollini

Da tempo l'OMS sta approfondendo le tematiche legate ai campi elettromagnetici portando avanti un progetto molto ampio - l'*International EMF Project* - che è iniziato nel '96 e che ha il coordinamento a Ginevra, dove esiste un *International Advisory Committee*, il cui scopo è di fornire un riferimento preciso per quanto concerne la revisione aggiornata delle conoscenze disponibili e la loro valutazione. L'*International EMF Project* rappresenta uno sforzo di coordinamento e orientamento di alcune problematiche all'interno delle politiche della ricerca, anche con l'obiettivo di raggiungere standard internazionali e di fornire poi indirizzi riguardo alle politiche di prevenzione. Le informazioni sul progetto sono disponibili sul nostro sito Internet (www.who.it), che è molto ampio e contiene anche una notevole documentazione in italiano.

Il problema sta nel valutare gli effetti biologici e sanitari delle onde elettromagnetiche. Il metodo utilizzato all'interno del progetto sui campi elettromagnetici è quello di una valutazione complessiva delle evidenze disponibili; una valutazione che tenga conto, appunto, del giudizio di una comunità scientifica in relazione alla forza dell'evidenza che emerge dagli studi effettuati sull'uomo e sugli animali e da altri studi rilevanti, e che tenga conto anche di quelle che sono le valutazioni effettuate dalle altre agenzie o organizzazioni internazionali che lavorano in questo settore, come l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) o l'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).

Come è stato ricordato la letteratura scientifica sulle onde elettromagnetiche a bassa frequenza è ormai molto abbondante: pare che sia addirittura il secondo argomento più studiato dopo quello delle radiazioni ionizzanti, e da essa si può concludere che esiste una certa evidenza di una relazione tra esposizioni a basse frequenze e malattie umane. Certamente occorrono nuovi studi per migliorare la comprensione di alcuni fattori, dei fattori di confondimento, di alcuni possibili bias, e per poter ragionare in maniera più precisa sulla relazione tra esposizione e malattia; però non penso che nel campo delle onde elettromagnetiche a bassa frequenza siano necessarie molte, ulteriori, ricerche.

Credo che si debba comunque affrontare il tema, a cui l'OMS ha dedicato un seminario, della differenza e della relazione tra prevenzione e precauzione, e della definizione, da parte della comunità scientifica e della sanità pubblica, di quale sia l'evidenza sufficiente per intraprendere misure, per l'appunto, di sanità pubblica. E' quello che Douglas Weed, un autorevole ricercatore del National Cancer Institute statunitense, ha definito come *the least necessary evidence*, cioè l'evidenza minima di cui riteniamo di aver bisogno per intraprendere misure di prevenzione. La "evidenza minima" non è un dato assoluto, ma è storicamente determinato: è un fatto che dipende da fattori estremamente vari, che inducono scelte che possono essere diverse nei diversi contesti nazionali e in relazione alle diverse esposizioni e alle diverse situazioni. Ritornando dunque al nostro argomento, per quanto riguarda le onde elettromagnetiche a bassa frequenza e la salute umana ritengo che sia chiaro che gli studi che sono in corso (tra cui importantissimo è lo studio SETIL, che è stato ricordato) porteranno ulteriori elementi, ma le evidenze sono comunque abbastanza importanti. Vorrei anche, di nuovo, sottolineare quanto è già stato affrontato in questa sede, cioè il fatto che dalla commissione del Regno Unito, presieduta dal prof. Doll, non sono venute raccomandazioni per nuovi studi sulle onde elettromagnetiche a bassa frequenza, perché il numero delle persone esposte a campi elettromagnetici superiori a $0.4 \mu\text{T}$ è troppo basso per produrre ulteriori informazioni. Questa mi sembra un'affermazione abbastanza giustificata e condivisibile.

Per quanto riguarda l'impatto sulla salute pubblica, abbiamo una tabella prodotta alcuni anni fa da Susanna Lagorio e da altri colleghi all'Istituto Superiore di Sanità, che ultimamente è stata ulteriormente rivista anche da noi (Tabella 1).

In Italia, ad esempio, il numero di casi attribuibili all'esposizione a campi di intensità superiore a $0.2 \mu\text{T}$ (ed è un limite più basso di quello citato dal prof. Doll) generati da elettrodotti, varia da zero a 4 casi all'anno di leucemie infantili, mentre la tabella evidenzia anche quanti casi potrebbero essere indotti dalle sorgenti multiple presenti in ambiente domestico: abbiamo condotto ulteriori valutazioni su questo e la stima basata sugli studi più recenti non si allontana molto da quella presentata nella tabella. Inoltre, se si può discutere sul problema delle priorità nella sanità pubblica, si tratta comunque di una questione - certo importante - che va considerata all'interno del dibattito sulla sanità pubblica di ognuno dei paesi coinvolti.

Complessivamente noi riteniamo di poter concludere che su questo argomento esistono delle evidenze limitate ma abbastanza solide, che i meccanismi biologici non sono confermati in maniera chiara, che il rischio è di entità contenuta, che in Italia, come in altri paesi, l'impatto sulla salute pubblica è abbastanza limitato, che è difficile stimare altri esiti e gruppi suscettibili, ma che c'è un'intensa preoccupazione nella popolazione, e che forse è opportuno adottare politiche di carattere cautelativo; su questo tema tornerò più avanti.

Dalle conclusioni che l'OMS ha fatto su questo argomento nel 1998, attualmente in corso di revisione, emerge un draft di una nuova posizione che è stato affrontato nell'ultima riunione ma che verrà ulteriormente discusso anche in attesa e a seguito di quelle che saranno le conclusioni del meeting della IARC.¹ La linea che è stata identificata, già dal '98, è che, sulla base delle informazioni scientifiche disponibili al momento in cui sto parlando, non appare necessaria nessuna misura protettiva che riguardi la *popolazione generale*. È molto importante ricordare che si parla di popolazione generale, quindi l'insieme dei cittadini italiani, o l'insieme di cittadini del Regno Unito ecc. Questo va tenuto costantemente presente per evitare interpretazioni fortemente contrastanti e soggettive, cosa che è effettivamente successa dopo le prime dichiarazioni dell'OMS.

I problemi sono di tutt'altro genere per quanto riguarda le radio frequenze, per le quali la dott.ssa Miligi ha fatto un'eccellente revisione della letteratura. Su questo tema sono in corso una serie di studi, tra i quali è molto importante quello della IARC; per quanto la situazione sia veramente molto confusa, l'orientamento è quello di un'assenza di rischio.

Come è stato ricordato, un grandissimo studio, su oltre 420.000 soggetti, ha prodotto risultati del tutto negativi. I ricercatori sottolineano il fatto che può esistere un problema di bias di carattere socio-economico, nella fase iniziale dell'uso del telefono cellulare, dato che questo studio è stato condotto nei primi anni '80 e negli anni '90, ed è probabile che allora il suo uso fosse riservato a popolazioni di stato socio-economico elevato; questo fattore, su cui non si sono potuti effettuare adeguati controlli, potrebbe giustificare il fatto che sembrerebbe addirittura emergere un effetto protettivo. Si tratta

¹ La monografia della IARC *Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic field* (IARC monogr. vol 80) è uscita nel 2002. I campi magnetici ELF sono stati classificati nel gruppo 2B (possibile cancerogeno per l'uomo), i campi elettrici ELF sono stati classificati nel gruppo 3 (non classificabile come cancerogeno per l'uomo). (NdR)

comunque di uno studio effettivamente molto accurato (i registri di popolazione presenti nei paesi scandinavi consentono questo tipo di valutazioni in modo molto preciso: e solo 51 soggetti su 420.000 non hanno voluto essere inseriti nello studio) da cui non emerge nessuna evidenza di rischio.

Arriviamo al problema: di fronte a questa situazione di una ragionevole presenza di dati epidemiologici sui campi elettromagnetici a bassa frequenza, da una parte, e l'assenza di informazioni solide, o comunque le indicazioni di un'assenza di rischio per le alte frequenze, dall'altra, che cosa bisogna fare? A questo proposito la posizione dell'OMS è piuttosto articolata, e merita una riflessione.

Due sono i tipi di politiche precauzionali, che possono regolare l'azione in situazioni di incertezza scientifica: quella che rimanda all'applicazione del cosiddetto principio di precauzione (che, in caso di possibili rischi gravi, richiede di intervenire senza aspettare i risultati della ricerca scientifica, anche se ci sono dubbi sul fatto che ci sia effettivamente un rischio); quella del *prudent avoidance* ("evitare prudentemente": in caso di incertezza scientifica si devono prendere quelle misure che sono facili da mettere in atto e a basso costo, generalmente più che su limiti o regole fissate si basa su raccomandazioni). Infine, in situazioni di rischi noti, spesso ci si richiama al linea di condotta generalmente chiamata ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*: è la linea di condotta che mira a minimizzare i rischi noti tenendo le esposizioni al "livello più basso che è ragionevolmente raggiungibile", sulla base dell'idea di rischio accettabile).

Il principio di precauzione è in qualche modo una novità per quanto riguarda le politiche di sanità pubblica dell'OMS. Solitamente l'OMS non raccomanda l'adozione del principio di precauzione, preferendo adottare linee guida per l'esposizione a sostanze presenti nell'ambiente, e comunque in generale basate su una *evidenza scientifica* consolidata in qualche modo. Tuttavia negli ultimi anni questo concetto si è venuto evolvendo, proprio a seguito di quanto dicevamo prima, citando Weed: la minima evidenza disponibile è una barriera variabile; siamo tutti d'accordo quando abbiamo certezze sul fatto che c'è un effetto, così come siamo tutti d'accordo quando abbiamo certezze (o relative certezze, perché, come ci diceva il prof. Tomatis, non c'è mai la certezza), quando abbiamo comunque il consenso della comunità scientifica, che non è necessario intervenire. L'area grigia che sta in mezzo tra queste due posizioni può variare a seconda dei contesti.

Ultimamente il principio di precauzione è emerso anche in termini di poli-

tiche di sanità pubblica - in assenza però di una riflessione sulla sua applicabilità effettiva, e per questo l'OMS ha organizzato un meeting dedicato proprio a questo tema - ed è anche presente in alcuni documenti politici, come nella dichiarazione di Londra nel '99 dei ministri dell'ambiente e della salute, che hanno invitato tutti i paesi membri della regione europea dell'OMS a prendere in considerazione l'applicazione rigorosa del principio di precauzione nella valutazione dei rischi, in modo da adottare misure preventive *pro-active* nella gestione dei rischi stessi. C'è quindi una dichiarazione al più alto livello politico ministeriale dell'ambiente e della salute, che richiama all'applicazione del principio di precauzione.

Quando si applica il principio di precauzione? Quando c'è un'incertezza, quando non c'è consenso nella comunità scientifica, quando c'è un rischio potenzialmente serio o molto serio, quando c'è la possibilità che le azioni da intraprendere possano effettivamente evitare il danno. Si tratta comunque di un approccio generale, che dobbiamo applicare a tutti i contesti e non solo a quello delle onde elettromagnetiche. E dobbiamo ricordare che esistono altri contesti ambientali che determinano problemi sanitari molto importanti, su cui il consenso della comunità scientifica è molto elevato. Per esempio, in campo di inquinamento atmosferico, per il quale c'è semplicemente da applicare politiche preventive, si verifica un problema di risk management, molto più complesso, forse, di quello oggetto di questa giornata.

La Commissione Europea recentemente ha preso una posizione molto *pro-active* in questo senso, e ha fatto proprio il principio di precauzione. Ha rilasciato un importante documento in cui si dichiara che il principio di precauzione non è una giustificazione per ignorare l'evidenza scientifica, ma la base per un'azione da intraprendere quando la scienza è insufficiente per dare risposte chiare, o sulle quali comunque ci sia consenso generale. Nello stesso documento si danno anche delle raccomandazioni di massima. Il principio di precauzione deve essere adattato al livello di protezione che si intende scegliere e non deve essere discriminatorio; si deve considerare l'aspetto dell'equità per la popolazione. Si pone cioè un problema di coerenza tra certe misure e altre adottate in aree equivalenti per evitare problemi di disuguaglianze: evitare ad esempio che una persona esposta a cancerogeni contenuti nell'acqua potabile, di cui nessuno si preoccupa, sia meno protetta di quella che vive a poca distanza da un elettrodotto o viceversa.

C'è poi un problema costo/benefici. Anche questa è una questione molto complessa e delicata, anche perché bisogna considerare la possibilità che le

risorse vengano deviate dall'utilizzazione in settori in cui l'efficacia è accertata, verso settori in cui l'efficacia può essere più dubbia.

Infine, va sottolineata la natura provvisoria delle misure di precauzione: è chiaro che laddove esiste una comunità scientifica che sta studiando l'argomento le misure di precauzione devono essere attivate in modo tale da poter essere ulteriormente implementate o addirittura rese più restrittive, oppure in modo da poter essere attenuate o rimosse, quando si raggiungano maggiori evidenze in un senso o nell'altro.

Comunque è essenziale che ci sia una chiara assegnazione di responsabilità per le misure di prevenzione, per la valutazione del rischio, per la produzione delle evidenze scientifiche. Come si esprime la Commissione Europea su tali questioni? Dice che bisogna prendere provvedimenti quando c'è un'evidenza sufficientemente forte, quando c'è un effetto serio sulla salute e quando c'è un livello di incertezza, rispetto al quale però si possono adottare misure di prevenzione.

Sul problema delle misure di prevenzione, e in particolare dell'esposizione alle onde elettromagnetiche, l'OMS ritiene che in prospettiva ci si debba muovere nella direzione dell'adozione di misure e limiti di esposizione obbligatori, e comunque di linee guida, basate sulle conoscenze scientifiche per quanto concerne i limiti di esposizione. Anche se non siamo ancora giunti a una conclusione è questa la linea che sta seguendo il progetto: che possano essere assunte misure precauzionali (che però sono di competenza degli Stati e delle autorità nazionali e locali), non legate agli standard, ma che siano di carattere generale, che non danneggino la costruzione successiva di standard definitivi, e che siano in qualche modo anche volontarie.

Si prenda ad esempio, per quanto riguarda le onde elettromagnetiche generate dai telefonini, la raccomandazione fatta dal governo danese a seguito dello studio di Joansen, in cui si invitano i genitori a non dare il telefonino ai bambini per salvaguardare da un potenziale rischio un cervello in rapida crescita. Si tratta di una misura a carattere volontario, perché non si può certo imporre al ragazzino o al genitore di non comprare il telefonino. Lo stesso Joansen ha dichiarato che alla base non stanno evidenze scientifiche, ma piuttosto una questione di carattere del tutto speculativo.

In generale, riflettendo anche su quanto si è verificato in Italia negli ultimi anni, credo che per quello che riguarda le onde elettromagnetiche l'adozione di misure volontarie, o comunque di misure decise dai governi e dalle amministrazioni locali, sia necessaria e giustificabile dove esiste un alto

livello di preoccupazione dell'opinione pubblica, dove esistono indubbiamente lacune nelle conoscenze scientifiche disponibili, e dove non è possibile adottare misure più rigide di risk management.

Vorrei concludere dicendo che si sta per riunire la commissione della IARC per quanto concerne la classificazione delle onde elettromagnetiche: una delle possibilità è che l'Agenzia le classifichi nella categoria 2B, ovvero come possibili cancerogeni per l'uomo,² come ha già fatto l'Agenzia Nazionale degli Stati Uniti. Quest'ultima nel 1998 raccomandava, direi ragionevolmente, di promuovere misure di sanità pubblica e di politiche energetiche rispetto alla collocazione degli elettrodotti, in modo da ridurre le esposizioni per quella fascia della popolazione esposta a livelli superiori a 0.4 μT (ormai abbastanza accertati dalla letteratura). L'agenzia statunitense invitava poi a esplorare anche modalità per ridurre, comunque, i campi intorno alle linee, per incoraggiare tecnologie che diminuiscano l'esposizione e migliorino gli assetti e le distribuzioni delle linee stesse, per educare la comunità, sia quella in generale sia quella regolatoria, sui modi attraverso i quali può essere ridotta l'esposizione, anche domestica, e infine per introdurre, eventualmente, altre misure di precauzione che possano ulteriormente salvaguardare la popolazione.

In sostanza io credo che su questo problema sia necessario avere una grande dose di buon senso, rispondendo alle preoccupazioni dei cittadini laddove queste sono evidenti e gravi, con l'adozione di misure che talvolta possono essere anche molto semplici. Ad esempio, e parlo ora più da cittadino che da *civil servant* dell'OMS, mi domando perché non siano state adottate misure di facile applicazione per spostare alcune linee elettriche che creano grande allarme per gruppi tutto sommato contenuti di popolazione, cosa che avrebbe evitato situazioni anche molto difficili da gestire. E lo stesso si potrebbe dire anche per la collocazione di antenne, e così via.

Questa è una considerazione di carattere generale; rimane comunque fermo il fatto che occorre anche avere molto equilibrio e buon senso. Esistono studi, abbastanza ben documentati, ed esistono disposizioni di legge abbastanza - in alcuni casi forse addirittura troppo - restrittive, che possono dare un'adequata protezione alla popolazione.

Per quanto riguarda l'OMS, il nostro *International EMF Project* mira ad

² Si veda nota 1 (NdR)

acquisire ulteriori informazioni e ad approfondire i vari aspetti legati al problema, per fornire alle autorità sanitarie nazionali e locali elementi sufficienti per poter intraprendere misure di prevenzione adeguate alla gravità del problema.

Tabella 1 Casi di leucemia infantile attribuibili ogni anno in Italia all'esposizione residenziale a campi magnetici generati da elettrodotti di intensità $\geq 0.2 \mu T$

Esposizione		RRc	Pe	Rap	Casi osservati	Casi in eccesso
		(IC 95%)		(IC 95%)		(IC 95%)
Sorgente	Indicatore					
Elettrodotti	Wire codes	1.29 (1.08 - 1.55)	0.0054	0.0016 (0.0004 - 0.0030)	432	0.7 (0.2 - 1.3)
Elettrodotti	Distanza	1.20 (0.87 - 1.65)	0.0054	0.0011 (0.0000 - 0.0035)	432	0.5 (0.0 - 1.5)
Elettrodotti	Wire codes o distanza	1.27 (1.08 - 1.49)	0.0054	0.0015 (0.0004 - 0.0026)	432	0.6 (0.2 - 1.1)
Elettrodotti	Stime storiche	1.57 (0.89 - 2.79)	0.0054	0.0031 (0.0000 - 0.0096)	432	1.3 (0.04 - 4.1)
Sorgenti multiple	Misure di 24h (stime più basse)	1.36 (0.98 - 1.88)	0.01	0.0036 (0.0000 - 0.0087)	432	1.5 (0.0 - 3.8)
Sorgenti multiple	Misure di 24h (stime più elevate)	1.66 (1.09 - 2.53)	0.10	0.0619 (0.0089 - 0.1327)	432	26.7 (3.9 - 57.3)

Fonte: Lagorio S. et al., Rapporti ISTISAN 1998; 31:116

RRc = rischio relativo combinato (Lagorio & Comba, 1998); IC 95% = intervallo di confidenza al 95%; Pe = proporzione di esposti nella popolazione (Anversa *et al.*, 1995 ovvero ipotesi di variabilità tra 1 e 15%); Rap = proporzione di casi attribuibili all'esposizione; casi osservati = stima del numero medio annuale di casi incidenti di leucemia infantile (Magnani *et al.*, 1992); casi in eccesso = numero di nuovi casi di leucemia infantile attribuibili ogni anno all'esposizione residenziale a campi magnetici di intensità $\geq 0,2 \mu T$.

L'ATTIVITÀ DELL'ISTITUTO DI RICERCA SULLE ONDE ELETTROMAGNETICHE DEL CNR

Daniele Andreuccetti

Introduzione

L'Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche (IROE), nato nel 1946 per iniziativa del prof. Nello Carrara come *Centro di Studio per la Fisica delle Microonde* e confermato come proprio organo dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) l'anno successivo, ha assunto l'attuale denominazione nel 1968. Oggi lavorano all'IROE 70 tra ricercatori, tecnologi e tecnici di ruolo, più una decina di ricercatori a tempo determinato.

L'Istituto è articolato in sei reparti, che svolgono attività di ricerca sui seguenti argomenti.

- Elaborazione di segnali ed immagini
- Interazione campi elettromagnetici – materia
- Optoelettronica e fotonica
- Scienza dell'atmosfera
- Struttura della materia e spettroscopia applicata
- Telerilevamento

Nel reparto *Interazione campi elettromagnetici-materia*, è attiva dal 1977 una linea di ricerca sulla *Protezione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici (non ionizzanti) a bassa frequenza, radiofrequenza e microonde*, dedicata principalmente allo studio degli aspetti fisici ed ingegneristici del problema. La linea opera a vari livelli in ambiti di ricerca, sviluppo, formazione, informazione, documentazione, servizio e riferimento istituzionale; la sua attività è articolata nei settori sintetizzati in Tabella 1.

Evoluzione dell'attività

Nel corso degli ultimi venticinque anni il nostro gruppo ha assistito e ha seguito il nascere e l'evolversi della sensibilità al problema dei campi elettromagnetici nell'opinione pubblica, nei media e nelle istituzioni nazionali. Contemporaneamente, in parte in risposta a questa evoluzione, anche la nostra attività si è andata progressivamente modificando. Vediamo alcuni tra

gli aspetti più significativi di questa trasformazione.

Tab. 1 *Settori di attività all'IROE nell'ambito della linea di ricerca sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici non ionizzanti.*

Materiali e metodi per la sorveglianza fisica dei livelli di campo elettromagnetico negli ambienti di vita e di lavoro	<ul style="list-style-type: none"> • Progetto e realizzazione di apparati e messa a punto di procedure per la misura delle intensità dei campi e la calibrazione della strumentazione • Sviluppo di modelli di calcolo numerico per la previsione teorica delle intensità dei campi
Interventi sul territorio	<ul style="list-style-type: none"> • Caratterizzazione di sorgenti di campo elettromagnetico significative dal punto di vista protezionistico • Indagini su situazioni espositive tipiche in ambienti residenziali, di lavoro ed esterni
Aspetti biofisici e fisico-sanitari dell'interazione tra campi elettromagnetici e sistemi biologici	<ul style="list-style-type: none"> • Realizzazione di dispositivi di esposizione, "fantocci" e sensori per la dosimetria sperimentale • Sviluppo di modelli per la dosimetria numerica • Approfondimento dei razionali, concorso alla definizione ed analisi critica delle norme di sicurezza

L'allargamento dello spettro di frequenze

Mentre l'attività dei primi anni riguardava principalmente le radiofrequenze e microonde (grossomodo nel campo di frequenze da 500 kHz a 10 GHz), col passare degli anni si sono fatte sempre più frequenti le occasioni di intervento o di ricerca legate alle frequenze più basse, fino alla banda ELF (30-300 Hz); in particolare, l'inizio dell'attività dell'IROE nel settore delle frequenze industriali (50 Hz), determinato da specifiche richieste ricevute da alcuni servizi di base della Toscana, riguardanti la sorveglianza fisica dei campi dispersi da elettrodotti ad altissima tensione, risale alla fine degli anni '80.

La tipologia degli esposti

C'è stato un progressivo spostamento dell'attenzione dalle esposizioni in ambito professionale a quelle che interessano la popolazione in genere. Vale forse la pena evidenziare quale sia la differenza fondamentale tra queste due classi, dal punto di vista dell'interesse per la ricerca protezionistica e la prevenzione sanitaria. Le esposizioni professionali riguardano un campione numericamente limitato e si impongono all'attenzione per i livelli di campo elettromagnetico coinvolti, che possono essere anche piuttosto elevati; nelle esposizioni della popolazione, invece, i livelli sono quasi sempre molto al di sotto degli standard di sicurezza e l'interesse proviene dall'ampiezza del campione esposto, che potrebbe eventualmente permettere il manifestarsi di patologie o effetti anche rari.

La tipologia degli interventi

L'attività attuale, inizialmente mirata soprattutto a risolvere problemi contingenti, con risvolti anche sanitari, riguarda invece per lo più questioni generali ed aspetti prettamente tecnico-scientifici; questa trasformazione è legata a due fattori. Da una parte, l'emanazione di standard di sicurezza nazionali [1][2], europei [3] o di prestigiose organizzazioni internazionali [4] ha risolto, almeno parzialmente, il problema della formulazione del parere sanitario, una volta che si siano valutate le intensità dei campi. Dall'altra, l'attivazione di istituzioni del Servizio Sanitario Nazionale con precisi compiti in materia di sorveglianza fisica sul territorio e soprattutto l'acquisizione, da parte di tali istituzioni, di competenze specifiche (in alcuni casi grazie anche ai corsi organizzati all'IROE) ha creato strutture di riferimento che si fanno carico, almeno in alcune aree del Paese, della maggior parte degli interventi contingenti.

Anche a causa della risposta che le varie istituzioni hanno dato a questa evoluzione, nell'attività della nostra linea di ricerca si possono riconoscere alcune fasi temporalmente e concettualmente distinte:

- una fase pionieristica (anni '70 – '80), dedicata allo sviluppo di metodiche e strumenti per affrontare le prime richieste di sorveglianza, avanzate dai vari comparti della società civile;
- una fase didattica (anni '80 – '90), caratterizzata dalla realizzazione di numerosi corsi e scuole, mirati a trasferire alle istituzioni pubbliche interessate (USL, Aeronautica Militare, PMP) le necessarie competenze per affrontare le problematiche di tutela dai campi elettromagnetici;

- una fase recente ed attuale di partecipazione a grandi progetti nazionali, la cui attivazione denota il destarsi dell'interesse degli organi di governo deputati alla ricerca per il problema della protezione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici.

