

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE  
PIETRO ARMANI

**La seduta comincia alle 15,10.**

*(La Commissione approva il processo verbale della seduta precedente).*

**Sulla pubblicità dei lavori.**

PRESIDENTE. Avverto che, se non vi sono obiezioni, la pubblicità dei lavori della seduta odierna sarà assicurata anche attraverso impianti audiovisivi a circuito chiuso.

*(Così rimane stabilito).*

**Audizione di rappresentanti  
della Fondazione Ramazzini.**

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca, nell'ambito dell'indagine conoscitiva sulla valutazione degli effetti dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, l'audizione di rappresentanti della Fondazione Ramazzini.

Prima di dare luogo all'audizione, comunico che, nella prospettiva di concludere nei tempi previsti l'indagine conoscitiva sulla valutazione degli effetti dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, deliberata il 27 maggio 2003 e il cui termine di conclusione è fissato per il 31 marzo 2004, l'ufficio di presidenza della VIII Commissione, integrato dai rappresentanti dei gruppi, ha convenuto, nella riunione di mercoledì 25 febbraio 2004, sull'esigenza di limitare il programma originario delle audizioni previste nell'ambito dell'indagine conoscitiva medesima, anche al fine di poter pervenire

quanto prima all'approvazione di un documento conclusivo. L'ufficio di presidenza ha infatti concordato di poter considerare sufficienti gli elementi emersi nel corso delle audizioni già svolte, che saranno peraltro integrati da ulteriori informazioni che la Commissione potrà acquisire nelle audizioni ancora da svolgere, sia nella seduta odierna che nelle ultime sedute programmate per la prima metà del mese di marzo 2004.

Propongo pertanto, se non vi sono obiezioni, di limitare il programma dell'indagine conoscitiva nel senso in precedenza indicato.

*(Così rimane stabilito).*

Do ora la parola al direttore scientifico della Fondazione Ramazzini, dottor Morando Soffritti, che saluto e ringrazio per aver voluto corrispondere all'invito della Commissione a partecipare all'odierna audizione.

MORANDO SOFFRITTI, *Direttore scientifico della Fondazione Ramazzini.* Anzitutto, signor presidente, desidero a mia volta porgere il mio ringraziamento per l'invito rivoltomi a partecipare all'odierna audizione, che si svolge nell'ambito dell'indagine promossa dalla Commissione.

Come lei ha testé riferito, sono direttore scientifico della Fondazione europea di oncologia e scienze ambientali «Bernardino Ramazzini»; porterò, quindi, il mio contributo ai lavori della Commissione, con particolare riferimento alle conoscenze oggi disponibili circa i potenziali rischi cancerogeni dovuti all'esposizione a campi elettromagnetici. Ricordo, peraltro, che si tratta dei campi per i quali in tutti questi anni — nel nostro e, altresì, in altri paesi — si è più percepita la possibilità del rischio.

Mi corre anzitutto l'obbligo di fare una premessa; si deve tenere in considerazione che, per quanto riguarda i rischi cancerogeni di campi elettromagnetici, certamente non siamo dinanzi ad un forte agente cancerogeno: altrimenti, anziché la sola percezione, avremmo avuto l'evidenza. Mi preme, però, sottolineare che, forse, potrebbe essere un agente cancerogeno, seppur debole. Se così fosse, esso potrebbe rappresentare un rischio non piccolo, in quanto ai campi elettromagnetici è esposta la quasi globalità della popolazione del nostro pianeta.

Si tratta quindi di un problema che deve comunque essere, per così dire, esplorato con gli strumenti scientifici oggi disponibili. Tra questi, le indagini epidemiologiche sono molto importanti, perché è in base ad esse che, all'inizio, si è potuto sollevare il problema. Nel 1979, infatti, due ricercatori americani, Wertheimer e Leeper, dimostrarono come, rispetto ai coetanei lontani da installazioni elettriche, i bambini residenti in prossimità di queste ultime avessero un rischio doppio di sviluppare la leucemia.

Sono quindi importantissime le indagini epidemiologiche che, però, per la caratterizzazione di tali agenti cancerogeni, non sono certamente lo strumento più appropriato, risentendo molto di fattori confondenti. Inoltre, richiedendo l'osservazione di un'ampia popolazione, sono di difficile fattibilità. Risultano, invece, estremamente importanti gli studi sperimentali, che debbono ricreare, in laboratorio, le stesse condizioni espositive dell'uomo per un adeguato numero di animali sperimentali: nella fattispecie, roditori, ratti e topi.

Tali studi potrebbero evidenziare la presenza o meno del rischio e, in ipotesi, la sua dimensione, fornendo, quindi, le indicazioni di priorità di intervento, nel caso queste fossero necessarie; tuttavia, si tratta di studi che a tutt'oggi non sono stati mai condotti. Gli studi effettuati a livello internazionale, infatti, sono non più di quattro; l'ultimo, condotto dal National Toxicology Program americano, avrebbe dovuto essere, per programmazione e con-

duzione, il più importante, mentre ha senz'altro rivelato delle carenze, come riscontrato dall'Agenzia internazionale di ricerca sul cancro di Lione. Quest'ultima ha considerato l'esperimento inadeguato ad essere utilizzato ai fini di esprimere una valutazione sui rischi cancerogeni derivanti dai campi elettromagnetici prodotti dalla corrente elettrica. Quindi, sarebbero necessari esperimenti adeguati.

Per quanto riguarda, invece, i campi elettromagnetici a radiofrequenza — ovvero quelli generati dai sistemi radar e, oggi, dalla telefonia