Attività recente

In tempi recenti, la grande apprensione suscitata nell'opinione pubblica dalla pubblicazione dei risultati di alcuni studi epidemiologici i quali hanno ipotizzato una possibile cancerogenicità dei campi elettromagnetici, ha generato una notevole pressione sulla comunità scientifica internazionale. Questo fenomeno ha portato anche in Italia, come si è detto, al concretizzarsi di alcune iniziative di un certo rilievo, che hanno messo a disposizione dei gruppi di ricerca le risorse per approfondire i vari aspetti (fisico, biologico, epidemiologico) del problema. Anche l'IROE ha preso parte ad alcune di queste iniziative, tra le quali ricordiamo:

- il Progetto Tematico CNR sui *Campi elettromagnetici non ionizzanti in biomedicina* (1991-1994), nel corso del quale abbiamo approfondito le conoscenze sulla dosimetria del campo magnetico dalle bassissime frequenze alle cosiddette *frequenze intermedie* (fino a circa 3 MHz);
- la Convenzione CNR-ENEL per lo studio della *Interazione dei sistemi energetici con la salute dell'uomo e con l'ambiente* (1992-1994), nell'ambito della quale la nostra unità operativa ha affrontato i problemi relativi alla valutazione dell'esposizione al campo magnetico a bassissima frequenza in ambiente domestico.

Di queste attività si danno nel seguito alcuni sintetici ragguagli.

Dosimetria del campo magnetico dalle bassissime frequenze alle frequenze intermedie

L'obiettivo dell'attività dell'unità operativa IROE nell'ambito del Progetto Tematico CNR *Campi elettromagnetici non ionizzanti in biomedicina* era costituito dallo sviluppo di materiali e metodi per la dosimetria del campo magnetico dalle bassissime frequenze alle frequenze intermedie, dal punto di vista sia sperimentale sia numerico. Si ricorda che, in questo contesto, col termine "dosimetria" si intende lo studio dell'accoppiamento del campo con gli oggetti biologici esposti e la determinazione quantitativa delle grandezze fisiche (campi, correnti) in essi indotte; l'intervallo di frequenze interessato comprendeva tutta la regione dove risulta applicabile la cosiddetta *approssi-*

mazione quasistatica e si estendeva quindi dalle bassissime frequenze fino a qualche megahertz.

Per la parte sperimentale, è stata sviluppata una cella di esposizione consistente in una coppia di *bobine di Helmholtz* in grado di generare un campo magnetico uniforme a meno dell'1% in un volume sferico avente un diametro di circa 50 cm, per frequenze dalla continua fino a circa 10 kHz. La cella era alimentata da un generatore di potenza a bassa frequenza per mezzo del quale era possibile raggiungere una intensità di campo di 70 μT [5]. È stato inoltre progettato e realizzato un apparato per la misura del campo elettrico indotto in fantocci simulanti gli organismi esposti. L'apparato, dotato di un sensore dipolare con una risoluzione di 4 mm circa, consentiva misure con una sensibilità fino a circa 2.5 mV/m ed una accuratezza migliore del 10%. I fantocci erano costituiti da soluzioni saline di cloruro di sodio in acqua, con concentrazione calibrata per ottenere una conducibilità pari a quella del tessuto muscolare alle frequenze di interesse. L'apparato sperimentale è stato calibrato e validato mediante misure su modelli di forma cilindrica, per i quali è nota la soluzione analitica per il campo elettrico indotto [6].

Di pari passo all'approccio sperimentale, si sono portate avanti anche le valutazioni basate su tecniche numeriche; abbiamo messo a punto una procedura per la determinazione della densità di corrente indotta in modelli piani di oggetti biologici, non omogenei e di geometria qualsiasi, esposti al campo magnetico diretto perpendicolarmente al piano del modello. La procedura utilizzava il metodo delle differenze finite per risolvere in modo iterativo l'equazione differenziale del campo magnetico secondario, dal quale è poi possibile risalire alla densità di corrente indotta [6].

Dopo la conclusione del Progetto Tematico, la procedura numerica è stata ulteriormente sviluppata [7], applicandola a modelli digitali di sezioni dell'organismo umano ricavati dalle immagini ad alta risoluzione del *Visible Human Project*. Di essa ci si è serviti per lo studio dell'esposizione indotta dal transito di individui attraverso i cosiddetti *varchi magnetici* impiegati come rivelatori di passaggio o sistemi antitaccheggio [7][8].

Esposizioni al campo magnetico a bassissima frequenza in ambiente domestico

Avviato nell'ambito della Convenzione CNR-ENEL, questo progetto è poi proseguito nell'attività ordinaria, successivamente anche come collaborazione alla fase pilota di SETIL (*Studio multicentrico sulla Eziologia dei Tumori Infantili Linfoemopoietici e dei neuroblastomi*, coordinato dal dr. Corrado

Magnani di Torino). Esso si è occupato dei vari aspetti fisici e ingegneristici legati alle esposizioni della popolazione al campo magnetico a 50 Hz negli ambienti domestici ed assimilati (come scuole ed uffici).

Nel corso dell'attività, in seno alla Convenzione CNR-ENEL si sono succedute due fasi. Obiettivo della prima di esse è stato proporre, di concerto con le altre unità operative coinvolte, una definizione operativa del concetto di "dose di induzione magnetica assorbita" da un individuo che frequenta tipici ambienti domestici e quindi un metodo per la valutazione di un opportuno *indice di esposizione* che misuri quantitativamente questa dose [9].

La seconda fase è stata finalizzata alla creazione di una banca dati di sorgenti domestiche di campo magnetico a 50 Hz. La nostra unità operativa, in particolare, si è occupata della caratterizzazione, mediante misure in laboratorio, di sorgenti isolate di dimensioni contenute (piccoli elettrodomestici). Allo scopo, è stato sviluppato un apposito strumento associato a un protocollo standardizzato per l'esecuzione delle misure; è stata anche individuata una procedura matematica, basata sul metodo dello *sviluppo in multipoli*, che permette di ricostruire il campo in un punto qualsiasi lungo una data direzione, a partire dai valori misurati lungo quella direzione [10].

La Convenzione CNR-ENEL aveva lasciato irrisolto il problema del cosiddetto *Fondo ambientale*, cioè la valutazione del contributo all'esposizione proveniente non dall'interazione con una specifica sorgente, ma dall'ambiente in cui il soggetto si muove; essa è dovuta ad un gran numero di sorgenti che disperdono nell'ambiente stesso, senza che siano sotto il controllo del soggetto esposto e anzi di cui spesso egli non è neppure a conoscenza, come per esempio elettrodotti esterni (aerei o interrati), sorgenti in appartamenti contigui, cablaggio nelle pareti.

Il nostro gruppo ha continuato a lavorare, nell'ambito dell'attività ordinaria, per far luce anche su questo aspetto delle esposizioni domestiche. In questo caso, a causa della complessità delle situazioni reali, non esistono validi modelli di previsione numerica e le misure rimangono l'unico approccio valido. Abbiamo pertanto eseguito diverse campagne di misura in abitazioni private, acquisendo rilevamenti in punti predefiniti degli appartamenti secondo un preciso protocollo spaziale e temporale, redatto sulla falsariga di quello adottato per la fase pilota del SETIL [11].

Attività in corso

Anche l'attività corrente è caratterizzata principalmente dall'adesione a iniziative di notevole rilievo nazionale; sono infatti attualmente in corso:

- il coinvolgimento nello sviluppo e nella realizzazione di un prototipo di *Catasto Elettromagnetico Nazionale*, secondo un progetto guidato da ENEA e finanziato dal Ministero dell'Ambiente;
- la partecipazione al Progetto MURST 5% su *Salvaguardia dell'uomo e dell'ambiente dalle emissioni elettromagnetiche*, con due unità operative ed il coordinamento della linea di ricerca 2 (affidato a Marco Bini).

Su queste iniziative verranno dati più sotto ulteriori ragguagli. Risorse non indifferenti vengono tuttora assorbite anche dalla necessità di fronteggiare una crescente domanda di formazione e informazione che ci giunge da vari soggetti del tessuto sociale: privati, aziende, istituzioni, enti pubblici. Per dare una indicazione, si consideri che nel triennio 1999-2001 siamo stati coinvolti, quanto meno come docenti, in 8 seminari formativi, 6 convegni rivolti alla popolazione e 4 scuole specialistiche.

A tutto ciò si deve infine aggiungere un certo numero di attività secondarie, intraprese quasi sempre su richiesta di istituzioni pubbliche e accettate in virtù di un certo interesse scientifico o rilevanza istituzionale:

- valutazione dell'impatto ambientale dei sistemi di alimentazione delle costruende linee ferroviarie ad alta velocità [12];
- approfondimento di alcuni problemi di misura dei campi elettromagnetici generati, in ambito urbano, da trasmettitori AM e/o stazioni radio base per la telefonia cellulare [13];
- indagine su campi magnetostatici presso la sede fiorentina delle Poste Italiane [14];
- partecipazione al gruppo di lavoro ANPA per l'analisi costi/benefici in relazione alle bozze di nuovi decreti legislativi sui limiti di esposizione;
- valutazione di impatto ambientale per il costruendo elettrodotto Cavriglia-Tavarnuzze-Casellina; caratterizzazione dell'esposizione di neonati immaturi in reparti di neonatologia.

Sviluppo del Catasto Elettromagnetico Nazionale

Promosso da una iniziativa ENEA-ANPA, poi accolta nell'Accordo di Programma tra Enea e Ministero dell'Ambiente e attualmente previsto anche dalla *Legge quadro sulla Protezione dalle esposizioni a campi elettrici*,

magnetici ed elettromagnetici [15], il Catasto Elettromagnetico Nazionale (CEN) consisterà in un archivio informatico delle sorgenti ambientali di campi elettromagnetici non ionizzanti. Il CEN sarà strutturato su due basi di dati separate (ELF e RF/MW, come illustrato schematicamente nelle Figure 1 e 2), distribuite sul territorio a livello provinciale e regionale, con un opportuno raccordo centrale.

In base alle specifiche preliminari fino a oggi stabilite, il CEN non solo dovrà permettere la sovrapposizione dei dati delle sorgenti con la cartografia digitale e con archivi di tipo socioeconomico e sociosanitario, ma dovrà anche avere la capacità di dare supporto alle procedure di valutazione teorica della distribuzione di campo elettromagnetico sul territorio. Queste caratteristiche ne faranno un dispositivo di notevole interesse anche per lo studio, per esempio, di correlazioni di tipo epidemiologico.

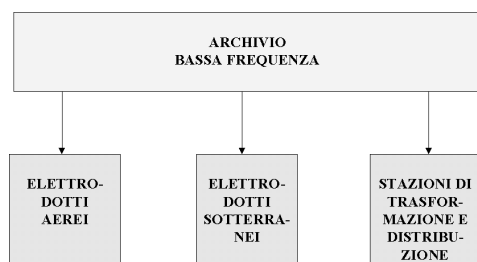


Fig. 1 Schema di principio dell'archivio delle sorgenti a bassa frequenza del CEN.



Fig. 2 Schema di principio dell'archivio delle sorgenti ad alta frequenza del CEN.

Lo sviluppo del CEN, coordinato da ENEA, prevede la definizione delle specifiche dettagliate e la realizzazione di una versione dimostrativa degli archivi; questa attività impegnerà molteplici istituzioni nazionali (ENEA, ANPA, ARPA Piemonte e Toscana, IROE-CNR, IRST-ITC, ISS) fino alla fine del 2001.

Progetto Murst per la Salvaguardia dell'uomo

Il progetto di ricerca su fondi Murst 5% per la *Salvaguardia dell'uomo e dell'ambiente dalle emissioni elettromagnetiche* è stato proposto nel febbraio 1998, e ha preso formalmente l'avvio nel giugno 2000 dopo una fase di strutturazione, definizione delle attività, ricerca dei partner e iter di valutazione ed approvazione.

La Linea di Ricerca 2 del progetto, dedicata alla “Misura dei livelli di campo elettromagnetico nell’ambiente”, ha come obiettivo primario lo sviluppo e la realizzazione di un prototipo di *Rete per il Monitoraggio Ambientale (RMA) dell’inquinamento elettromagnetico*. Entrata nella fase operativa nel gennaio 2001, la Linea svilupperà la sua attività nel triennio 2001-2003.

Come è noto [16], una rete di monitoraggio (inteso come “sorveglianza dell’esposizione”) e controllo (ovvero “sorveglianza dell’emissione”) dei campi elettromagnetici nell’ambiente è costituita da una centrale di raccolta dei dati e di gestione della rete e da un certo numero di stazioni periferiche di rilevamento distribuite sul territorio da sorvegliare. Essa permette pertanto di:

- dare risposte complete e trasparenti alle esigenze di tutela espresse dalla popolazione;
- tenere sotto prolungato controllo zone o impianti per verificare il rispetto di pareri rilasciati su base teorica;
- acquisire un’ingente mole di dati da utilizzare per indagini statistiche o epidemiologiche.

In particolare la RMA, in corso di sviluppo nell’ambito del Progetto MURST, avrà una operatività tipicamente comunale o provinciale, con possibilità di integrazione a livello superiore (regionale o nazionale) e dovrà conformarsi a precisi requisiti di accuratezza, affidabilità, modularità (sia a livello di rete sia a livello di singole stazioni) ed economia.

Come schematizzato in Figura 3, si prevede di integrare nella RMA elementi appartenenti alle seguenti tipologie: (1) centrale di archiviazione e controllo; (2) stazioni periferiche di rilevamento multibanda fisse o mobili; (3) punti periferici di sorveglianza a banda larga e (4) sistemi di interconnessione e trasferimento dati.

Lo sviluppo della RMA, che prevede anche la realizzazione di un prototipo dimostrativo completo, vedrà impegnate, col coordinamento di IROE-CNR, istituzioni pubbliche (ARPA Piemonte e Toscana, IENGf, Politecnico di Torino), fondazioni (Fondazione Bordini, Laboratori Fondazione Marconi) ed aziende private (Teseo, PMM, Centro Ricerche FIAT) fino a tutto il 2003.

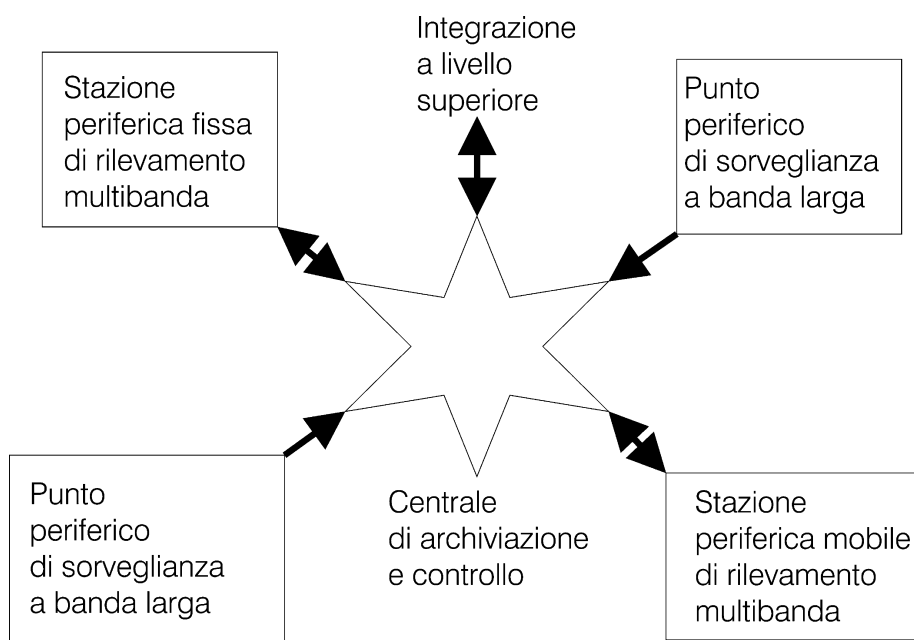


Fig. 3 Struttura di massima di una rete per il monitoraggio ambientale dei campi elettromagnetici

BIBLIOGRAFIA

- [1] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992: *Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, serie generale, N.104, 6 maggio 1992.
- [2] Decreto del Ministero dell'Ambiente 10 settembre 1998, n. 381: *Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, serie generale, N.257, 3 novembre 1998.
- [3] Raccomandazione del Consiglio delle Comunità europee del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz. 1999/519/CE - Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee - L 199/59, 30 luglio 1999.
- [4] ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection): *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*, Health Physics, Vol.74, N.4, April 1998.
- [5] D.Andreuccetti, M.Bini, A.Ignesti, R.Olmi, S.Priori and R.Vanni: *Helmholtz coils for the generation of standard magnetic fields in biological applications*, Proceedings of the VII National Congress of the AIFB, Monte Conero, Ancona (Italy), June 1992; Physica Medica, Vol.IX, Supplement 1, June 1993.
- [6] D.Andreuccetti, M.Bini, R.Fossi, A.Ignesti, R.Olmi, S.Priori e R.Vanni: *Dosimetria del campo magnetico a bassissima frequenza: approccio sperimentale e numerico*, XXIX Congresso Nazionale AIRP (Associazione Italiana di Radio Protezione), Trieste, Settembre 1995.
- [7] D.Andreuccetti, R.Fossi and C.Petrucci: *Induced body current assessment: a case-study. Currents induced in people walking through hands-free identification/access control systems (preliminary report)*, Proceedings of the III Workshop COST 244 bis (Biomedical Effects of Electromagnetic Fields) on Intermediate frequency range - E.M.F.: 3 kHz-3 MHz, Paris (France), April 1998.
- [8] D.Andreuccetti, L.Bogi, R.Fossi, F.Francia, G.Giusti e G.Licitra: *Alcuni casi di esposizione ai campi elettromagnetici generati da barriere anti-taccheggio*, Atti del Convegno Nazionale AIRP (Associazione Italiana di

- Radio Protezione) su “Aspetti scientifici e normativi delle radiazioni non ionizzanti”, Napoli, Settembre 1999.
- [9] D.Andreuccetti, M.Bini e R.Olmi: *Caratterizzazione dell’esposizione al campo magnetico a 50 Hz negli ambienti confinati*, Atti della XCIII Riunione Annuale AEI (Associazione Elettrotecnica Italiana), Maratea (PZ), Settembre 1992.
- [10] D.Andreuccetti, M.Bini, R.Olmi e S.Priori: *Caratterizzazione di sorgenti domestiche di campo magnetico a 50 Hz: misure, modelli*, Atti del Convegno Nazionale AIRP (Associazione Italiana di Radio Protezione) su “Radiazioni non ionizzanti: effetti biologici, sanitari ed ambientali”, Como, Settembre 1994.
- [11] D.Andreuccetti, M.Bini, A.Ignesti, R.Olmi, S.Priori e R.Vanni: *Esposizione al campo magnetico a 50 Hz in ambiente domestico*, Atti della XI Riunione Nazionale di Elettromagnetismo, Firenze, Ottobre 1996.
- [12] D.Andreuccetti, D.Cavazzoni, S.Fabbri, L.Guerra, M.Morselli, E.Trevissoi, S.Violanti e P.Zanichelli: *Treni ad alta velocità: valutazione dei campi elettromagnetici ELF generati dalla linea elettrica di alimentazione*, Atti del Convegno Nazionale AIRP (Associazione Italiana di Radio Protezione) su “Radiazioni non ionizzanti: effetti biologici, sanitari ed ambientali”, Como, Settembre 1994.
- [13] D.Andreuccetti, M.Bini, A.Ignesti, R.Olmi, S.Priori e R.Vanni: *Stazioni radio base per telefonia cellulare: misure di campo a larga banda in presenza di stazioni radio OM*, Atti della XIII Riunione Nazionale di Elettromagnetismo, Villa Olmo - Como, Settembre 2000.
- [14] D.Andreuccetti, C.Riminesi e R.Vanni: *Campo magnetostatico generato da barre di corrente continua in un locale del Centro LAN di Firenze delle Poste Italiane*, Relazione tecnica per Poste Italiane, Giugno 2000.
- [15] Legge 22 febbraio 2001, n. 36: *Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, serie generale, N.55, 7 marzo 2001.
- [16] S.Fabbri, F.Frigo, S.Violanti, D.Andreuccetti e M.Bini: *Reti di monitoraggio e controllo dei campi elettromagnetici: stato dell’arte e progetti in corso*, Atti del Convegno Nazionale ISE (Istituto Scientifico Europeo) su “Problemi e tecniche di misura degli agenti fisici in campo ambientale”, Castello di Parella presso Ivrea, Aprile 2001.

CONSIDERAZIONI DI UNA U.F. PISLL SU UNA ESPERIENZA DI GESTIONE DI UN CLUSTER DI SOSPETTE PATOLOGIE PROFESSIONALI DA CEM

Fabio Capacci

A seguito della segnalazione alla U.F. PISLL della zona di Firenze di 6 casi di tumore mammario maschile insorti in dipendenti FS, abbiamo condotto un'inchiesta tesa a stabilire la possibile origine professionale per esposizione a campi ELF. Gli elementi raccolti, sulla base dei quali abbiamo deciso quali azioni intraprendere, sono stati i seguenti:

- dei 6 casi segnalati, 5 erano insorti in macchinisti e 1 in un operatore tecnico addetto alla linea;
- la provenienza dei casi non era univoca, in quanto 4 casi avevano lavorato ed erano residenti in Toscana, gli altri nel Lazio. Questo ha ulteriormente complicato l'interpretazione epidemiologica del cluster di tumori segnalato;
- due casi erano rappresentati da tumori benigni (1 papilloma intraduttale ed 1 adenoma);
- in letteratura sono stati ripetutamente segnalati casi di tumori mammari maschili in coorti di soggetti professionalmente esposti a campi ELF, compresi i macchinisti ferroviari; incrementi di rischio per il tumore della mammella sono stati segnalati anche in donne esposte a campi ELF ed a radiofrequenze. Il giudizio finale, però, espresso da vari organismi scientifici, compreso l'ISS, considera insufficienti tali osservazioni per sostenere un nesso di causalità tra questa neoplasia ed i campi ELF;
- tra i meccanismi di cancerogenesi proposti per i campi ELF, quello mediato attraverso il sistema endocrino appare coerente nello spiegare l'insorgenza del tumore mammario il quale, anche per le forme benigne, può essere considerato ormono-dipendente. Le ipotesi fatte attorno ad una possibile azione dei campi ELF sulla secrezione della melatonina, se pur lacunose, permettono almeno di ragionare sulla base di un modello di interazione tra campi ELF e insorgenza di neoplasie. Ciò permette di interpretare, con una certa coerenza, elementi quali l'intensità e la durata dell'esposizione, orientandosi verso un'azione di promozione neoplastica dei campi ELF mediata attraverso meccanismi endocrini e/o immunologici;
- l'intensità dell'esposizione dei macchinisti ferroviari in Italia, a causa

delle le caratteristiche della distribuzione di energia elettrica alle linee ferroviarie e della trazione, è assai inferiore a quella di altri paesi ove sono state condotte indagini epidemiologiche; per gli anni pregressi, non permetterebbe neppure di considerare questa categoria di lavoratori esposta professionalmente, attestandosi attorno a 0,5 μ T. Tuttavia sono suggestive le caratteristiche di continuità dell'esposizione, legata alla permanenza in una postazione di lavoro fissa e mantenuta dai macchinisti per lunghi turni;

- più discutibile l'esposizione degli operai tecnici addetti alla linea, in quanto il loro lavoro si svolge su linee disattivate o in prossimità di linee alimentate in corrente continua; non si possono escludere, in questo caso, picchi di esposizione in occasione di saltuari interventi su sottostazioni di trasformazione.

Sulla base delle considerazioni brevemente riportate (più accuratamente analizzate in F. Capacci, F. Carnevale, *Tumori mammari maschili in macchinisti delle ferrovie: indagine su cinque casi*. Ann. Ist. Super. Sanità, 36, 3; 2000, 375-379), dopo avere tentato, per quanto possibile un confronto con i casi attesi per la provincia di Firenze e mettendo in risalto il ruolo di un'esposizione sicuramente bassa, ma con particolari caratteristiche di continuità e di durata, si è ritenuto corretto presentare denuncia di malattia professionale all'INAIL e di inoltrare l'inchiesta di malattia professionale all'Autorità Giudiziaria. Questo pur concludendo che, a nostro parere, non è possibile individuare responsabilità penali individuali in relazione a esposizioni iniziate nei decenni passati, molto basse, di gran lunga inferiori non solo in rapporto agli standard abitualmente accreditati dalle associazioni scientifiche in un periodo in cui le conoscenze sui possibili effetti cancerogeni dei CEM erano ancor più frammentarie e incerte di quanto non lo siano attualmente, ma anche in relazione agli standard di esposizione che vengono discussi oggi.

Dal punto di vista della prevenzione si è ritenuto di dover richiamare le FS all'obbligo di valutare questo fattore di rischio, soprattutto in vista delle modifiche tecnologiche in corso con la diffusione dell'alta velocità e con l'adeguamento delle linee elettriche ferroviarie alla distribuzione in corrente alternata.

Pur nella convinzione di aver mantenuto nella vicenda un comportamento coerente al livello di conoscenze attualmente disponibili sull'argomento, sor-

gono spontanee alcune considerazioni sul tema del rischio cancerogeno da CEM:

- la totale mancanza di ipotesi attendibili circa il possibile meccanismo di cancerogenesi da CEM non permette di capire quale sia la caratteristica rilevante dell'esposizione su cui agire, sia nell'ambito delle attività di prevenzione che di ricerca;
- reclamano chiarimenti questioni quali: il ruolo del livello medio di esposizione giornaliera; la durata dell'esposizione a prescindere dall'intensità; la frequenza del campo; la presenza di armoniche; l'esposizione al campo magnetico, al campo elettrico o ad entrambi; la frequenza della portante nelle radiofrequenze, ecc. In ben pochi studi (forse in nessuno) sono stati compiutamente considerati tali elementi, tra i quali solo alcuni potrebbero avere importanza nell'indurre effetti a lungo termine e, in ogni caso, con meccanismo ancora sconosciuto;
- la mancanza di ipotesi plausibili sul meccanismo di cancerogenesi non lascia neppure sperare che l'epidemiologia possa risolvere le incertezze dei risultati degli studi condotti sui CEM, neppure con le ricerche più recenti; il miglioramento nella definizione delle esposizioni se da un lato ha migliorato il valore delle ricerche, non è riuscito però a chiarire i problemi interpretativi dei risultati raggiunti, che rimangono ampiamente contraddittori. Non estraneo a questo insuccesso è il numero di variabili fisiche il cui controllo, in mancanza di ipotesi patogenetiche da testare, appare pressoché impossibile.

Utilizzando un paradosso, i risultati fino a oggi disponibili fanno pensare a una situazione analoga a quella in cui ci troveremmo nel caso volessimo valutare gli effetti cancerogeni di "polveri" di cui non si conosce la composizione.

LA SITUAZIONE DEI CONTROLLI IN PROVINCIA DI SIENA

Cesare Fagotti

Il settore del controllo dei Campi Elettromagnetici (CEM) rappresenta attualmente, in termini di impegno e di attenzione, una delle più importanti attività del Dipartimento provinciale ARPAT di Siena.

In questo settore l'Agenzia si è occupata di emettere pareri preventivi (riguardo all'installazione e alla modifica di stazioni radiobase e radiotelevisive) e di eseguire misure per il controllo delle emissioni elettromagnetiche, sia su segnalazione che su iniziativa propria, per il rispetto dei limiti di legge vigenti. Nella tabella seguente è sintetizzata l'attività ARPAT (al 30 maggio 2001).

TELEFONIA CELLULARE	IMPIANTI RADIOTELEVISIVI
<ul style="list-style-type: none">• Pareri 170• Misure 40• Impianti fuori limiti 1	<ul style="list-style-type: none">• Pareri 0• Misure 20• Impianti fuori limiti 4

Per la telefonia cellulare, l'attività distinta per gestore è stata la seguente:

	TIM	OMNITEL	WIND	BLU
Pareri	63	58	40	9
Misure	22	11	6	0

L'attività preventiva è molto importante; in queste valutazioni vengono calcolati i livelli prodotti dalle installazioni con una precisione maggiore di quella raggiungibile con le misure strumentali. La simulazione, inoltre, avviene nelle peggiori condizioni di esercizio degli impianti (in condizioni anche non realistiche), assicurando così che l'installazione non sia in grado di superare i limiti. Dato inoltre il catasto delle sorgenti di emissione che il Dipartimento si è costruito in questi anni (il quale contiene non solo la parte anagrafica, ma anche le caratteristiche radioelettriche delle varie installazioni), le valutazioni per i nuovi impianti vengono eseguite considerando anche le emissioni delle installazioni vicine.

Questa procedura si è dimostrata particolarmente valida per la gestione delle stazioni della telefonia cellulare. I controlli strumentali eseguiti su queste ultime hanno infatti evidenziato sempre un ampio rispetto dei limiti di legge, a parte un caso dove l'impianto (non autorizzato da ARPAT) concorre, insieme alle altre installazioni radiotelevisive presenti, al superamento dei limiti del DM 381/98.

Nonostante ciò i controlli si dimostrano comunque utili, come evidenziato dall'ultima campagna di misura (gennaio 2001) nell'ambito della quale sono stati riscontrati comportamenti scorretti dei gestori (non perseguibili da parte dell'Agenzia) in particolare relativi all'attivazione di impianti senza il completamento delle pratiche ARPAT.

La situazione in provincia è invece più critica per quanto riguarda gli impianti radiotelevisivi, per alcuni dei quali sono stati rilevati superamenti dei limiti in campagne di misura nel gennaio 2001, oltre che negli anni precedenti; tali impianti non sono mai passati infatti attraverso una valutazione preventiva da parte di ARPAT essendo esistenti ormai da decenni, e nati in periodi di sviluppo incontrollato dell'emittenza radiotelevisiva.

L'esperienza dimostra di fatto che il superamento dei limiti di legge è notevolmente maggiore nelle installazioni che non hanno ottenuto una valutazione preventiva. In queste ultime infatti spesso si riscontrano (in particolare per le installazioni radiotelevisive) altre problematiche, legate soprattutto alla sicurezza sui luoghi di lavoro; al contrario le emissioni degli impianti che sono stati autorizzati preventivamente rientrano nei limiti di legge: i controlli in questo caso sono un deterrente per la tentazione di effettuare modifiche non autorizzate.

Il quadro attuale rivela quindi un'ottima conoscenza dell'inquinamento elettromagnetico in provincia di Siena, con un'adeguata procedura autorizzativa per i nuovi impianti e per la modifica di quelli esistenti, che garantisce l'ampio rispetto dei limiti di legge.

L'intensificazione dei controlli prevista in futuro non deriva quindi dalla presenza di un inquinamento generalizzato, ma dalla volontà di mantenere preventivamente i livelli dei campi elettromagnetici entro i valori attuali, e scoraggiare i gestori nell'utilizzo degli impianti in maniera difforme da quanto autorizzato da ARPAT; comportamenti questi che, attualmente, in assenza della piena esecutività della LR 54/00, non possono essere perseguiti direttamente dall'Agenzia, ma eventualmente attraverso altri strumenti (quali la difformità dalle concessioni edilizie).

Nell'immediato futuro è comunque previsto un potenziamento di tutta l'attività di controllo nel settore dei campi elettromagnetici, a partire da un protocollo per l'autorizzazione e il collaudo delle Stazioni Radio Base, concordato tra ARPAT, ASL e Amministrazione Provinciale, che, se condiviso dalle amministrazioni Comunali, assicurerà, oltre a una uniformità di comportamenti in provincia, una garanzia di tutela della salute e dell'ambiente nel senese.

Nei programmi futuri verrà privilegiata l'attività di tipo conoscitivo, dalla quale evidenziare le possibili fonti di pressione tramite la quale attuare controlli mirati.

Particolare importanza verrà data infatti alla georeferenziazione delle "sorgenti" (linee di AT, MT, cabine di trasformazione primarie (AT-MT) e secondarie (MT-BT), SRB, siti radiotelevisivi), dalle quali, in un secondo tempo, modellizzare le emissioni per ottenere una valutazione "schematica" dell'esposizione della popolazione, in particolare alle basse frequenze. In quest'ottica le indagini strumentali saranno prevalentemente indirizzate alle situazioni critiche individuate dalle mappe precedenti.

INDIVIDUAZIONE DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA A CAMPI MAGNETICI A 50 Hz GENERATI DA LINEE ELETTRICHE AD ALTA TENSIONE NEL TERRITORIO DELL'AZ. USL 11 EMPOLI

*Maria Grazia Petronio[°], Stefano Bassi[°], Lavinia Tofani[°], Giuliano Pineschi[°], Gabriele Mazzoni[°], Lucia Miligi**

Introduzione

Il problema dei rischi per la salute, e in particolare quello cancerogeno, associati all'esposizione a campi elettrici e magnetici a frequenze estremamente basse (ELF) generati da linee elettriche ad alta tensione, è stato oggetto di studi epidemiologici a partire dalla fine degli anni Settanta. I primi risultati, condotti da Wertheimer e Leeper (1979), avevano evidenziato un'associazione tra tumori infantili e residenza in edifici ad alta configurazione di corrente. Da allora diverse ricerche hanno affrontato il tema del rischio cancerogeno legato all'esposizione a campi elettrici e magnetici a 50/60Hz, tuttavia è opinione condivisa che i risultati di maggiore interesse siano quelli che derivano da studi pubblicati negli anni '90, caratterizzati da protocolli sufficientemente attenti ai problemi della valutazione dell'esposizione, del controllo dei fattori di confondimento e delle dimensioni numeriche dello studio.

Nel complesso, a tutt'oggi, la relazione causale tra esposizioni a campi magnetici ELF e tumori, e in particolare a leucemie infantili, rimane non chiarita. Sulla base di due analisi pooled (Greenland 2000, Ahlbom 2000) degli studi più recenti condotti con metodi diretti di valutazione dell'esposizione si osserva un incremento di rischio di leucemie infantili in bambini esposti a livelli elevati e non comuni di campo (0.3-0.5 microTesla). Tuttavia gli stessi autori fanno notare che persistono limiti nell'interpretazione dei dati e sono necessari ulteriori approfondimenti per chiarire meglio alcuni dei punti cruciali.

Già nel 1997 l'ISS e l'ISPESL, in un documento congiunto, avevano richiamato l'attenzione su alcuni valori di esposizione (dell'ordine di qualche microTesla) piuttosto lontani dalla condizione di fondo, per i quali si può

[°] Unità Operativa Igiene pubblica Az.Usl 11 di Empoli

* C.S.P.O. U.O. Epidemiologia Ambientale-Occupazionale Istituto Scientifico della Regione Toscana

ragionevolmente stimare un possibile rischio aggiuntivo anche considerevole.

Alla luce di quanto esposto abbiamo ritenuto pertanto utile promuovere un'indagine sul territorio che avesse lo scopo di verificare l'esposizione della popolazione ai campi ELF e in particolare di mettere in evidenza le situazioni più critiche.

L'altro obiettivo dell'iniziativa è stato quello di dar vita ad un processo di comunicazione e collaborazione con la popolazione cui si è ritenuto opportuno dare risposte, nonostante i limiti delle attuali conoscenze scientifiche sui rischi connessi all'esposizione ai c.m. a 50Hz.

E' noto, infatti, che la percezione del rischio nei confronti dell'inquinamento elettromagnetico è molto alta per una serie di motivi ben noti tra cui il fatto che si tratta di un fenomeno poco conosciuto, non familiare, dagli effetti incerti, imposto dall'esterno e che può comportare rischi più elevati nei bambini.

Inoltre, l'esistenza di limiti normativi molto diversi (100 microTesla) da quelli associati, sia pure preliminarmente, ad effetti molto negativi sulla salute suscitano nella comunità la sensazione di non essere sufficientemente tutelata.

Va, infine, considerata una certa sfiducia nelle istituzioni, unitamente ad una crisi di credibilità e al ruolo spesso negativo che i mass-media hanno svolto relativamente a questa problematica. Infatti, la ricerca della notizia d'effetto allo scopo di suscitare la curiosità del lettore si è tradotta in una scarsa informazione, nella diffusione di notizie false e di dati non attendibili. Tutto ciò non ha certamente agevolato il cittadino al quale non sono stati forniti strumenti per la comprensione del problema né tantomeno elementi per conoscere e in qualche modo partecipare costruttivamente all'attività degli Enti preposti al controllo.

In una situazione quale quella delineata fornire risposte di tipo meramente burocratico (conformità alle norme o agli standard, rispetto delle procedure stabilite ecc) "non placa e anzi amplifica l'ansia" (P. Bevitori 1999).

Pertanto, nel nostro intervento abbiamo posto l'informazione sia ai cittadini che agli amministratori al centro di ogni attività.

Nella comunicazione è stato scelto il modello partecipativo in cui tutti i punti di vista sono stati assunti come reali e tutte le preoccupazioni prese in considerazione.

Non è stato assunto un atteggiamento paternalistico teso a "minimizzare,

evitare il panico e tranquillizzare” ma sono state scambiate informazioni corrette e chiare, compresa l’incertezza stessa che è per definizione parte del rischio. Questo ha favorito l’instaurarsi di rapporti di fiducia tra gli operatori e la comunità e una forte collaborazione tra l’Azienda Sanitaria e i Comuni.

Programma d’indagine

L’indagine è consistita nel *censimento delle linee ad alta tensione, cabine elettriche e sottostazioni presenti sul territorio dell’Az. USL 11, al fine di individuare la popolazione esposta a livelli molto alti di campi elettromagnetici alla frequenza industriale di 50 Hz (detti “ELF”: extremely low frequency).*

Inizialmente sono stati individuati gli edifici più vicini agli elettrodotti in un raggio di 10 e di 100 metri, dove si può supporre che i campi elettromagnetici (ELF) siano incrementati rispetto ai valori di fondo per la presenza delle linee di distribuzione.

I dati rilevati sulle mappe sono stati verificati con sopralluoghi (si è appurato, infatti, che alcuni edifici non sono riportati nelle planimetrie o che le distanze misurate sulla carta a volte non corrispondono esattamente a quelle reali) per procedere successivamente ad una misura strumentale dei campi magnetici negli edifici censiti.

L’iniziativa di censimento è stata preliminarmente presentata ai gruppi di cittadini interessati attraverso la convocazione di assemblee cittadine, la partecipazione a riunioni all’interno delle scuole e direttamente in occasione dei sopralluoghi nelle singole abitazioni.

Materiali e metodi

Il *censimento* è stato eseguito analizzando 39 aerofotogrammetrie in scala 1:10000 aggiornate al 1992 e fornite dall’Ufficio Cartografico della Regione Toscana nonché i tracciati degli elettrodotti con i relativi parametri nominali forniti dalla Direzione Toscana dell’ENEL.

Nel corso dello studio è stato possibile acquisire anche le carte su supporto informatico fornite dalla Regione Toscana.

Con quest’ultimo strumento è stato possibile individuare anche la tipologia degli edifici.

Le distanze degli edifici dagli elettrodotti sulle carte sono state calcolate

tra la proiezione a terra dell'asse di simmetria dell'elettrodotto e il punto più vicino dell'edificio.

Quelle in corso di sopralluogo, invece, sono state calcolate dal punto più vicino dell'edificio al conduttore più vicino, con l'ausilio di un misuratore laser.

Il metodo scelto per la misura del campo elettromagnetico si rifà in buona parte allo studio SETIL (Studio epidemiologico caso-controllo su tumori infantili, leucemie, linfoma non Hodgkin e neuroblastomi in Italia, convalidato nell'ambito di un'indagine pilota: A. Salvan *et al.*, *L'indagine pilota sulla valutazione del c.m. ELF per lo studio epidemiologico SETIL*, in: Atti del Convegno Nazionale di Radio-Protezione su aspetti scientifici e normativi delle R.N.I., Napoli 29 settembre - 1 ottobre 1999).

Lo strumento impiegato per la misura dei campi a 50Hz è un rilevatore di c.e.m. a bassa frequenza del tipo EMDEX II.

Le prime misure effettuate, riportate in questa relazione, sono state eseguite in edifici scelti sia sulla base della distanza dall'elettrodotto (privilegiando quelli più vicini) che sulla base di esposti dei cittadini pervenuti al nostro Servizio.

Nelle abitazioni selezionate sono state eseguite:

1. misure spot in due condizioni di carico (basso carico: con l'impianto elettrico interno disattivato; alto carico: con tutte le luci accese e gli elettrodomestici in funzione).
2. misure prolungate per 48 ore continuative.

La scelta dei punti di misura nella residenza si è basata sulla combinazione di localizzazioni di maggiore permanenza del bambino o degli altri residenti e di posizioni definite in base a criteri geometrici. Prima delle misure è stata effettuata un'intervista ai residenti ed è stata compilata una scheda di sopralluogo che comprende oltre ai dati anagrafici informazioni utili a individuare i locali di maggior permanenza.

La particolare attenzione riservata all'individuazione dell'esposizione dei bambini deriva da quanto detto nell'introduzione, e cioè che la maggior evidenza scientifica per ora riguarda l'associazione tra esposizione a c.e.m. e sviluppo di leucemia nei bambini.

Risultati

Sul nostro territorio, che comprende 15 comuni, per una superficie totale

di 933 Kmq e una densità di popolazione di 232ab/Kmq, sono stati rilevate cinque linee ad altissima tensione (380KV), che attraversano ben 8 comuni (fortunatamente in frazioni non densamente popolate) due linee a 220 KV, una linea a 132KV delle F.F.S.S., 14 linee a 132KV dell'ENEL e 8 sottostazioni a 132KV.

Il numero di edifici compresi nel raggio di 100 metri è risultato essere di 1175 di cui 130 (72 zona Valdarno e 58 zona Empolese-Valdelsa) sono nel raggio di 10 metri.

La distanza reale degli edifici censiti sulle planimetrie nel raggio di 10 metri in corso di sopralluogo è risultata variare da un minimo di 8.5 metri ad un massimo di 35 metri.

Dal campione dei 130 edifici sono stati scartati gli edifici diroccati, non abitati, gli annessi agricoli, i ricoveri per animali, le capanne e simili (5 zona Vald. e 10 zona Emp.: tot. 15 edifici).

Sono stati anche scartati quelli la cui distanza in corso di sopralluogo è risultata molto superiore ai 10 metri a meno che non ci fosse un esposto (25 zona Vald. e 11 zona Emp.: tot. 36 edifici); mentre ne sono stati inseriti 11 (9 zona Vald. e 2 zona Emp.) non rilevati nel censimento cartaceo ma in corso di sopralluogo.

In 10 casi i residenti hanno rifiutato le misure (7 zona Vald. e 3 zona Empolese).

Sono state inserite nelle tabelle anche le misure relative ad alcuni esposti dei cittadini (12 edifici zona Emp. ed 1 zona Vald.), occorre precisare che sul totale dei tredici esposti, 9 sarebbero comunque stati compresi nel censimento, mentre gli altri 4, essendo a distanza superiore a 10 m, non sarebbero stati presi in considerazione.

Dall'analisi dei dati relativi a 73 edifici risulta quanto segue.

- I maggiori valori di campo magnetico sono stati rilevati in prossimità di linee a 380Kv e in edifici molto vicini alle linee elettriche (Tab. 1).
- I valori ritrovati sono sempre molto inferiori al valore limite di 100 microTesla previsto dal D.P.C.M. 23.4.92 (quello massimo ritrovato è di 10.33 microT) mentre la distanza prevista dal suddetto D.P.C.M. non risulta rispettata nel 22% dei casi (Tab. 1).
- Nel campione considerato le differenze tra le misure spot a basso carico e le misure spot ad alto carico sono inesistenti, per cui è possibile concludere che nel range di distanza considerato (8-35 metri) i valori di c.e.m.

risentono maggiormente delle variazioni di carico della linea piuttosto che del contributo dell'impianto elettrico interno e degli elettrodomestici (Tab. 1) .

- L'andamento dei valori registrati nell'arco delle 48 ore è piuttosto regolare e simile in tutti i casi: i valori più alti si registrano nel corso della mattina, tendono a decrescere nel pomeriggio per raggiungere i valori minimi durante la notte.
- Nel 67% degli edifici più "esposti" è stato registrato un valore medio nelle 48 ore di c.e.m. comunque inferiore a 0.5 microT, mentre nel 16.5% degli edifici si rileva un valore compreso tra 0.5 e 1 microTesla e nel rimanente 16.5% un valore superiore all'unità di microT (Tab. 2).
- La popolazione totale residente nei 73 edifici è pari a 432 persone (350 adulti e 82 bambini). Nella Tabella 3 sono riportate le percentuali di popolazione esposta alle varie fasce di campo elettromagnetico. Dai dati emerge che solo 1 bambino su 82 è esposto a valori di C.E.M. particolarmente elevati ($> 1 \mu\text{T}$) mentre l'89% del campione è esposto a valori bassi ($< 0,5 \mu\text{T}$). Esiste poi una fascia pari al 10% (8 bambini) esposta a valori compresi tra 0.5 ed $1 \mu\text{T}$.

Conclusioni

- I risultati dello studio ci hanno consentito di costruire una mappa dell'esposizione della popolazione residente in prossimità degli elettrodotti a campi ELF e quindi di individuare le situazioni a maggior rischio e di poter fornire indicazioni sulle priorità di intervento.
- I dati rilevati sono stati forniti sia all'ARPAT che all'ENEL affinché venisse verificata la possibilità/fattibilità di un intervento teso a ridurre i livelli di induzione magnetica.
- ARPAT ha già elaborato una proposta di intervento di risanamento per le linee ENEL a 132kV n.525 "Acciaiolo-S.Romano" e n.526 "Ponsacco-S.Romano" in prossimità delle quali sono stati rilevati valori alti di esposizione, mentre l'ENEL sta verificando la possibilità di intervenire sulle linee a 380KV.
- La popolazione ha collaborato al censimento e si sono instaurati rapporti di fiducia con gli operatori del Dipartimento testimoniati anche da una drastica riduzione degli esposti.
- La stampa non sempre è stata all'altezza del proprio ruolo ed è stato neces-

sario un intervento sistematico e deciso da parte del Dipartimento teso a cercare una collaborazione più stretta con la stessa per garantire la qualità delle informazioni.

- I risultati del nostro studio potranno essere utilizzati per un confronto con sistemi che utilizzano programmi di calcolo al fine di una reciproca validazione.

In conclusione, riteniamo che lo studio descritto abbia assolto all'obiettivo di rispondere alle esigenze emerse tra la popolazione e le amministrazioni locali.

A tre anni di distanza dal momento in cui lo studio è stato avviato potrebbe non essere necessario che altri Dipartimenti di Prevenzione attivino lo stesso tipo di ricerca (anche in considerazione del discreto impegno di risorse). E' necessario, invece, acquisire tutti i dati e le stime di esposizione già disponibili presso altri Enti (ARPAT, Regione), individuare le situazioni critiche, e precipuamente le esposizioni particolarmente elevate relative alla popolazione infantile, e lavorare di concerto con tutti gli Enti e con l'ENEL per pervenire in un breve turno di tempo ad una riduzione dell'esposizione.

Tab.1 Quadro sinottico delle misure di c.m. (ordinate per numero di linea e misura media decrescente nelle 48 ore) negli edifici vicini alle linee a 132 e 380 kv

N.	Ubicazione	Numero identi- ficazione linea	Tensione nominale Kv	Distanza linea dall'edificio (metri)	Vano di ubicazione strumento	Misura spot a impianto spento (microT)	Misura spot ad alto carico (microT)	Misura media nelle 48 ore (microT)	Deviazione standard	Mediana (microT)	Valore Min. (microT)	Valore Max. (microT)
1	Comune di Montalone	328	380	8,5	Camera matrimoniale	8,00	8,00	4,25	2,54	3,45	0,25	10,33
2	Comune di Montalone	328	380	21	Laboratorio calzature		5,00	3,48	1,23	3,19	1,03	6,21
3	Comune di Montalone	328	380	15	Magazzino di vendita	3,86	3,86	3,34	1,10	3,03	1,19	5,73
4	Comune di Montalone	328	380	15,76	Camera matrimoniale	2,74	2,82	1,35	1,04	0,97	0,05	3,71
5	Comune di Montelupo F.no	328	380	30	Ufficio	1,36	1,38	1,22	0,36	1,19	0,54	2,13
6	Comune di Capraia e Limite	328	380	30	Zona mostra	2,70	2,70	0,91	0,72	0,68	0,08	2,81
7	Comune di S.Miniato	431	132	Sottostante	Locale rifinitzione		0,28	0,23	0,06	0,24	0,14	0,33
8	Comune di S.Miniato	431	132	Sottostante	Ufficio 1 Piano		0,18	0,17	0,06	0,17	0,08	0,46
9	Comune di S.Miniato	431	132	15	Ufficio 1 Piano		0,17	0,13	0,04	0,15	0,06	0,2
10	Comune di Montelupo F.no	448	132	23,79	Camera figlio	0,41	0,41	0,31	0,09	0,30	0,18	0,47
11	Comune di Montelupo F.no	448	132	20	Locale falegnameria	0,33	0,33	0,26	0,08	0,26	0,11	0,38
12	Comune di Montelupo F.no	448	132	25	Soggiorno	0,27	0,28	0,22	0,06	0,06	0,12	0,35
13	Comune di S.Miniato	469	132	12	Soggiorno	0,42	0,41	0,52	0,18	0,54	0,12	1,07
14	Comune di S.Miniato	469	132	12	Cucina	0,28	0,26	0,45	0,21	0,53	0,05	0,91
15	Comune di S.Miniato	469	132	15	Camera	0,21	0,21	0,39	0,14	0,42	0,1	0,87

N.	Ubicazione	Numero identificazione linea	Tensione nominale Kv	Distanza linea dall'edificio (metri)	Vano di ubicazione strumento	Misura spot a impianto spento (microT)	Misura spot ad alto carico (microT)	Misura media nelle 48 ore (microT)	Deviazione standard	Mediana (microT)	Valore Min. (microT)	Valore Max. (microT)
16	Comune di S.Miniato	469	132	10	Ufficio		0,14	0,18	0,05	0,18	0,08	0,41
17	Comune di S.Miniato	469	132	15	Cucina secondaria	0,13	0,14	0,18	0,06	0,19	0,06	0,29
18	Comune di S.Miniato	469	132	20	Camera Suocera	0,14	0,14	0,18	0,06	0,18	0,01	0,3
19	Comune di S.Miniato	469	132	15	Camera Matrimoniale	0,12	0,11	0,17	0,05	0,18	0	0,35
20	Comune di Montelupo	469	132	50	Soggiorno	0,16	0,17	0,1	0,05	0,1	0,01	0,3
21	Comune di Gambassi Terme	484	132	15	Locale Ufficio Tecnico	0,23	0,23	0,17	0,06	0,17	0,01	0,31
22	Comune di Gambassi Terme	484	132	20	Locale lavoro	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,01	0,19
23	Comune di Vinci	485	132	11,51	Soggiorno	0,32	0,32	0,40	0,11	0,35	0,18	0,60
24	Comune di Cerreto Guidi	485	132	40	Vano dormitorio	0,15	0,14	0,12	0,04	0,12	0,07	0,19
25	Comune di Empoli	488	132	10	Camera matrimoniale	0,80	0,80	0,58	0,16	0,59	0,18	0,88
26	Comune di Montelupo	488	132	18	Camera	0,38	0,4	0,27	0,12	0,29	0,08	0,52
27	Comune di Castelfranco	586	132	16,5	Camera ragazzi	0,62	0,65	0,41	0,16	0,37	0,00	1,36
28	Comune di Castelfranco	586	132	12	Camera Genitori	0,29	0,29	0,22	0,11	0,22	0,01	0,4
29	Comune di Castelfranco	586	132	12,4	Camera matrimoniale	0,24	0,24	0,22	0,07	0,21	0,11	0,53
30	Comune di Castelfranco	586	132	10	Ufficio		0,49	0,17	0,08	0,16	0,03	0,33
31	Comune di Castelfranco	586	132	15	Camera ragazzi	0,11	0,11	0,16	0,05	0,16	0,01	0,37
32	Comune di Castelfranco	586	132	10	Camera bambini	0,12	0,13	0,15	0,04	0,14	0,05	0,26

N.	Ubicazione	Numero Identi- ficazione linea	Tensione nominale Kv	Distanza linea dall'edificio (metri)	Vano di ubicazione strumento	Misura spot a impianto spento (microT)	Misura spot ad alto carico (microT)	Misura media nelle 48 ore (microT)	Deviazione standard	Mediana (microT)	Valore Min. (microT)	Valore Max. (microT)
33	Comune di Castelfranco	586	132	20	Locale di lavoro	0	0,14	0,14	0,06	0,12	0,03	0,31
34	Comune di Castelfranco	586	132	5,5	Camera ragazzi	0,11	0,12	0,1	0,03	0,09	0,03	0,16
35	Comune di Castelfranco	586	132	15	Cucina	0,07	0,07	0,07	0,04	0,07	0,01	0,44
36	Comune di Santa Croce	599	132	Sovrastante	Cameretta	0,21	0,21	0,25	0,07	0,24	0,09	0,42
37	Comune di Santa Croce	599	132	15	Soggiorno	0,13	0,13	0,21	0,05	0,21	0,05	0,29
38	Comune di Montelupo F.no	329 - 357	380	14,05	Camera matrimoniale	1,70	1,64	1,67	0,52	1,65	0,76	3,77
39	Comune di Montespertoli	329-357	380	35,5	Camera bambini	1,50	1,50	1,13	0,27	1,09	0,01	1,73
40	Comune di Montespertoli	329-357	380	32	Soggiorno salotto	1,50	1,50	1,10	1,10	1,33	0,32	1,61
41	Comune di Montespertoli	329-357	380	35	Camera bambini	2,20	2,20	0,99	0,83	0,62	0,08	2,79
42	Comune di Montespertoli	329-357	380	30	Camera bambini	1,30	1,30	0,88	0,28	0,87	0,29	1,59
43	Comune di Montelupo F.no	329-357	380	16,35	Cameretta	1,50	1,45	0,80	0,35	0,81	0,15	1,45
44	Comune di Capraia e Limite	329-357	380	27	Soggiorno	2,46	2,46	0,75	0,52	0,57	0,07	1,95
45	Comune di Montespertoli	329-357	380	17	Camera matrimoniale	0,51	0,47	0,52	0,18	0,46	0,21	1,04
46	Comune di Montelupo F.no	329-357	380	35	Cameretta	0,50	0,42	0,50	0,13	0,47	0,28	0,96
47	Com. di Montespertoli	329-357	380	31	Camera matrimoniale	0,1	0,1	0,46	0,17	0,46	0,09	0,87
48	Comune di Capraia e Limite	329 - 357	380	15,4	Camera matrimoniale	0,51	0,51	0,37	0,17	0,33	0,06	0,8
49	Comune di Montespertoli	329-357	380	40	Camera matrimoniale	0,45	0,48	0,37	0,16	0,36	0,05	0,75
50	Comune di Capraia e Limite	329-357	380	67	Soggiorno	0,50	0,55	0,36	0,15	0,37	0,06	0,59

N.	Ubicazione	Numero identificazione linea	Tensione nominale Kv	Distanza linea dall'edificio (metri)	Vano di ubicazione strumento	Misura spot a impianto spento (microT)	Misura spot ad alto carico (microT)	Misura media nelle 48 ore (microT)	Deviazione standard	Mediana (microT)	Valore Min. (microT)	Valore Max. (microT)
51	Comune di Montespertoli	329-357	380	33	Soggiorno cucina	0,17	0,15	0,24	0,08	0,23	0,07	0,47
52	Comune di Castelflorentino	431-432	132	8,80	Camera matrimoniale	0,50	0,50	0,37	0,12	0,40	0,18	0,76
53	Comune di Castelflorentino	431-32	132	12,44	Camera matrimoniale	0,40	0,39	0,32	0,10	0,34	0,16	0,50
54	Comune di Castelflorentino	431-432	132	10,50	Soggiorno	0,46	0,48	0,31	0,11	0,33	0,15	0,64
55	Comune di Castelflorentino	431-432	132	17,48	Camera matrimoniale	0,28	0,29	0,22	0,06	0,24	0,12	0,32
56	Comune di Castelflorentino	431-432	132	40,00	Cameretta	0,50	0,50	0,04	0,02	0,03	0,01	0,24
57	Comune di Montopoli Val d'Arno	525-526	132	8	Camera ragazzi	1,82	1,94	2,33	0,57	2,35	1,15	3,39
58	Comune di Montopoli Val d'Arno	525-526	132	10	Camera ragazzi	2,34	2,34	1,98	0,49	2,03	1,02	2,75
59	Comune di Montopoli Val d'Arno	525-526	132	8	Soggiorno	1,5	1,5	1,4	0,39	1,39	0,78	2,11
60	Comune di Montopoli Val d'Arno	525-526	132	13	Camera ragazzi	1,16	1,18	1,15	0,23	1,11	0,56	2,25
61	Comune di Castelfranco	525-526	132	15,48	Camera	1,38	1,34	0,99	0,31	0,95	0,44	1,87
62	Comune di Montopoli Val d'Arno	525-526	132	11	Cameretta	1,03	1	0,96	0,34	0,91	0,48	1,87
63	Comune di Montopoli Val d'Arno	525-526	132	7,5	Camera Genitori	0,93	0,9	0,95	0,22	0,97	0,41	1,35
64	Comune di Castelfranco	525-526	132	10	Camera genitori	0,9	0,9	0,79	0,29	0,78	0,17	1,27
65	Comune di Castelfranco	525-526	132	19,40	Camera matrimoniale	0,25	0,25	0,26	0,09	0,25	0,00	0,45
66	Comune di S.Miniato	FF.SS.	132	15	Camera	0,04	0,03	0,21	0,1	0,21	0,04	0,47

N.	Ubicazione	Numero identi- ficazione linea	Tensione nominale Kv	Distanza linea dall'edificio (metri)	Vano di ubicazione strumento	Misura spot a impianto spento (microT)	Misura spot ad alto carico (microT)	Misura media nelle 48 ore (microT)	Deviazione standard	Mediana (microT)	Valore Min. (microT)	Valore Max. (microT)
67	Comune di Castelfranco	FF.SS.	132	8	Soggiorno	0,12	0,13	0,17	0,06	0,14	0,00	0,73
68	Comune di Castelfranco	FF.SS.	132	10	Camera ragazzi	0,16	0,14	0,12	0,05	0,13	0,03	0,3
69	Comune di Empoli	FF.SS.	132	9,6	Soggiorno	0,10	0,19	0,11	0,05	0,09	0,06	0,42
70	Comune di Empoli	FF.SS.	132	10	Soggiorno	0,04	0,04	0,06	0,03	0,05	0,03	0,19
71	Comune di Empoli	FF.SS.	132	23	Soggiorno	0,05	0,05	0,06	0,01	0,06	0,04	0,21
72	Comune di Empoli	FF.SS.	132	10	Soggiorno	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,04	0,08
73	Comune di Montelupo F.no	FF.SS.	132	30	Ufficio	0	0,02	0,01	0,01	0	0	0,02

Tab. 2

Numero di edifici con valori di c.m. suddivisi per fasce (linee a 380 Kv)											
Valore di c.m. (microT)		< 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1		> 1	Tot.
Media	0	0,00%	0	0,00%	6	30,00%	6	30,00%	8	40,00%	20
Mediana	0	0,00%	0	0,00%	7	35,00%	6	30,00%	7	35,00%	20
Min.	10	50,00%	1	5,00%	5	25,00%	2	10,00%	2	10,00%	20
Max	0	0,00%	0	0,00%	1	5,00%	5	25,00%	14	70,00%	20
Numero di edifici con valori di c.m. suddivisi per fasce (linee a 132 Kv)											
Valore di c.m. (microT)		<= 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1		> 1	Tot.
Media	9	16,98%	15	28,30%	19	35,85%	6	11,32%	4	7,55%	53
Mediana	11	20,75%	14	26,42%	17	32,08%	7	13,21%	4	7,55%	53
Min. (*)	30	60,00%	11	22,00%	5	10,00%	2	4,00%	2	4,00%	50
Max	7	13,21%	6	11,32%	21	39,62%	9	16,98%	10	18,87%	53
Numero di edifici con valori di c.m. suddivisi per fasce (linee a 132 Kv + 380 Kv)											
Valore di c.m. (microT)		< 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1		> 1	Tot.
Media	9	12,33%	15	20,55%	25	34,25%	12	16,44%	12	16,44%	73
Mediana	11	15,07%	14	19,18%	24	32,88%	13	17,81%	11	15,07%	73
Min. (*)	40	57,14%	12	17,14%	10	14,29%	4	5,71%	4	5,71%	70
Max	7	9,59%	6	8,22%	22	30,14%	14	19,18%	24	32,88%	73

Numero di edifici con valori di c.m. (lettura spot 1 minuto) suddivisi per fasce (linee a 380 Kv)									
Valore di c.m. (microT)	<= 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1,0		Tot.
Impianto spento(*)	1	5,26%	1	5,26%	3	15,79%	2	10,53%	19
							12	63,16%	100%
Impianto carico alto	1	5,00%	0	0,00%	3	15,00%	3	15,00%	20
							13	65,00%	100%
Numero di edifici con valori di c.m. (lettura spot di 1 minuto) suddivisi per fasce (linee a 132 Kv)									
Valore di c.m. (microT)	<= 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1		Tot.
Impianto spento(*)	9	18,75%	11	22,92%	18	37,50%	4	8,33%	48
							6	12,50%	100%
Impianto carico alto	7	13,21%	16	30,19%	20	37,74%	4	7,55%	53
							6	11,32%	100%
Numero di edifici con valori di c.m. (lettura spot di 1 minuto) suddivisi per fasce (linee a 132Kv+380Kv)									
Valore di c.m. (microT)	<= 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1		Tot.
Impianto spento(*)	10	14,93%	12	17,91%	21	31,34%	6	8,96%	67
Impianto carico alto	8	10,96%	16	21,92%	23	31,51%	7	9,59%	73
							19	26,03%	100%

(*) In alcune industrie non è stato possibile effettuare la misura ad impianto spento

Tab. 3

Numero di individui esposti in edifici CIVILI con valori di c.e.m. (*) suddivisi per fasce (linee a 132 Kv)													
Valore di c.m. (microT)		<= 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1		> 1		Tot.	
Adulti		21	14,79%	47	33,10%	49	34,51%	13	9,15%	12	8,45%	142	100%
Bambini		6	8,57%	53	75,71%	8	11,43%	3	4,29%	0	0,00%	70	100%
Numero di individui esposti in edifici CIVILI con valori di c.e.m. (*) suddivisi per fasce (linee a 380 Kv)													
Valore di c.m. (microT)		<= 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1		> 1		Tot.	
Adulti		0	0,00%	0	0,00%	21	28,00%	28	37,33%	26	34,67%	75	100%
Bambini		0	0,00%	0	0,00%	6	50,00%	5	41,67%	1	8,33%	12	100%
Numero di individui esposti in edifici INDUSTRIALI con valori di c.e.m. (*) suddivisi per fasce (linee a 132 Kv)													
Valore di c.m. (microT)		<= 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1		> 1		Tot.	
Adulti		22	16,54%	62	46,62%	13	9,77%	15	11,28%	21	15,79%	133	100%
Numero TOTALE di individui esposti a c.e.m. (*) suddivisi per fasce (linee a 132 e 380 Kv)													
Valore di c.m. (microT)		<= 0,1		> 0,1 e <= 0,2		> 0,2 e <= 0,5		> 0,5 e <= 1		> 1		Tot.	
Adulti		43	12,29%	109	31,14%	83	23,71%	56	16,00%	59	16,86%	350	100%
Bambini		6	7,32%	53	64,63%	14	17,07%	8	9,76%	1	1,22%	82	100%

(*) Tutti i valori sono riferiti alla misura dell' esposizione media nelle 48 ore .

ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA: L'INFORMAZIONE DELLA POPOLAZIONE SUI TELEFONI MOBILI E LE STAZIONI RADIO-BASE

Gaetano Marchese

I possibili effetti sulla salute che potrebbero essere causati da esposizione ai Campi Elettrici e Magnetici (CEM) hanno generato una tale preoccupazione nella popolazione generale da attribuire ad essi anche rischi mai dimostrati.

Le segnalazioni-esposti dei cittadini pervenuti nel biennio 1999-2000 per la zona di Firenze sono riportati nei grafici 1 e 2.

Tralasciando una più approfondita analisi dei motivi che sono alla base di questi fenomeni di percezione del rischio, si possono solo elencare quelle che a nostro parere risultano le motivazioni più credibili: l'esposizione non volontaria, la paura per ciò che non è familiare, l'accostamento delle radiazioni non ionizzanti a quelle ionizzanti, la scarsità di controlli e verifiche, il vorticoso aumento dei telefoni cellulari e delle stazioni nel giro di pochissimi anni ecc.

In particolare, nel campo dell'informazione e della comunicazione del rischio, è risultata assolutamente inefficace la comunicazione tra esperti, enti pubblici, società di telefonia e la popolazione generale.

Di fronte a tante e tali preoccupazioni e consapevoli che i cittadini hanno sicuramente diritto ad essere informati in modo accurato, affidabile e credibile, l'U.O. Igiene e Sanità pubblica della ASL 10 di Firenze ha aderito al Progetto coordinato dal Settore Ambiente della Provincia di Firenze, con l'obiettivo di informare più efficacemente sia sui rischi certi correlati all'esposizione ai CEM, sia sui "comportamenti" di tipo preventivo da adottare.

L'informazione alla popolazione dovrà comprendere i seguenti punti:

- aggiornare periodicamente, almeno ogni sei mesi, su apposito sito WEB, sui progressi della ricerca scientifica nell'ambito del "Progetto Internazionale CEM"; tale progetto, avviato nel 1996 dall'OMS, ha tra gli obiettivi soprattutto quello di stabilire il grado di evidenza scientifica dei possibili effetti sulla salute dei CEM, compresi i campi a RF emessi dai telefoni cellulari e dalle stazioni radio base;
- favorire le azioni preventive tendenti a limitare l'esposizione, che per le Stazioni Radio Base (SRB) della telefonia mobile si traducono in una cor-

retta procedura di autorizzazione dei nuovi siti e nell'adeguamento ai nuovi limiti degli impianti preesistenti, oltrechè, ove necessario, agli opportuni controlli e verifiche;

- informare periodicamente i cittadini sul rispetto dei limiti vigenti, possibilmente fornendo in rete opportune cartografie del territorio, ove si possano facilmente identificare i siti della telefonia;
- fornire notizie relative alle cautele da adottare da parte di particolari soggetti a rischio (ad es. portatori di pace-maker, di sistemi temporizzati di infusione di farmaci, di protesi metalliche ecc.), che si trovino casualmente ad operare nei pressi delle Stazioni Radio Base;
- diffondere un opuscolo informativo alla popolazione, riportando le caratteristiche di funzionamento delle SRB e un decalogo sull'uso corretto del telefonino, al fine di limitare l'esposizione ai campi a radiofrequenza ma anche gli effetti indiretti, quali gli incidenti stradali causati dalla sua impropria utilizzazione, informando anche sull'utilità dei sistemi accessori.

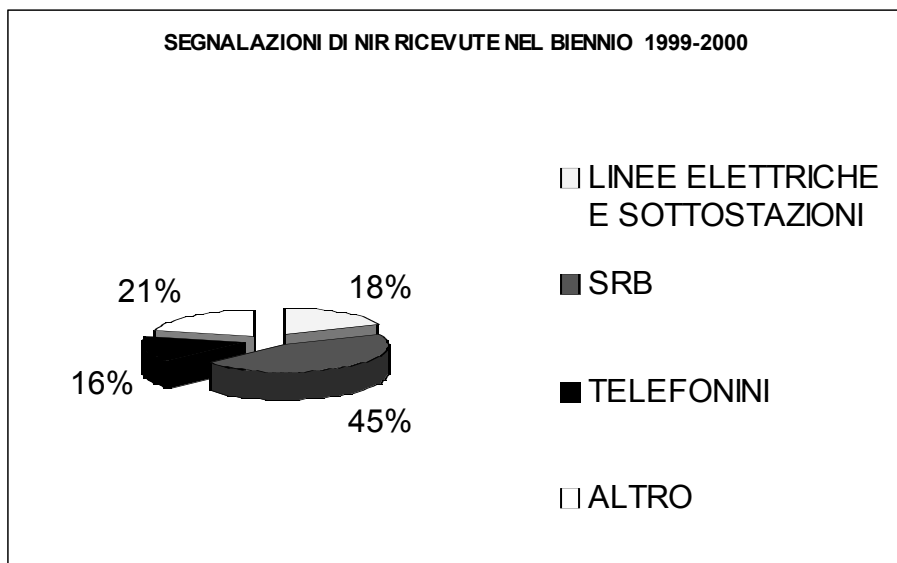


Grafico 1

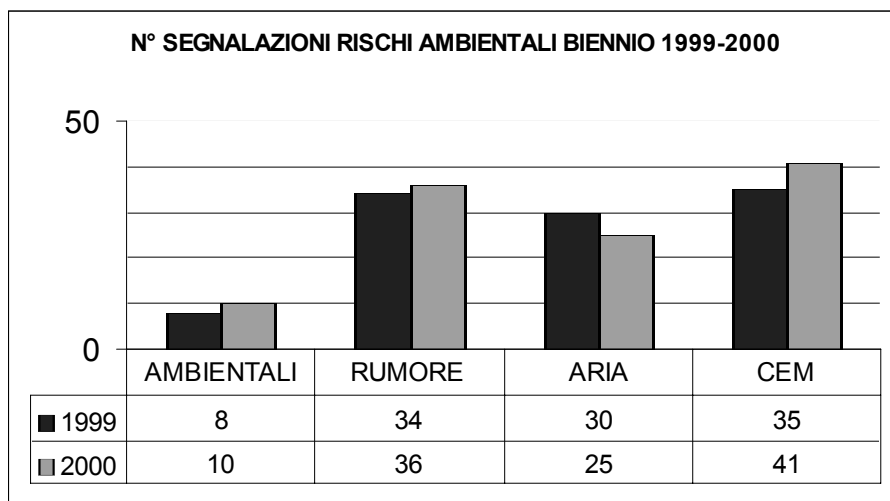


Grafico 2

Appendice

Accordo procedurale fra la Provincia di Firenze, il Dipartimento della Prevenzione della Azienda USL 10, il Dipartimento della Prevenzione dell'Azienda USL 11, il Dipartimento Provinciale ARPAT di Firenze, il Servizio Sub-provinciale ARPAT del Circondario Regionale dell'empolese-valdelsa sulle procedure autorizzative e di controllo in materia di realizzazione e gestione di reti di telefonia cellulare sicure.

Il Comitato Provinciale di cui all'art. 17 della LR 66/1995, nella seduta del 12 ottobre 2000:

Vista la L.R. n. 54 del 06/04/2000 "Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione" ed in attesa che la procedura autorizzatoria e di controllo ivi prevista vada a regime con l'emanazione da parte del Consiglio e della Giunta Regionale dei criteri e delle norme tecniche previste dall'art. 4;

Rilevata la necessità di assicurare che la realizzazione e gestione di reti di telefonia cellulare avvenga con modalità tali da dare ogni garanzia di tutela della salute pubblica;

Preso atto della necessità di fornire alle Amministrazioni Comunali, nei procedimenti per la realizzazione di nuove stazioni radiobase per la telefonia

cellulare o per la modifica di stazioni esistenti, elementi istruttori certi per quanto concerne gli aspetti ambientali e di salute pubblica;

Preso atto del diffuso allarme sociale a cui occorre rispondere sia con fatti concreti (ed in particolare con l'intensificazione delle attività di monitoraggio e controllo), sia fornendo ai cittadini elementi informativi precisi e trasparenti;

Visto il testo del protocollo operativo redatto dai tecnici della Provincia di Firenze, del Dipartimento della Prevenzione della Azienda USL 10, del Dipartimento della Prevenzione dell'Azienda USL 11, del Dipartimento Provinciale ARPAT di Firenze e del Servizio Sub-provinciale ARPAT del Circondario Regionale dell'empolese-valdelsa e rilevato come tale protocollo e gli allegati rispondano alle esigenze sopra dettagliate;

Viste le proposte in materia di informazione alla popolazione redatte dalla U.O di Igiene e Sanità Pubblica – Zona Firenze dell'Azienda USL 10 (e dal Dipartimento della Prevenzione dell'Azienda USL 11);

- 1) Approva l'accordo procedurale in materia di realizzazione e gestione di reti di telefonia cellulare sicure di cui all'allegato a) con i documenti collegati "Modalità di progetto delle stazioni radiobase di telefonia cellulare" e "Criteri per le attività di verifica e di controllo delle stazioni radiobase di telefonia cellulare".
- 2) Approva il documento "Esposizione a campi elettromagnetici e salute pubblica: l'informazione della popolazione sui telefoni mobili e le stazioni radiobase" e decide che i soggetti firmatari collaboreranno per attuare un'ampia campagna informativa .
- 3) Rileva che i Dipartimenti della Prevenzione delle Aziende USL 10 e 11, il Dipartimento Provinciale ARPAT di Firenze ed il Servizio Sub-provinciale ARPAT del Circondario Regionale dell'empolese-valdelsa si atterranno a quanto previsto dal presente accordo procedurale per quanto concerne l'espressione di pareri istruttori per la realizzazione, gestione e modifica delle stazioni radiobase di telefonia cellulare, nonché per le attività di verifica, vigilanza e controllo.
- 4) Da mandato alla Provincia di Firenze, Settore Ambiente, ed al Dipartimento Provinciale ARPAT di Firenze:
 - a) di costituire, in via provvisoria ed anche con la collaborazione dei gestori delle reti di telefonia cellulare, una banca dati sulle reti di stazioni di telefonia cellulare e renderla disponibile al pubblico, anche tra-

mite il sito internet della Provincia ed il sistema di Punti Informativi Multimediali.

- b) di garantire il livello minimo di attività istruttoria, di verifica e controllo della U.O. di Fisica Ambientale previsto dal protocollo operativo, anche a fronte di risorse aggiuntive finanziarie o di personale messe a disposizione da parte della Provincia, in modo da innalzare il livello di controllo degli impianti e le capacità operative della struttura tecnica ARPAT, nella prospettiva di quanto previsto dalla normativa regionale.
- c) di ricercare un accordo volontario con i gestori delle reti di telefonia cellulare per la definizione delle priorità di adeguamento dei vecchi impianti e per un ulteriore potenziamento delle strutture di verifica e controllo, al fine di dare una più evidente risposta all'allarme sociale relativo alla realizzazione e gestione delle reti di telefonia cellulare.

Il Presidente del Comitato

Ass. Mario Lastrucci

Il Dirigente del Settore Ambiente della Provincia di Firenze

Il Responsabile del Dipartimento della Prevenzione della Azienda USL 10

Il Responsabile del Dipartimento della Prevenzione della Azienda USL 11

Il Responsabile del Dipartimento Provinciale ARPAT Di Firenze

Il Responsabile del Servizio Sub-provinciale ARPAT del Circondario Regionale dell'Empolese-Valdelsa

LA NORMATIVA NAZIONALE

Rino Gracili

Oggetto della legge e fonti normative nazionali e comunitarie

La normativa nazionale in materia di campi elettromagnetici in Italia si è sviluppata soprattutto nell'ultimo ventennio, a partire dalla Circolare del Ministero della Sanità n.69 del 12 Novembre 1982, *Radiazioni non ionizzanti. Protezione da esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde*, nell'ambito della quale già si notava come il vertiginoso sviluppo di apparati elettronici nei paesi industrializzati spesso non venisse accompagnato da una normativa adeguata. La circolare fin d'allora metteva in luce come l'assorbimento di energia elettromagnetica da parte di sistemi biologici presentasse allo stesso tempo interessi scientifici ed igienico-sanitari e come l'assenza di certezze sugli effetti negativi dovesse stimolare la ricerca, e non rappresentare un valido motivo per sottovalutare i problemi del settore. Inoltre, la circolare sosteneva che la filosofia alla base di qualunque normativa nazionale o internazionale non avrebbe dovuto mirare tanto a monetizzare il danno, quanto a rimuovere le cause di rischio. Successivamente viene emanato il D.M. del 16 Gennaio 1991, *Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina delle costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne*, il quale disciplinava la distanza dei conduttori elettrici tenendo conto, per la prima volta, non solo dei rischi di scarica elettrica, ma anche dei possibili effetti dei campi elettromagnetici prodotti dalle linee elettriche aeree esterne sulla salute umana.

Il D.P.C.M. del 23 Aprile 1992, *Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*¹, emanato l'anno successivo, considerata la necessità di fissare limiti per l'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti, stabiliva i limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz)², relativamente all'ambiente esterno ed abitati-

¹ Il D.P.C.M. 28 Settembre 1995 ne stabilirà le norme tecniche procedurali di attuazione relativamente agli elettrodotti.

² Il D.P.C.M. ha recepito i limiti indicati nel 1989 dall'I.R.P.A. (International Radiation Protection Agency).

vo. Il provvedimento riguardava solo gli effetti acuti (a breve termine) e non gli effetti cronici (a lungo termine) ed escludeva dal proprio ambito le esposizioni professionali sul luogo di lavoro.

Il seguente D.P.C.M. del 28 Settembre 1995, *Norme tecniche procedurali di attuazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 relativamente agli elettrodotti*, stabiliva le norme tecniche di attuazione in relazione ai campi magnetici generati dagli elettrodotti e dalle relative stazioni e cabine elettriche; inoltre disciplinava in modo particolare disciplinava la realizzazione delle azioni di risanamento degli elettrodotti.

Il 2 Giugno del 1997, con Decreto del Ministero dell'Ambiente, veniva istituito un gruppo di lavoro interministeriale per la predisposizione di una proposta di testo normativo sulla tutela dell'inquinamento elettromagnetico.

Infine nel D.M. n. 381 del 10 Settembre 1998, *Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana*, nonostante la perplessità sull'opportunità di adottare misure particolarmente restrittive riguardo alla tutela dai campi elettromagnetici, si introduceva un criterio cautelativo relativo all'esposizione prolungata.

Si tratta di un complesso di norme riconducibili alla tutela dell'ambiente e quindi ai principi costituzionali contenuti negli artt. 9 e 32 della Costituzione.

L'articolo 9 stabilisce che:

La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica.

Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione.

Il successivo articolo 32 dispone che:

La Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività, e garantisce cure gratuite agli indigenti.

Nessuno può essere obbligato a un determinato trattamento sanitario se non per disposizione di legge. La legge non può in nessun caso violare i limiti imposti dal rispetto della persona umana.

La legge 22 Febbraio 2001, n.36, *Legge quadro sulla protezione delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*, assume un significato di particolare importanza in campo europeo in quanto può essere considerata come "opera prima" a livello legislativo. Superando renitenze ed incertezze emerse a livello scientifico, dà attuazione in modo organico e adeguato alla Raccomandazione del Consiglio della Comunità Europea

1999/519/CE del 12 Luglio 1999 con la quale gli stati membri venivano invitati ad adottare le misure necessarie ad assicurare un elevato livello di protezione della salute dall'esposizione ai campi elettromagnetici.

La volontà del legislatore italiano è stata quella di approvare una *legge quadro* che come tale riassume i contenuti delle leggi precedenti e fornisca il quadro generale delle norme e dei principi fondamentali che disciplinano la materia:

ARTICOLO 1 *Finalità della legge*

La presente legge ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti a:

- a) assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell'art. 32 della Costituzione;*
- b) promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine e attivare misure di cautela da adottare in applicazione del principio di precauzione di cui all'articolo 174, paragrafo 2, del Trattato istitutivo dell'Unione Europea;*
- c) assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio e promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili. [...]*

In sostanza, il legislatore italiano con la legge quadro ha mirato a tutelare, fondamentalmente, la salute dei cittadini, ma al tempo stesso ha inteso tutelare l'ambiente nella sua più vasta accezione. La tutela dell'ambiente infatti deve essere interpretata in senso unitario, comprensiva del significato oggettivo (bene giuridico) e di quello soggettivo (diritto fondamentale della persona). Si tende quindi ad adottare una concezione dell'ambiente che includa tutte le risorse naturali e culturali. Essa comprende: la conservazione; la razionale gestione ed il miglioramento delle condizioni naturali (aria, acque, suolo e territorio in tutte le sue componenti); l'esistenza e la preservazione dei patrimoni genetici terrestri e marini, di tutte le specie animali e vegetali che in esso vivono allo stato naturale e in definitiva la persona umana in tutte le sue manifestazioni.³

³ Si veda la sentenza n.210 del 28 Maggio 1987 della Corte costituzionale.

La tutela, nelle leggi statali e soprattutto nella legge quadro, si fonda sul presupposto che l'esistenza dei campi elettromagnetici costituisca pericolo per la salute dell'uomo e dell'ambiente.

A parte i dibattiti in corso, sotto l'aspetto scientifico il principio legiferatore, non solo delle leggi italiane ma anche della normativa comunitaria, è quello della *precauzione* che intende superare ogni indagine scientifica ancora in corso.

L'applicazione di tale politica cautelativa consegue all'attuazione del principio di *precauzione* di cui all'articolo 174, par. II, del *Trattato Istitutivo della Comunità Europea*, che così recita:

la politica della Comunità in materia ambientale mira ad un elevato livello di tutela, tenendo conto della diversità delle situazioni nelle varie regioni della Comunità. Essa è fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio "chi inquina paga".

Oltre l'Italia anche la Svizzera, nel luglio del 2000, ha adottato una nuova ordinanza federale sui campi elettromagnetici con limiti di potenza molto cautelativi per la popolazione, specie riguardo alle stazioni radio base per la telefonia cellulare.

L'Agenzia federale elvetica per l'Ambiente (BUWAL) ha affermato di scegliere la via della protezione dei cittadini non solo da agenti che sono già noti per essere pericolosi, ma anche da quelli che potrebbero esserlo.

Anche le linee guida internazionali elaborate dalla Commissione Internazionale per la Protezione dalle radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP) sono state predisposte in modo da evitare qualsiasi tipo di danno noto, sia a breve che a lungo termine, provocato dall'esposizione: nei valori limite infatti è stato preso in considerazione un ampio margine di sicurezza.

Oltre al principio di precauzione, che rappresenta quindi una politica di gestione del rischio in presenza di un alto grado di incertezza scientifica, vi sono altri tipi di politiche finalizzate a rispondere alle preoccupazioni generali in presenza di problemi di tutela della salute e dell'ambiente caratterizzati da incertezza scientifica.

La politica del *prudent avoidance*, per esempio, prescrive l'adozione di misure a basso costo per ridurre l'esposizione a campi elettromagnetici, anche in assenza di rischi dimostrabili. Questa politica ha trovato attuazione soprattutto nei settori elettrici dell'Australia, della Svezia e in alcuni degli Stati Uniti (California, Colorado, Hawai, New York, Ohio, Texas e Wisconsin).

Vi è poi la politica dell' *ALARA* (As Low As Reasonably Achievable) atta a minimizzare i rischi conosciuti mantenendo l'esposizione, appunto, "al più basso ragionevolmente raggiungibile". Questa politica peraltro viene applicata alle radiazioni ionizzanti, ma non ancora ai campi elettromagnetici.

Infine, da non sottovalutare, è l'obiettivo difficoltà, messa in luce dalla stessa OMS, di creare delle politiche cautelative coerenti ed omogenee data l'ubiquità dell'esposizione a campi elettromagnetici nella società moderna, e dati i livelli e gli intervalli molto variabili negli ambienti urbani⁴.

Ambito di applicazione della legge e problemi urbanistici

La legge quadro individua un vasto ambito di applicazione:

ARTICOLO 2 Ambito di applicazione

La presente legge ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possono comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare la presente legge si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici, compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione.[....]

Semplificando l'ambito di applicazione della normativa si può in qualche modo affermare che la legge n. 36/01 si occupa di tutto ciò che concerne l'esposizione ad onde elettromagnetiche, dalle frequenze estremamente basse (0Hz) a quelle altissime (300 GHz), e quindi dagli elettrodotti alle antenne.

Nel contesto della legge quadro le novità più rilevanti per un giurista che si è occupato e si occupa di "diritto e legislazione dell'urbanistica" sono contenute nei disposti dell' **ARTICOLO 8** che tratta delle *Competenze delle Regioni, delle Province e dei Comuni*:

Sono di competenza delle Regioni, nel rispetto dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità nonché dei criteri e delle modalità fissati dallo Stato, fatte salve le competenze dello Stato e delle autorità indipendenti:

⁴ *Campi elettromagnetici e salute pubblica*, Promemoria Marzo 2000 dell'OMS; sito web http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/ifact/cautionarY-Fs-italian.htm

- a) *l'esercizio delle funzioni relative all'individuazione dei siti di trasmissione e degli impianti di telefonia mobile, degli impianti radioelettrici e degli impianti per radiodiffusione, ai sensi della legge 31 Luglio 1997, n.249⁵ e nel rispetto del decreto di cui all'articolo 4 comma 2 lettera a), e dei principi stabiliti dal regolamento di cui all'articolo 5;*
 - b) *la definizione dei tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 KV, con la previsione di fasce di rispetto secondo i parametri fissati ai sensi dell'articolo 4 e dell'obbligo di segnalarle;*
 - c) *le modalità per il rilascio delle autorizzazioni alla installazione degli impianti di cui al presente articolo, in conformità a criteri di semplificazione amministrativa, tenendo conto dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici preesistenti;*
 - d) *la realizzazione e la gestione, in coordinamento con il catasto nazionale di cui all'articolo 4, comma 1 lettera c), di un catasto delle sorgenti fisse di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, al fine di rilevare i livelli dei campi stessi nel territorio regionale, con riferimento alle condizioni di esposizione della popolazione;*
 - e) *l'individuazione degli strumenti e delle azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità di cui all'articolo 3 comma 1 lettera d) numero 1;*
 - f) *il concorso all'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti per la salute, in particolare quelli a lungo termine, derivanti dall'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.*
- 2. Nell'esercizio di cui al comma 1, lettera a) e c), le Regioni si attengono ai principi relativi alla tutela della salute pubblica, alla compatibilità ambientale ed alle esigenze di tutela dell'ambiente e del paesaggio.*
- 3. In caso di inadempienza delle Regioni, si applica l'articolo 5 del decreto legislativo 31 Marzo 1998, n.112.*

Particolare rilievo merita il 4° comma dello stesso articolo 4, in ordine alla definizione delle competenze delle Province e dei Comuni:

4. Le Regioni nelle materie di cui al comma 1, definiscono le competenze che spettano alle Province ed ai Comuni, nel rispetto di quanto previsto dalla legge 31 Luglio 1997, n.249.

5. Le attività di cui al comma 1, riguardanti aree interessate da installazioni

⁵ Istituzione dell'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni e norme sui sistemi delle telecomunicazioni e radiotelevisivo.

militari o appartenenti ad altri organi dello Stato con funzioni attinenti all'ordine e alla sicurezza pubblica sono definite mediante specifici accordi dai comitati misti paritetici di cui all'articolo 3 della legge 24 Dicembre 1976, n.898, e successive modificazioni.

E infine grande importanza riveste il 6° comma inserito nei lavori parlamentari nella fase di esame al Senato:

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

Il contenuto della lettera c) dell'articolo 8 fa ritenere che per l'installazione di nuovi impianti oggetto della legge quadro (e forse anche per la riorganizzazione di quelli esistenti in seguito agli interventi di risanamento), sia immancabilmente necessario un formale atto amministrativo di *autorizzazione all'installazione* e che le nuove autorizzazioni debbano tenere conto dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici esistenti.

Il contenuto del 6° comma dispone che *i Comuni possono adottare un regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.*

Le espressioni usate impongono considerazioni di carattere urbanistico e territoriale che sono proprie della disciplina pianificatoria per l'assetto e l'utilizzazione del territorio. In sostanza il legislatore, sia pure con termini non del tutto appropriati, sembra voler imporre una pianificazione *ad hoc* per gli insediamenti di apparati che producono effetti elettromagnetici presso i Comuni provvisti di strumento urbanistico generale ed una *zonizzazione ad hoc* per quelli sprovvisti di strumento urbanistico generale o con strumento in corso di elaborazione.

In questa materia, proprio in ossequio all'esigenza di fissare criteri di semplificazione amministrativa per il rilascio delle autorizzazioni alle installazioni degli impianti, il Centro Studi, anche nell'ambito della ricerca commissionata da ARPAT, è impegnato a ricercare (e possibilmente a trovare) soluzioni politico-burocratiche compatibili con le esigenze concorrenti di tutela dell'ambiente e di snellimento procedurale-amministrativo.

La complessità della materia rende difficile una soluzione unitaria e sem-

plificata per tutte le autorizzazioni e comunque farà insorgere un sistema di rapporti di complicata gestione fra i soggetti installatori degli impianti ed i Comuni, e forse anche le Province.

Allo stato attuale appare difficile, se non impossibile, prevedere a priori i possibili percorsi degli impianti di elettrodotti, di telefonia mobile e di radiodiffusione (oltre all'allocazione delle stazioni di trasformazione, centrali di accumulo ecc.). Persino i percorsi interrati sono di difficile individuazione a priori.

Si ricorda infine che siamo ancora in attesa dei decreti attuativi della legge quadro.

Nel testo approvato dalla Camera, si indicava il termine di 120 giorni mentre nel testo approvato dalla Commissione di merito del Senato tale termine è stato ridotto di sessanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge.

In attuazione dell'articolo 4, comma 2, dovranno essere emanati due decreti contenenti la determinazione di:

- limiti di esposizione
- valori di attenzione
- obiettivi di qualità
- tecniche di misurazione e di rilevamento dell'inquinamento
- parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti.

La normativa regionale vigente

Può giovare in questa sede uno sguardo breve e sommario alla legislazione finora prodotta dalle Regioni; infatti appare interessante esaminare come esse abbiano gestito il problema dell'inquinamento elettromagnetico.

Toscana

La normativa di riferimento più recente in materia di inquinamento elettromagnetico è la *Legge Regionale n.54 del 6 Aprile 2000, Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione*.

La legge si occupa degli impianti fissi per telecomunicazioni e radiotelevisivi, operanti nell'intervallo di frequenza compresa tra 100 KHz e 300 GHz (art.2).

La Regione definisce i criteri per: l'individuazione delle *aree sensibili*⁶; le

⁶ Sono quelle zone per le quali le Amministrazioni competenti possono prescrivere localizzazioni alternative degli impianti in considerazione della densità abitativa, delle infrastrutture e servizi, dell'interesse storico-architettonico e paesaggistico-ambientale.

modalità del rilascio delle autorizzazioni comunali; i criteri tecnici per la gestione del catasto; i criteri per l'attuazione dei piani di risanamento e per l'attuazione delle procedure di controllo (art.4).

Il catasto regionale degli impianti è istituito dalla Regione presso ARPAT; la Giunta regionale in seguito, avvalendosi di ARPAT e dei Dipartimenti di prevenzione delle AUSL, redige un rapporto annuale per una valutazione di livelli di campo elettromagnetico dislocati sul territorio regionale (art.5).

I Comuni esercitano la funzione autorizzatoria all'installazione o alla modifica degli impianti avvalendosi del contributo di ARPAT e dei Dipartimenti di Prevenzione delle AUSL (art.7); ordinano poi le eventuali azioni di risanamento (art.8) ed esercitano la funzione di vigilanza e controllo avvalendosi sempre del contributo di ARPAT e dei Dipartimenti di Prevenzione dell'AUSL.

Per quanto attiene invece alla disciplina delle linee e degli impianti elettrici, la disposizione normativa regionale di riferimento è la *Legge Regionale n.51 dell'11 Agosto 1999, Disposizioni in materia di linee elettriche ed impianti elettrici*. La legge ha per oggetto l'esercizio delle funzioni amministrative in materia di linee ed impianti per il trasporto, la trasformazione e la distribuzione di energia elettrica, ed in particolare di quella autorizzativa relativa alla costruzione e all'esercizio di elettrodotti con tensione nominale sino a 150 Kv (art.1).

La legge individua poi il ruolo importante delle Province che, tenuto conto del P.I.T. (Piano di indirizzo Territoriale), determinano nei P.T.C. (Piani Territoriali di Coordinamento) gli indirizzi per l'individuazione degli ambiti relativi alla rete e agli impianti per il trasporto di energia elettrica, prevedendo eventualmente dei corridoi infrastrutturali afferenti alle nuove linee elettriche ad alta tensione. Inoltre le Province possono indicare ambiti territoriali da risanare per finalità di protezione ambientale (art.11).

L'articolo 14 della L.R.T. n.51/99 tra gli obiettivi di qualità da raggiungere nell'ambito dell'ottimizzazione qualitativa dei progetti per la costruzione delle linee ed impianti elettrici; inserisce il contenimento e/o la riduzione dei livelli di campo elettrico, magnetico, ed elettromagnetico, nonché dei relativi livelli di esposizione della popolazione. L'ottimizzazione del progetto comprende anche la localizzazione del tracciato e le procedure di V.I.A. di cui alla L.R.T.n.79/98⁷.

⁷ Legge Regionale 3 Novembre 1998, n.79, *Norme per la valutazione di impatto ambientale*.

Infine, le funzioni di vigilanza e controllo sono svolte dalle Province e dai Comuni che a tal fine possono avvalersi di ARPAT.

Valle d'Aosta

Di particolare risalto è la legge regionale emanata il 21 Agosto 2000 n.31, *Disciplina per l'installazione e l'esercizio di impianti di radiotelecomunicazioni*. L'articolo 6 prevede l'approvazione da parte del Comune di Aosta e delle Comunità Montane dei progetti regionali di rete previo parere dell'ARPA. Inoltre anche le variazioni o le nuove richieste da parte dei gestori degli impianti sono subordinate al parere tecnico favorevole dell'ARPA, in merito al rispetto dei limiti di esposizione, delle misure di cautela e degli eventuali obiettivi di qualità. Anche la presentazione dei piani di risanamento da parte dei gestori degli impianti avviene previo parere tecnico favorevole dell'ARPA stessa. L'individuazione di siti attrezzati di cui all'articolo 7 avviene tenendo conto dei piani di interesse generale predisposti sulla base della Normativa Urbanistica e di Pianificazione Territoriale della Valle d'Aosta⁸.

L'autorizzazione all'installazione degli impianti viene rilasciata dal Comune d'Aosta e dalle Comunità montane, previo parere tecnico favorevole dell'ARPA. La Regione istituisce il catasto regionale degli impianti presso l'Agenzia (art.13), mentre i controlli vengono effettuati dalle Comunità montane e dal Comune di Aosta che si avvalgono del supporto tecnico dell'ARPA (art.14).

E' da sottolineare come la funzione di rilascio dell'autorizzazione sia stata attribuita, in Valle d'Aosta, alle Comunità montane quali enti locali e unioni di Comuni.

Lombardia

La legge regionale più recente sul piano nazionale è quella emanata dalla regione Lombardia l'11 Maggio 2001 n.11, *Norme sulla protezione ambientale dall'esposizione a campi elettromagnetici indotti da impianti fissi per le telecomunicazioni e per la radiotelevisione*.

Al momento è l'unica Regione che abbia emanato una legge in materia dopo la legge quadro n.36/2001.

Nella legge regionale i Comuni provvedono ad individuare le aree nelle

⁸ L.R. 6 Aprile 1998 n.11.

quali è consentita l'installazione degli impianti, mentre le Regioni dettano i criteri per l'individuazione delle suddette aree. La legge tiene poi conto dell'incidenza degli impianti sulle aree densamente abitate e sulle zone di interesse storico-artistico, e in merito alle prime stabilisce che ai fini della tutela della salute pubblica la Giunta regionale competente in materia di sanità debba avvalersi del parere delle ASL. I gestori degli impianti sono tenuti a presentare il piano di localizzazione ai Comuni e all'ARPA. I Comuni sulla base delle informazioni contenute nei piani di localizzazione promuovono *iniziative di coordinamento e di razionalizzazione* della distribuzione delle stazioni per minimizzare l'esposizione della popolazione (art.4).

Il catasto regionale degli impianti è gestito dall'ARPA che fornisce le informazioni contenute nel catasto agli enti locali. L'autorizzazione all'installazione degli impianti viene rilasciata dai Comuni, acquisito il parere dell'ARPA (art.7). In seguito deve essere data ai Comuni comunicazione della collocazione degli impianti mobili di telefonia mobile, corredata del parere favorevole dell'ARPA e dell'ASL (art.8). L'articolo 9 in merito ai piani di risanamento dispone che la Giunta Regionale, sentiti i Comuni interessati, l'ARPA e la competente ASL, adotti il piano di risanamento. E' da sottolineare come, in tal modo, il risanamento degli impianti esistenti debba avvenire mediante un *piano regionale*.

Infine, riguardo alle funzioni di controllo, anche qui i Comuni si avvalgono dell'ARPA ed inoltre è previsto che la stessa Agenzia, su proposta della Giunta regionale, definisca annualmente un programma di controllo sugli impianti e le apparecchiature oggetto della legge, soprattutto in riferimento alle zone residenziali (art.11).

Emilia Romagna

In Emilia Romagna è stata emanata una legge piuttosto recente in materia di campi elettromagnetici. La legge regionale è la n. 30 del 31 Ottobre 2000, *Norma per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico*.

La legge articola in modo chiaro i tre tipi di impianti che generano onde elettromagnetiche: impianti fissi per l'emittenza radio e televisiva, impianti per telefonia mobile, impianti per la trasmissione e la distribuzione di energia elettrica.

Rispetto alle altre Regioni si nota un ruolo significativo della Provincia nella gestione del territorio.

La Provincia adotta un Piano Provinciale di localizzazione dell'emittenza radio e televisiva. Il Piano suddetto è approvato con le procedure previste per il PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) e può essere contenuto in quest'ultimo (art.3). I Comuni autorizzano l'installazione degli impianti dopo avere acquisito il parere dell'ARPA e delle AUSL.

Anche per quanto riguarda gli impianti di telefonia mobile sono i Comuni che rilasciano l'autorizzazione all'installazione degli impianti, previo parere dell'ARPA e dell'AUSL. Il Comune poi assume iniziative di coordinamento delle richieste di autorizzazione dei diversi gestori facendo in modo di ridurre l'impatto ambientale e favorendo una razionale distribuzione degli impianti (art.8). Il catasto degli impianti fissi di telefonia mobile è istituito presso i Comuni (art.11).

Infine, con riferimento agli impianti per la trasmissione e la distribuzione di energia elettrica, i Comuni definiscono specifici corridoi per la localizzazione delle linee e degli impianti elettrici all'interno degli strumenti urbanistici e in coerenza con quanto previsto nel PTCP. Sarà la Regione, mediante direttiva, a stabilire i criteri per l'individuazione dell'ampiezza dei suddetti corridoi (art.13). I piani di risanamento sono presentati alla Provincia dai gestori degli impianti. Il piano di risanamento inoltre deve essere approvato dalla Provincia previa acquisizione del parere del Comune interessato nonché dell'ARPA e dell'AUSL. Il catasto delle linee e degli impianti elettrici con tensione uguale o superiore a 15000 volt è istituito presso la Provincia. L'attività di vigilanza e controllo è svolta dall'amministrazione che rilascia l'autorizzazione, la quale si avvale del supporto dell'ARPA e dell'AUSL.

La Giunta della Regione Emilia Romagna ha poi provveduto a emanare la delibera n.197 del 20 Febbraio 2001 ai fini di individuare le norme applicative della legge regionale n.30/2001.

Veneto

In Veneto nel 1993 vengono emanate in successione ravvicinata due leggi regionali: una per la protezione dai campi elettromagnetici generati dagli elettrodotti e l'altra per i campi elettromagnetici generati dagli impianti di teleradiocomunicazione.

Nella prima legge, L.R.V. n.27 del 30 Giugno 1993 n.27, *Prevenzione dei danni alla salute derivante dai campi elettromagnetici generati da elettrodotti*, un'osservazione interessante potrebbe essere quella dell'articolo 2, il quale dispone che i tracciati degli elettrodotti siano evidenziati negli stru-

menti urbanistici generali ed attuativi. L'articolo 5 invece tiene conto anche degli interessi storici, archeologici, paesaggistici ed ambientali disponendo che il parere favorevole della Regione di cui all'articolo 3 è subordinato al fatto che nel territorio vincolato l'elettrodotto venga interrato.

Dalla legge regionale successiva, L.R.V. n.29 del 9 Luglio 1993, *Tutela igienico sanitaria della popolazione dalla esposizione a radiazioni non ionizzanti generate da impianti per teleradiocomunicazioni*, si evince il ruolo fondamentale che assumerà l'ARPAV. All'Agenzia devono infatti essere comunicate le caratteristiche dell'impianto da parte dei gestori (art.2), ad essa è affidata l'istruttoria tecnica relativa all'autorizzazione all'installazione (artt.3-4) e sempre all'Agenzia vengono affidati i periodici controlli dei livelli dei campi elettromagnetici (art.6).

Una legge regionale più recente è la L.R.V. n.48 del 22 Ottobre 1999, *Prevenzione dei danni derivanti dai campi elettromagnetici generati da elettrodotti. Regime transitorio*, nell'ambito della quale è riconfermato il ruolo dell'ARPAV nella fase dei controlli.

Infine, con la Circolare del Presidente della Regione Veneto, del 9 Agosto 2000 n.14, *Tutela igienico sanitaria della popolazione da radiazioni non ionizzanti generate da impianti per teleradiocomunicazione*, si dispone che la Regione si avvalga del supporto tecnico-scientifico dell'ARPAV per il raggiungimento degli obiettivi di qualità. Inoltre si afferma che si terrà conto anche dell'impatto ambientale-paesaggistico degli impianti e che l'ARPAV redigerà un progetto *ad hoc*, denominato progetto ETERE, volto alla mappatura del territorio ai fini dell'individuazione di vari tipi di sorgenti di emissioni. Il progetto viene definito allo stesso tempo strumento tecnico di conoscenza del territorio e di supporto per il raggiungimento degli obiettivi di qualità.

Necessità di una nuova legislazione regionale

Sulla scorta dei principi, in gran parte nuovi, della legge n.36/2001 è comunque necessario e indispensabile che tutte le Regioni (eccetto la Lombardia) adeguino la propria precedente legislazione ai contenuti della legge quadro, non soltanto per motivi di opportunità, ma soprattutto in ossequio al V° comma dell'articolo 4 della legge n.36/2001.

A norma della citata disposizione le Regioni sono tenute infatti a rivedere le proprie norme, eventualmente emanate in precedenza in relazione a:

- 1) Limiti di esposizione
- 2) Valori di attenzione
- 3) Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che verranno definiti con decreto del Presidente del Consiglio.

Particolare attenzione dovranno porre inoltre nello stabilire il riparto di competenze tra Province e Comuni, soprattutto per evitare lentezze burocratiche nell'esercizio della funzione di controllo e prevenire possibili duplicazioni di compiti e attribuzioni.

Dal contesto delle disposizioni della legge quadro emerge, in conclusione, il ruolo determinante che Regioni, Province e Comuni assumono anche per la tutela della salute dall'inquinamento elettromagnetico.

Si può in conclusione affermare che Regioni ed Enti Locali saranno necessariamente gli artefici indispensabili per l'attuazione delle nuove norme, anche in attuazione del "principio di sussidiarietà" indicato dall'articolo 4 della Legge 15 Marzo 1997, n.59 e da ultimo richiamato dall'articolo 3 del T.U. delle leggi delle autonomie locali 18 Agosto 2000, n.267, che consiste nell'attribuzione della generalità dei compiti e delle funzioni amministrative ai Comuni, alle Province e alle Comunità montane, in quanto autorità territorialmente e funzionalmente più vicine ai cittadini interessati, con esclusione delle sole funzioni incompatibili con le loro dimensioni territoriali.

IL QUADRO NORMATIVO DELLA REGIONE TOSCANA IN MATERIA DI IMPIANTI ELETTRICI - INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO DERIVANTE DA FONTI A (50Hz)

Franco Poli

Lo scenario operativo

La Regione Toscana, come altre regioni, ancor prima dello Stato, si è dotata di un nuovo sistema normativo per regolare la realizzazione di impianti elettrici (L.R. 11/08/99 n.51) o impianti di telecomunicazione (L.R. 06/04/00 n.54), con particolare riferimento agli effetti di inquinamento elettromagnetico prodotto da questo tipo di manufatti. Tale iniziativa è scaturita dall'esigenza di aggiornare un'antiquata e carente regolamentazione del settore a fronte dei nuovi orizzonti di rischio per le popolazioni, aperti dalle molteplici segnalazioni del mondo scientifico sulla pericolosità di tali emissioni in rapporto alla salute umana e dalla crescente sensibilità sociale rispetto a tale fenomeno.

Con specifico riferimento alla competenza espressa nella presente relazione, *relativamente alle linee ed agli impianti elettrici*, generatori di emissioni elettromagnetiche a bassa frequenza (50Hz), occorre specificare che la mancanza di un quadro nazionale di riferimento, intervenuto soltanto successivamente (Legge 22 febbraio 2001, n. 36) ed ancora comunque privo dei decreti attuativi per l'individuazione delle soglie di rischio, ha comportato la rinuncia alla determinazione di specifici valori di sicurezza, differenti da quelli già previste dal D.P.C.M. 23 aprile 1992, in ossequio al principio, già affermato in sede di coordinamento interregionale, di equipollenza delle misure cautelari sulla salute umana, per tutto il territorio nazionale.

Occorre in primis considerare che a tutt'oggi non esistono prove scientifiche di causa-effetto fra l'*irraggiamento elettromagnetico* e patologie umane gravi, ma soltanto ipotesi scientifiche, seppur basate su manifesti fenomeni di alterazione fisica di alcuni parametri organici che verosimilmente potrebbero determinare alterazioni biofisiche all'organismo umano, di incerto, quanto preoccupante, esito. Per altro è nota la decisa presa di posizione di eminenti scienziati circa la secondarietà del problema rispetto ad altri rischi di più comprovata pericolosità per l'uomo. Sotto tale assunto quindi, ogni misu-

ra normativa di tutela non può che essere concepita in termini “cautelativi”.

Sotto altro aspetto tuttavia non può essere ignorato che l'energia elettrica, fino a pochi anni fa considerata fonte energetica “pulita”, costituisce ancora l'insostituibile ossatura portante del funzionamento del *sistema produttivo e del contesto di benessere* instauratosi nel mondo sviluppato e la principale prospettiva di crescita per i paesi arretrati, in quanto producibile anche con sistemi a bassa tecnologia. Le stesse strategie energetiche del futuro non potranno fare a meno di questo strumento di riproduzione e di distribuzione dell'energia comunque essa venga procurata.

La forte contraddizione dei due aspetti può trovare risoluzione soltanto in un'ottica di fattibilità socio-economica, del perseguimento cioè del massimo livello di salvaguardia in un contesto economico sostenibile.

Gli obiettivi strategici

La scelta politica della Regione di una nuova regolamentazione del settore ha affrontato la questione tenendo conto delle due principali esigenze che derivavano dalle considerazioni sopra riportate: quella di una *maggior cautela di prevenzione* sanitaria delle popolazioni dai rischi di irradiazione e quella di una *razionalizzazione del sistema* di trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica. Tali obiettivi andavano visti su due distinti livelli operativi:

- instaurazione di un *sistema di progettazione, realizzazione e controllo* per i nuovi impianti elettrici, che garantisse un armonico sviluppo della rete di trasporto e di distribuzione nel contesto territoriale, ambientale e urbanizzato, fissando obiettivi di qualità da perseguire al miglior livello possibile a seconda della circostanza;
- avvio di un *processo di risanamento* della vasta e complessa situazione di rete esistente, che partendo dalla costruzione di un approfondito quadro conoscitivo si integrasse con la programmazione e la pianificazione urbanistica, con un *concetto di prevenzione* che ribaltasse il criterio ad post previsto dalla vigente normativa.

La nuova normativa ha volutamente assunto un'eminente configurazione urbanistica, ambito questo nel quale la Regione poteva esercitare una più ampia autonomia normativa rispetto a standard di carattere sanitario; questi ultimi, come già accennato, non possono che trovare un'applicazione equi-

pollente su tutto il territorio nazionale, per cui soltanto l'autorità statale può realizzarli con l'emanazione del prescritto regolamento attuativo della legge quadro n.36 del 22 febbraio 2001 che sarebbe dovuto intervenire entro il 20 luglio.

Nella stesura del testo di legge è stato considerato il nuovo regime istitutivo che l'ENEL, già concessionario unico delle attività elettriche in Italia, stava assumendo per effetto del D.Lgs. 16/03/99 n.79 di attuazione della direttiva 96/92/CE sulla *privatizzazione del mercato interno dell'energia elettrica*.

Il quadro normativo

In materia di impianti e linee elettriche esiste a tutt'oggi un quadro normativo statale ancora frammentato ed incompleto:

- T.U. delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici approvato con R.D. 11/12/1933 n.1775 (Artt.107-129);
- Legge 28/06/86 n.339, Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne;
- D.M. 21/03/88, Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne; aggiornate con successivi DD.MM. 16/01/91 e 05/08/98;
- D.P.C.M. 23/04/92, Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno; aggiornato con nuove norme tecniche procedurali di attuazione dal D.P.C.M. 28/09/95;
- D.P.R. 27/04/92, Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale e norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della L. 349/86 (elettrodotti aerei esterni);
- L. 22/02/01 n. 36, Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

La predisposizione delle nuove norme che regolano la progettazione, la costruzione e il controllo delle linee elettriche ha richiesto un notevole sforzo di "armonizzazione" delle diverse esigenze e dei diversi interessi che ruotano attorno al sistema del trasporto e della distribuzione dell'energia elettrica. Tale sistema, per altro, si trova in fase di profonda ristrutturazione per

effetto del citato processo di privatizzazione del mercato elettrico, che ha portato ad una frammentazione dell'ENEL in differenti società a carattere privatistico¹ e introdotto numerosi nuovi operatori prevalentemente, per il momento, nel settore della produzione elettrica.

La normativa ha assunto come fulcro di riferimento *la non alterazione del fondo medio di campo elettromagnetico esistente nel territorio, cioè il limite degli 0,2 μ T* (microtesla). In questo scenario sorgeva l'esigenza di riqualificare la progettazione e la costruzione di nuovi elettrodotti tenendo conto di tale obiettivo specifico, ma anche e soprattutto, l'esigenza di risanare un vasto sistema in gran parte al di fuori dei nuovi valori di qualità. Vi era poi il problema di garantire e recuperare un inserimento paesaggistico più adeguato di tali infrastrutture, di per sé evidenti e impattanti nel particolare e delicato contesto ambientale, tipico della nostra regione.

Su altro fronte, non poteva essere trascurato che il servizio di distribuzione dell'energia elettrica è propriamente riconosciuto di pubblico interesse; tale attività costituisce innegabilmente lo strumento principale di sviluppo e di supporto per la produzione, nonché di benessere individuale.

Assunto tale avanzato obiettivo di qualità, è stato costruito un apparato normativo che, coscientemente, non determina immediati vincoli territoriali, ma assume con pienezza criteri e modalità ai quali la progettazione e la costruzione di nuovi impianti, o la ristrutturazione di impianti esistenti, devono conformarsi. In pratica viene imposta una progettazione che tenga conto degli obiettivi assunti dalla legge e viene avviato un processo di riqualificazione del sistema elettrico esistente, secondo il principio di sussidiarietà consolidato dalla L.R. 77/95, nel rispetto cioè dell'autonomia locale volta a determinare i propri modelli di sviluppo, secondo obbligatori criteri comuni, ma senza vincoli precostituiti.

La nuova regolamentazione regionale, secondo i criteri indicati dall'art.4 della legge 51/99, si articola nei seguenti ambiti normativi:

- I) *Prescrizioni tecniche* relative al carattere dell'autorizzazione regionale e ai criteri di valutazione, e quindi di progettazione, degli interventi, che fanno coordinato riferimento al quadro normativo vigente in un'ottica di *comportamento cautelare rispetto alle più "sensibili" aspettative*. In particolare la Parte 1^a delle direttive definisce più compiutamente le norma-

¹ <http://www.enel.it/it/enel/gruppoEnel/html/welcome1.html>

tive territoriali e ambientali di riferimento e i criteri di ottimizzazione qualitativa degli interventi, risaltando quale elemento di valutazione (non di vincolo) il livello di campo elettromagnetico corrispondente al fondo medio esistente (0,2 μ T).

Il flusso informativo previsto dall'art.2 della L.R.51/99 e definito dall'art.13 delle direttive, correlato agli obiettivi di qualità introdotti dalla presente normativa, sarà di riferimento per l'avvio di un processo di pianificazione urbanistico-territoriale da parte delle Province e dei Comuni, in modo da dare una precisa collocazione ai corridoi infrastrutturali destinati al trasporto dell'energia.

- II) *Modalità procedurali* di presentazione dei progetti, di esame e istruttoria da parte delle competenti Amministrazioni Pubbliche (Regione e Province) che, secondo i criteri e gli strumenti introdotti dal processo di riforma della P.A., tendono ad attivare *un flusso informativo* sui piani e i programmi degli operatori elettrici, in modo da poter prevedere gli sviluppi delle reti e degli impianti e quindi indirizzare preventivamente la progettazione verso *interventi sostenibili*, garantendo nel contempo *uguali possibilità* di disponibilità energetica e quindi di sviluppo a tutte le aree della Regione.
- III) *Descrizioni tipologiche* degli interventi che definiscono le soglie di fattibilità e di controllo secondo una graduata attenzione da parte delle Amministrazioni preposte. Le classificazioni definite dalla normativa consentono di *snellire l'attività di presentazione* delle istanze e di *ottimizzare quella di valutazione*, semplificando gli adempimenti per quelle opere di minore rilevanza ed accentuando invece l'attenzione su quelle a maggior impatto sul territorio e sugli insediamenti.

La normativa, infine, affronta il problema del vasto contenzioso sugli interventi realizzati senza le prescritte autorizzazioni, prevedendo una sanatoria differenziata in relazione alla rilevanza delle opere, agevolando la messa a norma delle linee elettriche di modesta entità (fino a 30.000 Volt) abusivamente eseguite e sottoponendo, invece, a un più accurato controllo le linee ad Alta Tensione.

LA NORMATIVA - QUADRO RIASSUNTIVO

Marco Casini

Normativa statale

Ministero dell' Ambiente - Ministero delle Comunicazioni -
Ministero della Sanità

Decreto 10 settembre 1998 n. 381

**“Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti
di radiofrequenza compatibili con la salute umana”**

(G.U. Serie Generale, n.257, 3 novembre 1998)

Linee guida applicative

Decreto legge 23 gennaio 2001, n. 5

**“Disposizioni urgenti per il differimento di termini in mate-
ria di trasmissioni radiotelevisive analogiche e digitali, non-
ché per il risanamento di impianti radiotelevisivi”**

(G.U. Serie Generale, n. 19, del 24 gennaio 2001)

Legge 22 febbraio del 2001, n. 36

**“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elet-
trici,
magnetici ed elettromagnetici”**

(G.U. Serie Generale, n. 55 del 7 marzo 2001)

Legge 20 marzo 2001 n. 66

**“Conversione in legge, con modificazioni, del
D.L. 23 gennaio 2001, n. 5”**

(G.U. Serie Generale n. 70 del 24 marzo 2001)

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 marzo 2002

“Modalità di utilizzo dei proventi derivanti dalle licenze UMTS, di cui all’art. 103 della legge 23 dicembre 2000, n. 388”

(G. U. Serie Generale n. 137 del 13 giugno 2002)

Decreto Legislativo n. 198 del 4 settembre 2002

“Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, a norma dell’articolo 1, comma 2, della legge 21 dicembre 2001, n. 443”

(G.U. Serie Generale n. 215 del 13 settembre 2002)

Normativa regionale

Legge Regionale 6 aprile 2000, n. 54

“Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione”

(B.U.R..T. n. 17 del 17 aprile 2000)

Consiglio Regionale – Deliberazione n. 12 del 16 gennaio 2002

“Criteri generali per la localizzazione degli impianti e criteri inerenti l’identificazione delle aree sensibili ai sensi dell’art. 4, comma 1 della legge regionale 6 aprile 2000, n. 54 (Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione)”

(B.U.R.T. n. 7 del 13 febbraio 2002, parte Seconda, Sezione I)

Bozza di regolamento:

“Norme tecniche per lo svolgimento delle funzioni disciplinate dalla L.R. n. 54”.

DECRETO 10 SETTEMBRE 1998, N. 381

Fissa i limiti massimi di esposizione della popolazione e le misure di cautela rispetto ai campi elettromagnetici generati dal funzionamento dei sistemi fissi di radiocomunicazione operanti nell'intervallo di frequenza compreso tra *100 KHz* (kilohertz) e *300 GHz* (gigahertz).

Tabella 1

LIMITI DI ESPOSIZIONE PER LA POPOLAZIONE AI CAMPI LETTROMAGNETICI

Frequenza f (MHz)	Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0,1 - 3	60	0,2	--
> 3 - 3000	20	0,05	1
>3000 - 300.000	40	0,1	4

Il decreto, per motivi di tutela, prevede limiti notevolmente più restrittivi per gli edifici adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore.

Questi valori sono riportati nella Tabella successiva:

Tabella 2

VALORI DI ESPOSIZIONE IN CORRISPONDENZA DI EDIFICI ADIBITI A PERMANENZE NON INFERIORI A 4 ORE

Frequenza f (MHz)	Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza dell'onda piana equivalente (W/m ²)
> 3 - 300.000	6	0,016	0,1

Competenze delle Regioni

Le Regioni provvedono a:

- disciplinare l'installazione degli impianti;
- identificare gli impianti esistenti (catasto degli impianti);
- definire le modalità e i tempi di esecuzione del *risanamento* di quegli impianti che non rispettino i limiti;
- definire l'attività di controllo;
- disciplinare il raggiungimento di eventuali *obiettivi di qualità*.

LEGGE REGIONALE 6 aprile 2000, n.54

Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione

La Regione Toscana in attuazione dell'art. 4 comma 3 del Decreto 381/98 ha approvato propria legge.

Le finalità della legge sono quelle di garantire la tutela della salute umana, dell'ambiente e del paesaggio.

Questo risultato si ottiene attraverso il contenimento dell'inquinamento elettromagnetico degli impianti mediante l'introduzione di procedure autorizzative, e attraverso la regolamentazione dello sviluppo e della localizzazione degli stessi.

Ambito di applicazione della legge regionale

Per tutti gli impianti fissi radioelettrici per telecomunicazione e radiotelevisivi operanti nell'intervallo di frequenza compresa tra 100 KHz e 300 GHz che rispettano le seguenti condizioni:

Frequenza: tra 100 KHz e 300 GHz	Potenza irradiata: > 5 W oppure: Pot. Irr.*Ga > 100W (*Ga = guadagno di antenna)
-------------------------------------	--

Gli impianti esclusi dall'applicazione della L.R. devono comunque rispettare i limiti del Decreto n. 381/98.

Art. 4 “Funzioni regionali”

L'art. 4 della L.R. stabilisce quali sono le *competenze regionali*.

Con Deliberazione di Consiglio la Regione:

- detta i criteri generali per la localizzazione degli impianti;
- detta i criteri per l'identificazione delle *aree sensibili*.

Le aree sensibili, come stabilito dall'art. 3 della L.R., si distinguono in due tipi: aree sensibili dal punto di vista dei ricettori in rapporto ai livelli di campo elettromagnetico, e aree sensibili dal punto di vista paesaggistico-ambientale. In esse i Comuni possono prescrivere localizzazioni alternative.

Con Deliberazione di Giunta la Regione stabilisce:

- le modalità del rilascio delle autorizzazioni comunali all'esercizio degli impianti;
- l'istituzione e i criteri tecnici per la gestione del catasto regionale degli impianti e delle modalità di presentazione della dichiarazione di impianto in regione, da parte dei gestori;
- i criteri tecnici per l'attuazione delle azioni di risanamento;
- le modalità tecniche e procedurali per lo svolgimento dei controlli.

Gli atti collegati alla legge regionale non sono ancora approvati, ma la giunta ha trasmesso al Consiglio la proposta di deliberazione.

Gestori

I gestori sono tenuti a presentare contestualmente alla dichiarazione degli impianti il *piano di sviluppo delle reti*, da rinnovarsi ogni anno entro il 31 ottobre.

Questo consente di avere un quadro conoscitivo a livello regionale che permette di pianificare lo sviluppo degli impianti sul territorio.

Rilevante è infine l'articolo 11 della L.R. “norme transitorie”, in cui si stabilisce che:

- tutti gli *impianti in esercizio* al momento della pubblicazione della deliberazione di giunta (art. 4 comma 2, L.R. 54), devono essere autorizzati all'esercizio ai sensi della legge regionale dietro presentazione della relativa istanza entro 90 giorni dalla data della pubblicazione.

L'art. 6 della L.R. stabilisce quali sono le *competenze comunali* relativamente:

- al rilascio dell'autorizzazione all'esercizio degli impianti;
- all'attuazione delle misure di risanamento;

- all'esercizio della funzione di vigilanza e controllo;
- allo svolgimento delle funzioni di educazione ed informazione della popolazione relativamente alle tematiche della legge.

Occorre evidenziare che l'autorizzazione all'esercizio degli impianti che viene rilasciata dal Comune a chi ne fa domanda, non sostituisce alcuna delle autorizzazioni o concessioni già previste dalle norme vigenti prima della L.R. 54, ma è una specifica autorizzazione ai sensi della stessa.

All'art. 10 della L.R. sono stabilite le sanzioni amministrative per il superamento dei limiti fissati dalle norme e per il non rispetto delle procedure stabilite dalla legge stessa. I Comuni in tal caso ordinano la cessazione immediata dell'esercizio dell'impianto fatta salvo quanto disposto dall'art. 11 comma 1.

Regione Toscana – Giunta Regionale

Estratto del Verbale della seduta del 23 aprile 2001 (punto n. 38)

Proposta di deliberazione al C.R. n. 38 del 23-04-2001

Proponente Tommaso Franci – Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali

Pubblicità/Pubblicazione: Atto non soggetto a pubblicità

Dirigente Responsabile: Marco Casini

Estensore: Marco Casini

Oggetto:

Criteri generali per la localizzazione degli impianti e criteri inerenti l'identificazione delle "aree sensibili" ai sensi dell'art. 4, comma 1 della legge regionale 6 aprile 2000, n. 54 "Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione".

Presenti:

Tito Barbini

Paolo Benesperi

Chiara Boni

Ambrogio Brenna

Susanna Cenni

Riccardo Conti

Tommaso Franci

Marco Montemagni

Enrico Rossi

Maria Concetta Zoppi

Assenti:

Angelo Passaleva

Presidente della seduta: Claudio Martini

Segretario della seduta: Carla Guidi

ALLEGATI N°: 2

DELIBERAZIONE DI CONSIGLIO

Illustrazione dei contenuti della deliberazione di consiglio

La deliberazione di consiglio è suddivisa in quattro parti.

La *prima parte* definisce i criteri generali di localizzazione degli impianti.

Gli impianti per la diffusione radiofonica e televisiva possono essere installati esclusivamente all'interno delle *zone E* di cui al D.M. 2.4.1968 recante "Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza tra i fabbricati", previa verifica della compatibilità con i vincoli eventualmente esistenti.

Entro 90 giorni dalla pubblicazione della deliberazione, il Comune identifica le aree sulle quali possono essere installati detti impianti.

Gli impianti di cui sopra che risultino già installati in zone diverse da quelle individuate, sono rilocalizzati su disposizione del Comune secondo le modalità procedurali definite dalla deliberazione di giunta.

Vengono dati i criteri di identificazione delle *aree sensibili* in accordo con quanto stabilito dall'articolo 3 della legge regionale.

Le aree sensibili sono di due tipi:

- *Aree di interesse storico-architettonico e paesaggistico-ambientale* nelle quali devono essere evitati impatti di tipo visivo degli impianti;
- *Aree edificate destinate ad asili, scuole, ospedali, case di cura, aree verdi attrezzate, aree destinate all'infanzia, aree di elevata densità abitativa* per le quali deve essere garantito il graduale raggiungimento degli obiettivi di qualità che saranno fissati in termini campo elettromagnetico.

Nelle aree sensibili di tipo a) i Comuni possono ordinare la rilocalizzazione degli impianti esistenti in aree diverse da quelle sensibili, indipendentemente dai livelli di campo che gli impianti inducono sui ricettori.

Nelle aree sensibili di tipo b) i Comuni ordinano le azioni di risanamento sugli impianti eventualmente esistenti qualora il livello di campo sui ricettori sia superiore a quello stabilito. Può essere ordinata la rilocalizzazione degli impianti qualora per motivi tecnici non sia possibile garantire l'obiettivo di qualità sopra indicato; in tale caso la rilocalizzazione è obbligatoria qualora si sia in presenza di asili, scuole, ospedali e case di cura.

I tempi concessi dai Comuni ai fini del risanamento sono congruenti al conseguimento dell'obiettivo di qualità entro 2 anni dalla pubblicazione della presente deliberazione.

I nuovi impianti che si dovessero realizzare nelle aree sensibili di tipo b) devono da subito rispettare l'obiettivo di qualità.

Entro 90 giorni dalla pubblicazione della presente deliberazione, il Comune identifica le aree sensibili distinguendole in aree di tipo a) e di tipo b) secondo la definizione di cui sopra.

La *seconda parte* definisce gli obiettivi di qualità da perseguire nelle aree sensibili e al di fuori di queste.

Obiettivi di qualità

Nelle aree, sensibili dal punto di vista dei ricettori, deve essere perseguito il raggiungimento degli obiettivi di qualità di 0,5 V/m per i campi elettrici generati da impianti fissi per telefonia cellulare, e di 3 V/m per i campi elettrici generati da tutte le altre sorgenti inquinanti rientranti nel campo di applicazione della LR 54/2000, misurati secondo le disposizioni di cui al comma 2 dell'art. 4 del DM 10 settembre 1998, n. 381 e degli allegati B e C dello stesso DM.

In corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore non appartenenti alle aree sensibili di cui al punto precedente, deve essere perseguito il raggiungimento dell'obiettivo di qualità di 3 V/m per i campi elettrici generati da tutte le sorgenti inquinanti rientranti nel campo di applicazione della LR 54/2000, misurato secondo le disposizioni del DM 381/98.

Il raggiungimento degli obiettivi di qualità sopra indicati deve avvenire entro due anni dalla pubblicazione della presente deliberazione.

Nella *quarta parte* della delibera viene stabilito che la Regione e i Comuni promuovono accordi con i gestori, al fine di concordare lo sviluppo delle reti degli impianti, favorendo al contempo, l'accorpamento degli impianti su strutture di supporto comuni o, quantomeno, all'interno di siti comuni, ottimizzando l'utilizzo delle aree che ospitano gli impianti stessi.

<h3>DELIBERAZIONE DI GIUNTA</h3>

La deliberazione di Giunta è suddivisa in 4 parti più gli allegati, costituiti dalle schede che devono essere compilate ai fini dell'istanza autorizzativa e del catasto.

La *prima parte*, definisce le modalità del rilascio delle autorizzazioni comunali all'esercizio degli impianti e i contenuti della domanda che i gestori a tal fine devono produrre.

Ogni impianto esistente e rientrante nel campo di applicazione della legge regionale, deve essere autorizzato dal Comune dietro presentazione della relativa istanza, consegnata dai gestori entro 90 giorni dalla pubblicazione della deliberazione di Giunta.

Allo stesso modo devono essere autorizzati i nuovi impianti e le modifiche agli impianti esistenti.

La documentazione allegata alla domanda di autorizzazione prevede un notevole dettaglio:

- parte anagrafica a cura del gestore e degli altri soggetti interessati;
- parte di descrizione di ogni unità tecnica in cui è suddiviso l'impianto.

Nella procedura autorizzativa il Comune si avvale di ARPAT e dell'ASL secondo le rispettive competenze.

La *parte seconda*, definisce i criteri tecnici per la formazione, l'aggiornamento e la gestione del *catasto regionale degli impianti* previsto dall'articolo 5 della LR N. 54.

I gestori, ai fini della formazione del catasto, entro 90 giorni dalla pubblicazione della deliberazione di Giunta, devono presentare in:

- Regione la dichiarazione degli impianti esistenti;
- Comune analoga dichiarazione ai fini dell'aggiornamento del catasto, contestualmente alla domanda di autorizzazione per i nuovi impianti.

I contenuti della dichiarazione sono gli stessi della domanda ai fini autorizzativi.

Le informazioni contenute nella dichiarazione devono seguire una precisa formalizzazione ai fini di un corretto utilizzo.

L'informazione deve essere presentata in forma cartacea ed informatica dove è possibile.

Il Data Base sarà reso accessibile agli utenti abilitati tramite Internet.

Il piano di sviluppo regionale, formato a seguito della presentazione del piano di sviluppo presentato dai gestori, fa parte del catasto.

La *parte terza* contiene i criteri tecnici per l'attuazione delle azioni di risanamento sugli impianti esistenti.

Il risanamento consiste nel sottoporre gli impianti che superano i limiti normativi a quelle azioni necessarie al fine di ricondurli entro gli stessi.

Il DM 381/98 stabilisce che le azioni di risanamento riconducano le emis-

sioni degli impianti all'80% dei limiti stabiliti dal DM stesso.

Per tenere conto di questo, le azioni di risanamento si articolano in più fasi, attraverso specifiche ordinanze sindacali mirate:

- all'immediata riconduzione ai limiti stabiliti dal DM 381/98;
- alla riduzione all'80% di questi limiti nei tempi stabiliti dai Comuni;
- alla riconduzione, entro due anni dall'entrata in vigore della delibera di consiglio, agli obiettivi di qualità lì introdotti relativamente agli edifici adibiti a permanenze superiori alle 4 ore giornaliere.

Qualora al superamento dei limiti concorrano più unità di impianto, sono previste specifiche procedure per la riduzione a conformità.

Tra le azioni di risanamento è compresa la rilocalizzazione degli impianti; il Comune vi ricorre quando non sia possibile attraverso interventi sugli impianti, garantire il rispetto dei limiti normativi.

La rilocalizzazione è prevista anche quando non siano rispettati i criteri generali di localizzazione degli impianti e quando essi ricadono, nelle aree sensibili, nei casi previsti dalla delibera di consiglio.

Il Comune ha un anno di tempo, dalla pubblicazione della delibera di Giunta, per ordinare le azioni di risanamento ai gestori degli impianti, stabilendo i tempi entro cui il risanamento stesso deve essere realizzato.

Al termine delle operazioni di risanamento, gli impianti sono sottoposti a verifica del rispetto dei limiti da parte di ARPAT, al fine del rilascio dell'autorizzazione all'esercizio ai sensi della LR 54/2000.

Qualora si rendesse necessaria la rilocalizzazione degli impianti, il Comune individua, d'intesa con i gestori, le zone dove ricollocarli. Nell'individuazione di tali zone, il Comune tiene conto della zonizzazione comunale, fatta ai sensi della delibera di Consiglio regionale ai fini dell'individuazione delle aree sensibili e delle aree dove possono essere collocati gli impianti di elevata potenza.

La *parte quarta* infine definisce le modalità tecniche e procedurali per lo svolgimento dei controlli previsti dalla L.R.

Per controlli si deve intendere l'insieme di tutte le possibili azioni, quindi non solo misurazioni, finalizzate a garantire il raggiungimento degli obiettivi della legge regionale.

Tra tali azioni si configurano:

- le valutazioni previsionali effettuate autonomamente da parte dell'ente di controllo (ARPAT, ASL);
- i sopralluoghi con e senza misurazioni strumentali;

- la raccolta di informazioni da fonti diverse da quelle dei gestori degli impianti;
- le verifiche finalizzate al rilascio della autorizzazione all'esercizio dell'impianto;

Le modalità di effettuazione delle misure sono quelle stabilite dal DM 381/98 e relative Linee guida applicative.

I controlli dovranno accertare anche se sono state adottate tutte le misure di cautela, in quanto a limitazione degli accessi alle zone esposte a livelli superiori a quelli di legge e a segnalazione del rischio.

Qualora sia previsto per i nuovi impianti e per le modifiche di quelli esistenti il superamento della metà dei limiti di legge, in accordo con quanto stabilito dal DM 381/98, devono essere effettuati controlli mediante *misure di campo* prima del rilascio della autorizzazione definitiva all'esercizio dei nuovi impianti o delle modifiche apportate.

Negli altri casi si procederà ai controlli mediante verifica della corrispondenza della configurazione del sito e del posizionamento e orientamento delle antenne con quanto dichiarato.

Tutti gli impianti saranno sottoposti ai controlli in via ordinaria. Tali controlli di norma prevedono una verifica strumentale annuale.

Entro il 30 novembre di ogni anno i Comuni indicano ad ARPAT e comunicano per conoscenza alle ASL competenti per territorio, le proprie priorità temporali sui controlli da eseguirsi nell'anno seguente.

In sede di comitato provinciale di cui alla L.R. 66/95, la Provincia, il Dipartimento ARPAT e l'ASL competente per territorio definiscono il *piano annuale dei controlli* da effettuarsi nell'anno successivo.

Per quanto attiene al risanamento, i controlli periodici avranno lo scopo di valutare l'eventuale progredire degli interventi nel rispetto dei tempi previsti, scaduti i quali dovranno essere comunque verificati sia il rispetto del progetto che il rispetto dei limiti e dei valori sui ricettori.

APPENDICE

LE ATTIVITÀ DI CONTROLLO DI ARPAT SUGLI IMPIANTI DI RADIO COMUNICAZIONE - ANNO 2001/2002

Gaetano Licitra

Nel 2001 il quadro normativo relativo agli agenti fisici per il settore radiazioni non ionizzanti si è arricchito dell'emanazione della legge quadro sulla protezione dai campi elettromagnetici (L. 22 febbraio 2001, n. 36) che ha, tra l'altro, definito i compiti delle Agenzie per la protezione ambientale, le ARPA, relativamente ai controlli e ha cercato di chiarire le competenze di Stato e Regioni rispetto alle varie problematiche. La L. 36/01 ha esteso il suo ambito di applicazione rispetto al D.M. 381/98, sia comprendendo nuove tipologie di sorgenti, sia estendendo l'intervallo di frequenza a tutte le sorgenti comprese nello spettro delle radiazioni non ionizzanti, includendo anche le basse frequenze. Tuttavia, non essendo ancora stati emanati i vari decreti attuativi previsti dalla stessa L. 36/01, continua a valere ancora, mentre scriviamo (Settembre 2002), quanto contemplato nel DM 381/98, rimanendo ancora non definiti a livello nazionale gli obiettivi di qualità.

A livello regionale ARPAT ha fornito il proprio supporto tecnico alla Giunta Regionale ed al Consiglio per la predisposizione della delibera di "regolamentazione" prevista dalla L.R. 54/2000, poi effettivamente approvata dal Consiglio Regionale nel gennaio 2002, e al Regolamento in corso di valutazione da parte della Giunta.

Questo quadro normativo sta per subire ulteriori "impatti", determinati dall'entrata in vigore del Decreto legislativo "Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese", che comporta una vera e propria rivoluzione procedurale.

Nel quadro di tale accentuata dinamica normativa si è manifestato il continuo aumento delle richieste di intervento relative alle problematiche del controllo, che ha portato l'Agenzia a mantenere su livelli elevati gli investimenti in dotazioni strumentali, attestatisi nel 2001 intorno ai 470.000 Euro e che nel 2002 saranno di circa 585.000 Euro, di cui 160.000 per il settore del controllo delle radiazioni non ionizzanti. Tali investimenti potranno subire ulteriori incrementi, anche in considerazione delle risorse che verranno rese

disponibili dal D.P.C.M. 28 marzo 2002 da parte del Governo alla Regione Toscana, a seguito di quanto disposto dalla Legge Finanziaria 2001, art. 103 e art. 112.

Nel corso dell'anno 2001 è stato espletato il concorso per assistenti tecnici, il primo dei tre previsti, per dotare ARPAT di un numero di operatori qualificati e sufficienti, avviando a superamento il precariato degli incarichi. In conseguenza a ciò, alla fine dell'anno 2001 sono stati assunti 8 operatori. Nel 2002 è proseguito il potenziamento del personale con l'assunzione di altri 12 operatori riducendo, nello stesso tempo, il ricorso a personale precario ed esaurendo la graduatoria del concorso. Ulteriori 2 unità sono state acquisite previo espletamento di un ulteriore concorso per tecnico per la protezione ambientale per il controllo degli agenti fisici, ed altri operatori saranno assunti dalla stessa graduatoria entro la fine dell'anno al fine di dare risposte puntuali alle pressanti richieste di controllo che provengono dalla popolazione.

L'attività che ha maggiormente impegnato le U.O. di Fisica ambientale dell'Agenzia è stata, infatti, quella relativa al controllo delle esposizioni dovute alla presenza di impianti radio televisivi (Radio-TV) e di quelli, sempre più diffusi, per la telefonia cellulare (SRB).

Al fine di fornire indicazioni generali che possano consentire di utilmente descrivere la situazione espositiva della popolazione in relazione alle varie sorgenti, si è cercato di aggregare i risultati relativi alle indagini eseguite. Nei paragrafi seguenti sono presentati i risultati complessivi di questo lavoro e un sintetico commento.

Analisi dell'attività svolta

I tre principali filoni di attività dell'Agenzia analizzati sono stati:

1. i pareri espressi su SRB (Tabelle 1a-1b, Figure 1-2);
2. le misure effettuate presso SRB e siti radio-TV da un punto di vista sia quantitativo (Tabelle 2a-2b-2c-2d), che secondo la distribuzione statistica dei livelli rilevati (Tabelle 3a-3b, 4a-4b, 5a-5b, Figure 3a-3b, 4a-4b);
3. l'elenco dei siti Radio-TV controllati (Tabelle 6-7).

Relativamente al primo punto è stato possibile compilare una tabella riassuntiva relativa ai singoli gestori per telefonia mobile, contenente tre parametri significativi per l'analisi dell'attività di gestione delle autorizzazioni e di controllo degli impianti, ovvero:

- il numero di pareri espressi;

- il numero di impianti esaminati;
- il numero di nuove stazioni.

Le valutazioni preventive sugli impianti

Dall'analisi dei dati dell'anno 2001 (Tabella 1a) risulta evidente come il numero di impianti esaminati (i quali possono essere sia nuove installazioni che impianti già esistenti) risulti superiore sia al numero dei pareri espressi (che comprende anche modifiche ad impianti già esistenti) che al numero delle nuove stazioni. Ciò non deve stupire, in considerazione del fatto che l'analisi di un impianto induce comunque la necessità di verificare l'impatto complessivo determinato dalla presenza di altri impianti vicini e delle emissioni da loro prodotte. Inoltre, in molti casi, ARPAT è chiamata ad esprimersi più volte sullo stesso impianto, perché esso può essere oggetto di potenziamenti o modifiche. Infine, accade spesso che una prima localizzazione dell'impianto subisca una variazione per la difficoltà del gestore ad ottenere le autorizzazioni necessarie da parte dei vari enti competenti.

I dati relativi al primo semestre del 2002 (Tabella 1b) confermano la tendenza allo sviluppo delle proprie reti da parte dei gestori, ma con un "trend" sicuramente inferiore a quello registrato nel 2001. Infatti, la proiezione a tutto il 2002 dei dati relativi al I semestre mostrerebbe un numero di pareri espressi e di impianti esaminati inferiore al precedente anno.

Ciò, probabilmente, può essere legato all'approvazione da parte del Consiglio Regionale della Deliberazione n. 12/2002, prevista dall'art. 4 comma 1 della L.R. 54/2000, con cui sono stati indicati i criteri per la definizione delle aree sensibili nonché gli obiettivi di qualità da perseguire entro tali aree. Infatti, l'obbligo imposto ai Comuni di definire le aree sensibili nel loro territorio ha indotto i Comuni stessi ad un blocco temporaneo delle pratiche già in istruttoria per potersi esprimere una volta definite tali aree. La diminuzione del numero di pareri espressi nel I semestre 2002 è quindi riconducibile in gran parte ad un minor numero di richieste di parere ad ARPAT da parte dei Comuni.

	Pareri espressi nel 2001				Pareri espressi nel I semestre 2002		
	N° di pareri espressi	N° Impianti esaminati	N° nuove stazioni		N° di pareri espressi	N° Impianti esamin.	N° nuove stazioni
TIM	213	513	98	TIM	41	92	21
OMNITEL	172	472	109	OMNITEL	38	100	25
WIND	237	503	92	WIND	51	111	37
BLU	136	276	93	BLU	21	33	11
H3G	71	107	46	H3G	41	50	27
IPSE 2000	0	0	0	IPSE 2000	1	1	1
TOTALE	829	1871	438	TOTALE	193	387	122

Tabella 1a *Pareri espressi nel corso del 2001*

Tabella 1b *Pareri espressi nel corso del I semestre 2002*

Nelle seguenti Figure 1 e 2 sono riportati, in forma grafica, i dati presentati rispettivamente nelle Tabelle 1a e 1b. Risulta evidente come i dati relativi ai tre principali gestori della telefonia mobile (Tim, Omnitel e Wind) siano confrontabili fra loro, sia per l'anno 2001 che per il I semestre 2002. Il quarto gestore (Blu) ha provato concretamente a sviluppare la propria copertura del territorio nell'anno 2001 ottenendo 93 nuove stazioni, ma non risulta confermare tale tendenza nel 2002, anche in relazione alle proprie vicende societarie. Relativamente ai nuovi operatori in possesso di licenza UMTS, H3G ha iniziato in Toscana la fase di operatività circa l'installazione della propria rete ribadendo, nel I semestre 2002, la crescita mostrata durante il 2001 (almeno in termini di richieste di nuovi impianti), mentre Ipse2000 risulta ancora nella fase di pianificazione iniziale.

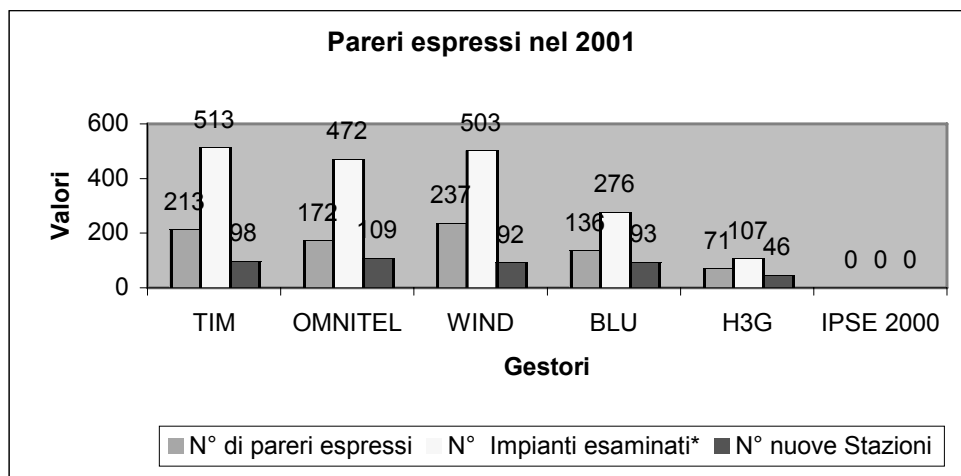


Figura 1 Andamento grafico dei pareri espressi nel corso del 2001

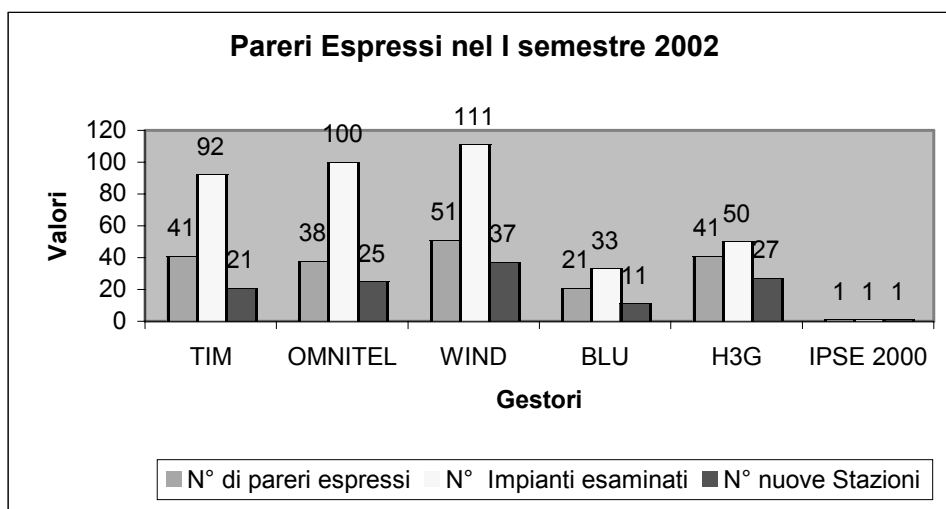


Figura 2 Andamento grafico dei pareri espressi nel corso del I semestre 2002

In generale, un totale di 438 nuove Stazioni per telefonia mobile, 829 pareri espressi e 1871 impianti esaminati nel 2001 e 122 nuove stazioni, 193 pareri espressi e 387 impianti esaminati durante il I semestre 2002, confermano come la Regione Toscana sia un territorio in continuo sviluppo dal punto di vista degli impianti. Ciò deriva sia dalla necessità dei gestori di assi-

curare una maggiore e migliore copertura radioelettrica (che si traduce anche in una migliore qualità del servizio), sia dall'azione di controllo preventivo dell'Agenzia, che spesso comporta una riproposizione, con modifiche, dei progetti con una conseguente ripetizione dell'espressione del parere, sia dallo sviluppo tecnologico del settore della telefonia cellulare, che è passata dal sistema TACS a quello GSM e poi al DCS per arrivare, nell'immediato futuro, all'UMTS. Questi dati, inoltre, confermano come la valutazione previsionale dell'impatto degli impianti sia ormai una pratica diffusa e, quindi, non accada più o quasi che gli impianti possano sorgere senza una valutazione preventiva. Ciò rappresenta una conquista importante rispetto a molte altre realtà italiane in cui questo non succede. Infine, l'elevato numero di impianti tenuti in considerazione per l'espressione del parere, perché prossimi a quelli in esame, fa comprendere come quasi tutto il sistema sia stato oggetto di valutazione nel corso di tutto il 2001 e durante il I semestre del 2002.

I controlli

La valutazione quantitativa dell'attività riguardante i controlli mediante ispezioni e misure è stata suddivisa per le due principali tipologie di servizio, ovvero telefonia mobile e trasmissioni radiotelevisive, e per le due metodologie di misura, banda larga (misure veloci senza determinazione dei singoli contributi) e banda stretta (misure più complesse che consentono l'individuazione e la misura del contributo delle singole emittenti).

Le seguenti quattro tabelle (2a+2d), che riassumono tale attività di monitoraggio da parte di tutti i Dipartimenti, evidenziano come l'attività di controllo durante il I semestre 2002 confermi, in tendenza, i dati registrati nel 2001. In particolare si nota come l'attività di monitoraggio nei siti Radio - TV sia in netta crescita, essendo state effettuate già nel I semestre 2002 un numero di misure confrontabile ai dati del 2001, sia per numero di punti che per numero di interventi. Tale aumento è legato all'attività svolta da ARPAT a seguito della richiesta, da parte della Regione Toscana, del monitoraggio dei siti indicati dal piano nazionale dell'assegnazione delle frequenze per la radio digitale (PNAF-DAB), come candidati ad ospitare gli impianti. Nell'ambito di tale attività sono stati oggetto di sopralluoghi ben 88 siti sui 100 segnalati dall'Autorità, nei tempi stretti previsti per l'espressione del parere.

Numero di Punti di Misura per SRB Numero di Punti di Misura

Numero di Punti di Misura per SRB		
Anno	Banda larga	Banda Stretta
2001	2043	114
I sem. 2002	823	84

Tabella 2a

Numero di Punti di Misura per Radio-TV		
Anno	Banda larga	Banda Stretta
2001	444	50
I sem.2002	414	52

Tabella 2b

Numero di Interventi di Misura		
Anno	Radio - TV	S.R.B.
2001	67	221
I sem. 2002	66	84

Tabella 2c

Numero di S.R.B. controllate	
Anno	Numero
2001	257
I sem.2002	102

Tabella 2d

Al fine di una migliore comprensione di tali dati si evidenzia che gli interventi di misura sono valutati in maniera tale che la presenza contemporanea di impianti Radio-TV e SRB dà luogo ad un doppio conteggio (gli impianti sono, infatti, distinti).

Complessivamente, nel 2001 le SRB sono state soggette a 257 controlli ed a 221 interventi di misura, superiori di oltre 3 volte a quelli relativi alle Radio-TV (67). Nel I semestre del 2002 invece le SRB controllate sono state 102 per un totale di 84 interventi di misura, mentre gli interventi di misura negli impianti Radio-TV sono stati pari a 66.

Va comunque ricordato che, poiché le SRB attive sono circa 1300, ne sono state controllate circa il 20 % del totale nel 2001 e l'8% nel I semestre 2002, mentre è più difficile fare una stima degli impianti Radio-TV, che sono circa 4000 in Toscana, ma concentrati in circa 300 siti con un numero di impianti localmente molto variabile, con incertezze significative sulla loro collocazione in assenza del catasto degli impianti.

Dai dati relativi all'attività dei singoli Dipartimenti risulta che, per il 2001, il Dipartimento maggiormente coinvolto nell'attività di misura (soprattutto in banda larga) risulta essere quello di Pisa, con 392 punti per le SRB. Nel I semestre 2002 invece, con 369 punti di misura per le SRB e 173 per le Radio TV, il Dipartimento di Lucca è stato quello più impegnato. Nel 2001, le misurazioni presso impianti Radio-TV hanno invece maggiormente interessato le province di Livorno e Siena, sia come misure in banda larga (Livorno 86, Siena 74), che come misure in banda stretta (Livorno 99, Siena 94).

che (Tabelle 3a-3b e Figure 3a-3b per le SRB, Tabelle 4a-4b e Figure 4a-4b per le Radio-TV). La loro esecuzione è servita a una prima valutazione dei livelli di campo mediamente presenti, nonché ad una correlazione con i livelli di legge.

Nel caso delle SRB, i livelli di campo elettrico sono stati suddivisi in 5 fasce di valori ($0 \div 0.5$ V/m; $0.5 \div 1$ V/m; $1 \div 3$ V/m; $3 \div 6$ V/m; > 6 V/m). L'analisi dei dati è stata inoltre completata riportando le due tipologie di misura: banda larga (B.L.) e banda stretta (B.S.).

SRB - 2001		
Intervallo dei risultati [V/M]	Casistica	
	B.L.	B.S.
0 - 0.5	1278	12
0.5 - 1	384	10
1 - 3	245	14
3 - 6	34	7
> 6	22	4
TOTALE	1963	47

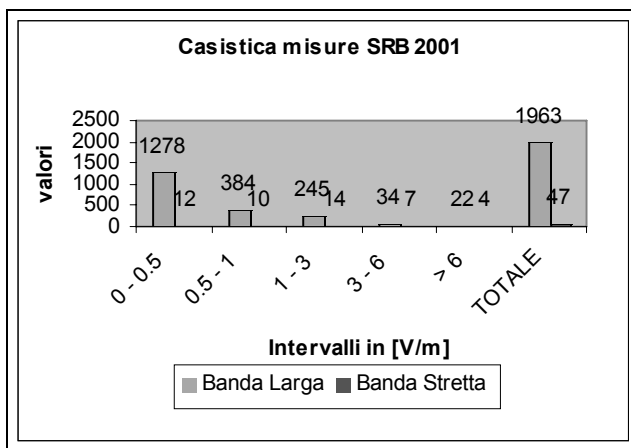


Tabella 3a e Figura 3a *Analisi statistica dei valori di campo elettrico misurati presso SRB nell'anno 2001*

SRB - I semestre 2002		
Intervallo dei risultati [V/M]	Casistica	
	B.L.	B.S.
0 - 0.5	667	24
0.5 - 1	124	5
1 - 3	78	9
3 - 6	17	2
> 6	6	0
TOTALE	892	40

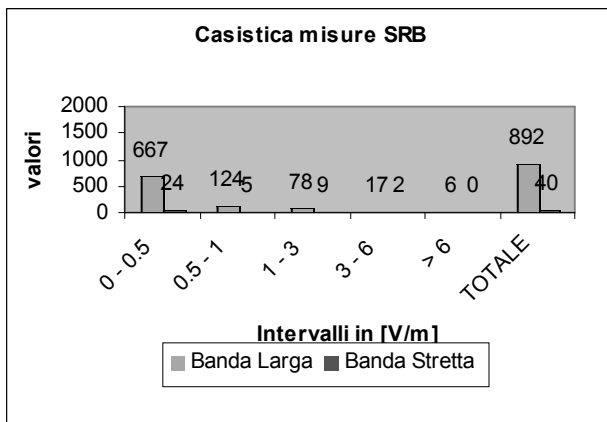


Tabella 3b e Figura 3b *Analisi statistica dei valori di campo elettrico misurati presso SRB nel I semestre 2002*

I dati, che si riferiscono chiaramente ad impianti in esercizio, mettono in luce come le tecniche di misura in banda stretta siano state utilizzate solo in misura ridotta (complessivamente circa 3 volte su 100) rispetto a quelle in banda larga. Sebbene tale percentuale sia quasi raddoppiata nel 2002, via via che la strumentazione specifica si è resa disponibile, la differenza numerica tra le tipologie di prestazioni è determinata da una serie di valutazioni di seguito riportate. Le misure in banda stretta sono, infatti, necessarie per:

- verificare il rispetto dei limiti di legge nel caso in cui i livelli misurati in banda larga siano superiori al 75% del limite (quindi maggiori di 4.5 V/m). La misura in banda stretta viene altresì consigliata nel caso sia previsto o accertato il superamento del 50% del limite (3 V/m). Tale situazione però risulta sufficientemente rara, proprio per l'attenzione posta per la collocazione di tutti i nuovi siti, e si verifica soprattutto per i siti più complessi, con contemporanea presenza di più impianti, soprattutto radiotelevisivi. La dimostrazione di ciò è data dalla percentuale ridotta del numero di misure con oltre 3 V/m per i siti interessati dalle stazioni radio base;
- valutare il numero di portanti attive negli impianti e poter stabilire quale sia il valore massimo misurabile a pieno traffico (tutte le portanti attive). Tale misura è indispensabile solo nei casi in cui i livelli siano sufficientemente prossimi ai limiti: tale circostanza, come sopra indicato, si è manifestata solo in poche occasioni;
- distinguere il contributo di eventuali diverse sorgenti contemporaneamente presenti. Tale situazione ambientale è comune in ambito urbano ed è particolarmente significativa in prossimità dei siti radiotelevisivi, in cui solo con l'analisi in banda stretta è possibile determinare i valori a cui i singoli impianti si debbono attenere perché il complesso degli stessi sia rispettoso dei limiti.

La limitatezza delle situazioni, come prima indicato, in cui tali analisi più approfondite e complesse sono indispensabili, la necessità di accompagnare le misure in banda stretta a un congruo numero di misure in banda larga per descrivere la distribuzione spaziale dei livelli relativi ad un'area e l'elevato costo di acquisto e, quindi, il conseguente numero contenuto di catene strumentali disponibili presso i Dipartimenti, ha determinato la ripartizione tra misure in banda stretta e larga che risulta dal rapporto.

Nel corso del 2002 ARPAT ha, comunque, già avviato le procedure per l'acquisto di ulteriori catene strumentali anche in considerazione dei livelli fissati dalla deliberazione del Consiglio Regionale come obiettivi di qualità,

Radio - TV		
Intervalli dei risultati [V/M]	Casistica	
	B.L.	B.S.
0 - 3	314	130
3 - 6	71	22
6 - 20	121	10
> 20	12	0
TOTALE	518	162

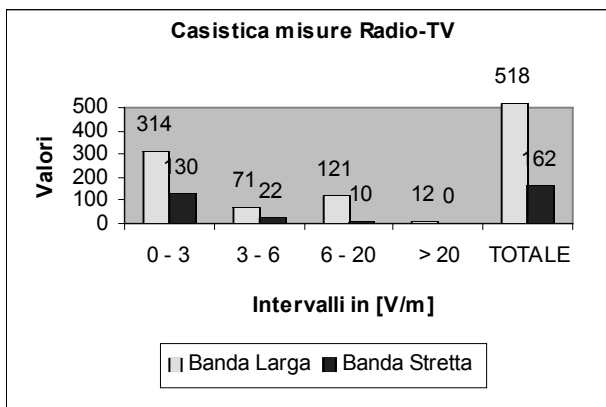


Tabella 4b e Figura 4b *Analisi statistica dei valori di campo elettrico misurati presso siti radio-TV nel I semestre 2002*

Radio - AM		
Intervalli dei risultati [V/M]	Casistica	
	B.L.	B.S.
0 - 3	14	0
3 - 6	7	0
6 - 60	11	6
> 60	0	0
TOTALE	32	6

Tabella 5a *Analisi statistica dei valori di campo elettrico misurati presso siti radio-AM nel 2001*

Radio - AM		
Intervalli dei risultati [V/M]	Casistica	
	B.L.	B.S.
0 - 3	2	2
3 - 6	0	0
6 - 60	1	1
> 60	0	0
TOTALE	3	3

Tabella 5b *Analisi statistica dei valori di campo elettrico misurati presso siti radio-AM nel I semestre 2002*

Gli elenchi degli impianti presso i quali sono state effettuate campagne di misura sono riportati nelle Tabelle 6 e 7 rispettivamente per il 2001 ed il I semestre 2002; in tali elenchi sono indicati i siti nei quali l'Agenzia ha operato controlli, la casistica dei superamenti di 3 V/m, 6 V/m e 20 V/m (in questo caso vi è fatta distinzione fra “luoghi accessibili” e “luoghi a permanenza prolungata”) e le eventuali azioni di risanamento intraprese.

la cui verifica, proprio per la loro entità, determinerà un massiccio ricorso a tali tecniche di misura più sofisticate.

L'analisi dei dati relativi ai controlli eseguiti nel 2001 mette in evidenza che i casi di superamento del valore di cautela di 6 V/m risultano essere, rispettivamente, circa l'1% delle misure in banda larga e circa l'8% di quelle in banda stretta. Nel I semestre del 2002 si sono verificati superamenti del valore di cautela solo nel 7% delle misure in banda larga ed in nessun caso nel corso di misure in banda stretta. Tali superamenti si riferiscono, comunque, solo a situazioni in cui la stazione radio base era presente insieme ad impianti Radio-TV, a cui si possono addebitare i livelli rilevati.

Inoltre, più del 97 % delle misure del 2001 evidenzia valori inferiori a 3 V/m e ben il 64% dei risultati è inferiore a 0.5 V/m; nel I semestre del 2002 tali percentuali sono state confermate attestandosi rispettivamente a 96% (per valori inferiori a 3 V/m) ed al 74 % (per valori inferiori a 0.5 V/m). Ciò dimostra che molto spesso le richieste di misura di campi elettromagnetici, che inducono le attività di controllo, risultano di fatto relativamente giustificate da una situazione ambientale che appare sufficientemente sotto controllo per questo tipo di sorgenti, almeno con riferimento ai limiti di legge fissati dal D.M. 381/98.

La situazione degli impianti di diffusione radiotelevisiva appare ben diversa ed è stata riassunta nelle seguenti tabelle, con rispettivi grafici, per il 2001 e per il I semestre del 2002.

Radio - TV		
Intervallo dei risultati [V/M]	Casistica	
	B.L.	B.S.
0 - 3	203	143
3 - 6	65	26
6 - 20	81	33
> 20	10	0
TOTALE	359	202

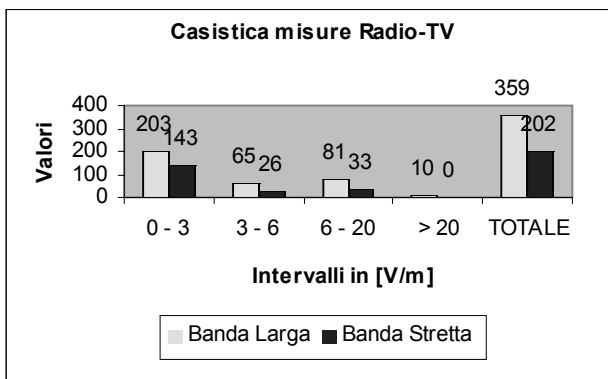


Tabella 4a e Figura 4a *Analisi statistica dei valori di campo elettrico misurati presso siti Radio-TV nell'anno 2001*

Anche per questa tipologia di impianti le misure in banda larga sono numericamente molto superiori rispetto a quelle in banda stretta.

Il superamento del valore di cautela di 6 V/m, per gli impianti Radio-TV, è stato riscontrato 81 volte in banda larga e 33 volte in banda stretta nel 2001, contro le 121 volte in banda larga e 10 volte in banda stretta nel I semestre del 2002. Tali interventi hanno consentito di individuare 12 siti da risanare nel 2001 e ulteriori 5 nel 1° semestre 2002. In seguito a tali superamenti sono stati adottati interventi di risanamento, di cui 5 già conclusi, ed altri 12 ancora in corso o in via di definizione.

Il superamento del limite d'esposizione di 20 V/m è stato accertato nel 2001 e nel I semestre 2002, rispettivamente in 10 e 12 casi. I siti Radio-TV in cui tali superamenti sono stati riscontrati risultano essere 11, se riferiti a luoghi accessibili alla popolazione, e 2 per zone a permanenza prolungata. Relativamente a 5 di tali siti, le azioni di risanamento sono già state concluse.

I dati relativi agli impianti di radio-diffusione AM (riportati nelle Tabelle 5a e 5b, rispettivamente per il 2001 e per il I sem. 2002), evidenziano come il superamento del valore di cautela di 6 V/m sia stato riscontrato 11 volte in banda larga e 6 in banda stretta nel corso del 2001, e 1 volta sia in banda larga che in banda stretta nel I semestre del 2002. Tuttavia non è mai stato riscontrato il superamento del limite di esposizione di 60 V/m.

I risultati relativi ai siti radio-TV sono evidentemente derivati dal fatto che tali impianti sono stati installati molto prima del D.M. 381/98 e, pertanto, avevano a riferimento una situazione normativa di assenza di limiti. Inoltre, la presenza in uno stesso sito di più impianti appartenenti a titolari di differenti concessioni fa sì che non ci sia di fatto la consapevolezza da parte dei singoli titolari di poter superare i limiti normativi, proprio perché spesso i superamenti avvengono per la concentrazione degli impianti, oltre che per le immissioni del singolo. Le condizioni degli impianti, posti spesso su tralicci fatiscenti, soprattutto nel caso di radio private nate alla fine degli anni Settanta con tecnologie ed apparati approssimativi, fanno sì che i superamenti siano del tutto conseguenti. Va comunque osservato che essi sono dislocati in luoghi spesso difficili da raggiungere, ancorché panoramici e meta di passeggiate o permanenze saltuarie e, quindi, che un certo numero di contesti in cui si verifica il superamento del limite non si traducono poi in situazioni con impatti significativi.

Altre situazioni, invece, risultano più significative, perché riguardano il

superamento del valore di cautela e, quindi, interessano luoghi a permanenza prolungata.

Un discorso a parte meritano gli impianti a modulazione di ampiezza. Essi interessano aree vaste del territorio, proprio per le lunghezze d'onda impiegate e la dimensione degli impianti. I valori registrati sono significativi anche a distanza di centinaia di metri dagli impianti e, quindi, rappresentano un problema nel problema, cosa che ha determinato la richiesta di emissione di sanzioni amministrative da parte dell'Agenzia nei confronti dei titolari. Un aspetto positivo è comunque rappresentato dalla certezza della professionalità del gestore di tali impianti, Raiway, società che sta lavorando per cercare di ovviare ai problemi esistenti attraverso una razionalizzazione delle allocazioni degli impianti a livello regionale.

Tabella 6 *Elenco siti di impianti Radio - TV soggetti ad interventi di misura - 2001*

Elenco Siti di Impianti Radio - TV soggetti ad interventi di misura - 2001		Sup. obiettivo di qualità di 3 V/m (Sì/No)	Sup. valore di cautela di 6 V/m (Sì/No)	Sup. limite di esposiz. di 20 V/m (Sì/No)	Sup. limite di esposiz. di 20 V/m (Sì/No)	Risana mento
				Nei luoghi accessibili	Nei luoghi a permanenza prolungata	
1	Capriglia - Via delle Piane - Pietrasanta (LU)	No	No	No	No	
2	Capriglia - Via delle Fornaci - Pietrasanta (LU)	No	No	No	No	
3	Croce di Stazzana - Castelnuovo Garfagnana (LU)	Sì	No	No	No	
4	Montemeto (LU)	Sì	No	Sì	No	In corso
5	Loc. Casina Rossa – via Pian di Mezzo – Comune di Villa Collemarina (LU)	Sì	No	No	No	
6	loc. Monte Presepio - Piombino (LI)	Sì	No	Sì	No	Concluso*
7	loc. Salivoli - Piombino (LI)	No	No	No	No	
8	loc. Tolla Alta - Piombino (LI)	Sì	No	No	No	
9	Punta Falcone - Piombino (LI)	No	No	No	No	
10	Via Sant'Elena - San Giuliano (PI)	No	No	No	No	
11	Massa e Cozzile (PT)	No	No	No	No	
12	Sarripoli (PT)	Sì	No	No	No	
13	Le Murielle S. Baronto - Lamporecchio (PT)	Sì	No	No	No	
14	S. Zio (AR)	Sì	Sì	Sì	No	Concluso
15	Raidue, p.zza Guido Monaco (AR)	No	No	No	No	
16	Via Montale - Chianciano (AR)	Sì	No	No	No	
17	Poggio Castiglioni – Monte Calvana (PO)	Sì	Sì	No	No	In corso
18	San Carlo - Massa (MS)	No	No	No	No	
19	Santa Lucia - Carrara (MS)	No	No	No	No	
20	Monte Vaio - Zeri (MS)	No	No	No	No	
21	Sito Equi Terme - loc. Monzone - Fivizzano (MS)	No	No	No	No	
22	Sito Gropoli - loc. Lorano - Fivizzano (MS)	No	No	No	No	
23	Loc. Acquasparta - Campocecina - Fivizzano (MS)	Sì	Sì	Sì	No	In corso
24	Santa Maddalena – Castelnuovo B.nga (SI)	Sì	Sì	Sì	Sì	Concluso
25	Ugnano - San Gimignano (SI)	Sì	Sì	No	No	Concluso
26	Cignano - Castelnuovo B.nga (SI)	Sì	No	No	No	
27	Strada dei Fuochi - Siena (SI)	Sì	No	No	No	

segue...

... Tab.6 segue

28	Poggione – Sartiano (SI)	No	No	No	No	
29	Maciamorta – Castellina in Chianti (SI)	No	No	No	No	
30	Castellinaccia – Castellina in Chianti (SI)	Sì	Sì	No	No	Concluso
31	Salvino - Gaiole in Chianti (SI)	No	No	No	No	
32	Colombaio - Gaiole in Chianti (SI)	No	No	No	No	
33	Montelucio - Gaiole in Chianti (SI)	Sì	No	No	No	
34	Monte Amiata (SI)	Sì	Sì	Sì	Sì	Da approfondire
35	Loc. Santa Potenziana - Porto Ercole - Monte Argentario (GR)	Sì	Sì	No	No	In corso
36	Loc. Poggio Serra Alta - Tirli - Castiglione della Pescaia (GR)	Sì	Sì	No	No	In corso
37	Loc. Vetta Amiata (GR)	Sì	Sì	Sì	No	In corso
38	San Francesco - Fiesole (FI)	Sì	Sì	Sì	No	In corso
39	Rai-OM via dei Massoni (FI) **	Sì	Sì	No	No	In corso
TOTALE Sì		23	12	8	2	
TOTALE No		16	27	31	37	

NOTE 2001:

* In seguito al coinvolgimento dell'Ispettorato Regionale per le Comunicazioni è stato effettuato un intervento sul traliccio riportando l'altezza dell'antenna a quella prevista e facendo rientrare i livelli di campo elettrico nei limiti.

** Nel caso dell'emittente AM il valore del limite massimo per le zone accessibili è 60 V/m anziché 20 V/m. Nel computo sono incluse anche le misure di campo magnetico suddivise secondo i limiti corrispondenti in A/m

Tabella 7 *Elenco siti di impianti Radio - TV soggetti ad interventi di misura - I semestre 2002*

Elenco Siti di Impianti Radio - TV soggetti ad interventi di misura - I sem. 2002		Sup. obiettivo di qualità di 3 V/m (Si/No)	Sup. valore di cautela di 6 V/m (Si/No)	Sup. limite di esposiz. di 20 V/m (Si/No)	Sup. limite di esposiz. di 20 V/m (Si/No)	Risana mento
				Nei luoghi accessibili	Nei luoghi a permanenza prolungata	
1	Pulicciano - Castel di Sopra (AR)	No	No	No	No	
2	Tele S. Domenico - Arezzo (AR)	No	No	No	No	
3	Ambra - Bucine (AR)	No	No	No	No	
4	Civitella Val di Chiana - Cornia (AR)	No	No	No	No	
5	Badia Prataglia (AR)	No	No	No	No	
6	Poppi (AR)	No	No	No	No	
7	Poggio Incontro (3306) (FI)	Si	Si	Si	No	Da approfondire
8	Monte Morello (3218) (FI)	Si	Si	Si	No	Da approfondire
9	Secchieta (3320) (FI)	Si	No	No	No	
10	Greve (3368) (FI)	No	No	No	No	
11	Val di Pesa (3369) (FI)	No	No	No	No	
12	Montepiano - Vernio (FI)	No	No	No	No	
13	Loc. La Fratta - Vaiano (FI)	No	No	No	No	
14	Loc. Foraceca - Vernio (FI)	No	No	No	No	
15	Carrubo - Porto Santo Stefano (GR)	Si	No	No	No	
16	Madonna delle Grazie - Scarlino (GR)	Si	Si	No	No	In corso
17	Montelaterone (GR)	No	No	No	No	
18	Semproniano (GR)	No	No	No	No	
19	Poggio Serra Alta - Tirli (GR)	Si	Si	No	No	In corso
20	Montenero - Via del Poggio - Livorno (LI)	Si	Si	Si	No	Concluso
21	Valle Benedetta -Livorno (LI)	No	No	No	No	
22	Rai - S. Maria del Giudice (LU)	No	No	No	No	
23	Loc. Bastianella - Pedona (LU)	Si	Si	No	No	In corso
24	Granaiola (LU)	Si	No	No	No	
25	Lugliano (LU)	No	No	No	No	
26	Molazzana (LU)	No	No	No	No	
27	Pieve di Controne (LU)	No	No	No	No	
28	Podenzana (MS)	Si	No	No	No	
29	loc. Tombara - impianto Odeon TV - Massa (MS)	No	No	No	No	
30	loc. Maestà del Monte - Podenzana (MS)	Si	No	No	No	

segue...

...Tab.7 segue

31	Antona - cimitero (MS)	No	No	No	No	
32	siti RAI - Forno (MS)	No	No	No	No	
33	San Carlo - Traliccio RAI - Massa (MS)	No	No	No	No	
34	Arzelato - prossimità rocca - Pontremoli (MS)	Sì	No	No	No	
35	Maestà del monte - Mulazzo (MS)	No	No	No	No	
36	San Carlo - altro traliccio - Massa (MS)	No	No	No	No	
37	Radio Cuore - Ponsacco (PI)	Sì	No	No	No	
38	impianti GDF - Pisa (PI)	No	No	No	No	
39	Radio Blu - Viale della Repubblica (PO)	Sì	No	No	No	
40	Loc. Figline di Prato - Montemurlo (PT)	No	No	No	No	
41	Val Pitecchio (PT)	No	No	No	No	
42	Montalbuccio (SI)	Sì	No	No	No	
43	Poggio a Issi (SI)	Sì	No	No	No	
44	Monte Amiata (SI)	Sì	Sì	Sì	Sì	In corso
45	Ulgignano (SI)	Sì	No	No	No	
TOTALE Sì		18	7	4	1	
TOTALE No		27	38	41	44	

Conclusioni

L'impegno dell'Agenzia nel 2001 rappresenta certamente uno sforzo significativo in termini di risorse economiche e di personale destinate ad approfondire la conoscenza dei livelli di campo elettromagnetico presenti sul territorio. L'enorme diffusione degli impianti per la telefonia cellulare, la "giungla" di quelli radiotelevisivi esistenti, nati e cresciuti senza particolare attenzione all'impatto elettromagnetico che essi producono, fanno da contraltare al lavoro svolto: le situazioni più critiche tra quelle monitorate (sia per valore assoluto di campo elettrico che per numerosità) sono state riscontrate proprio presso impianti Radio-TV, piuttosto che presso SRB. È ben noto, infatti, che le potenze in gioco nel caso di impianti Radio-TV passano dalle decine di Watt tipici della telefonia cellulare alle decine di kW e un tale incremento di potenza comporta, inevitabilmente, l'intensificazione dei problemi espositivi in un più ampio territorio nell'intorno degli apparati.

Lo studio effettuato, per conto della Regione Toscana, sulla localizzazione dei nuovi impianti per la diffusione del segnale digitale per le trasmissioni radiotelevisive, e per rispondere alle proposte dell'Autorità per le comunicazioni, ha rappresentato una buona occasione per conoscere più da vicino le varie realtà territoriali e per cercare di ridurre il numero di situazioni critiche, promuovendo i necessari risanamenti.

Il futuro sviluppo dell'UMTS in ambito urbano determinerà un ulteriore incremento dei livelli presenti, che solo attraverso un'attenta pianificazione, la valutazione preventiva all'installazione degli impianti, la puntuale verifica sul territorio delle prescrizioni fornite e dei valori fissati dalle norme, sarà possibile rendere compatibile con il rispetto delle normative previste in Toscana.

E' chiaro che la pubblicazione del Decreto legislativo n. 198 del 4 settembre 2002 "Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese" G.U. n. 215 del 13 settembre 2002 pone ulteriori incertezze rispetto a procedure, modalità, ruoli e riferimenti. Infatti il decreto, ancorchè rivisto dal Governo rispetto al testo originario, a seguito delle osservazioni presentate in sede di Conferenza unificata, ossevizioni confermate in gran parte dai pareri espressi dalle competenti Commissioni di Camera e Senato, di fatto "stravolge" il panorama delineato dalla L. 36/01 e dalla L. R. 54/00 della Toscana.

La legge quadro, infatti, assegnava alla regione, ai sensi dell'art. 8, la com-

petenza per la definizione dei criteri generali per l'installazione degli impianti radioelettrici fissi, ai fini della tutela dell'ambiente e del paesaggio nonché della tutela della salute, criteri già definiti con legge regionale in Toscana attraverso la Delibera di Consiglio del 16.1.2002 prevista dall'art. 4 della L.R. 54/00.

Il decreto legislativo, che si configura per lo più come un “regolamento sblocca-installazioni” per gli impianti per la telefonia cellulare di ultima generazione, innova completamente lo scenario di riferimento. Infatti:

- definisce i criteri di installazione (che in pratica consentono l'installazione degli impianti *in ogni parte del territorio comunale, anche in deroga agli strumenti urbanistici ed ad ogni altra disposizione di legge e di regolamento*);
- fissa i contenuti delle istanze da presentare con specifici allegati (che costituiscono i modelli di riferimento per la costituzione del catasto nazionale degli impianti);
- abroga l'art. 2 bis della legge 1 luglio 1997 n. 189, che disponeva la valutazione di impatto ambientale per tali impianti, norma di difficile applicazione perché mai emanate le norme che ne rendessero operativa l'indicazione;
- introduce per gli impianti con meno di 20 W in antenna la denuncia di inizio attività, di fatto snellendo in maniera assoluta i procedimenti in considerazione delle potenze impiegate per singola antenna nell'UMTS;
- determina tempi strettissimi (parere dell'ARPA in 20 giorni, con 15 giorni di tempo dalla presentazione dell'istanza per chiedere per una sola volta integrazioni, conferenza dei servizi da convocare entro 30 giorni, con silenzio assenso entro 90 giorni e remissione al Consiglio dei Ministri in caso di motivato dissenso espresso da un'amministrazione preposta alla tutela ambientale, alla tutela della salute o alla tutela del patrimonio storico-artistico, a fronte di una decisione positiva assunta dalla conferenza dei servizi).

Se si può anche condividere l'opportunità di dare uniformità alle procedure da seguire mentre si snelliscono, non si può non far notare come con un “atto delegato”, a distanza di appena un anno, si modifichi la normativa quadro.

Le Regioni Toscana ed Emilia Romagna hanno presentato ricorso alla Corte Costituzionale. La normativa “Gasparri”, comunque, va applicata con

effetti prevedibilmente positivi per i gestori e per lo sviluppo di nuove tecnologie, ma attendendosi, comunque, reazioni decise da parte della popolazione che, in certe situazioni ambientali, non sarà certo disponibile ad accettare passivamente i contenuti del decreto.

Sul fronte dei limiti e dei valori di riferimento, il Comitato interministeriale per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico, di cui all'art. 6 della L. 36/01, ha approvato il nuovo decreto sui limiti per i campi elettromagnetici, che innova il D.M. 381/98. Fissando i nuovi obiettivi di qualità (6 V/m), di fatto il Comitato chiude la partita nei confronti di quelle amministrazioni locali e regionali che, nella *vacatio legis*, avevano provveduto a fissare obiettivi di qualità sul proprio territorio, come la Regione Toscana aveva fatto. Il decreto è al vaglio, mentre scriviamo, delle Commissioni parlamentari e della Conferenza unificata.

Il quadro legislativo è, dunque, in veloce trasformazione, ma la pressante richiesta da parte dell'opinione pubblica di controlli sul territorio, la realizzazione di quanto previsto in sede regionale (catasto e autorizzazione, anche, degli impianti esistenti) e nazionale con tempi stretti (valutazioni preventive entro 15 giorni dalla ricezione della pratica), l'immissione sul territorio di centinaia di impianti nei prossimi mesi, fanno capire che molto deve ancora essere fatto e certo non in condizione di normale amministrazione.

L'Agenzia si presenta a questo appuntamento con una struttura rafforzata in risorse umane e strumentali, rispetto a tre anni fa all'uscita del D.M. 381/98, ma certamente i tempi e i risultati futuri dipenderanno fortemente dalle risorse che il Governo nazionale e la stessa Regione decideranno di investire nel settore, anche perché solo significativi interventi in tal senso consentiranno di valutare e verificare più del 20% degli impianti all'anno, come attualmente avviene, e fornire un servizio adeguato alle risposte che amministrazioni e cittadini richiedono.

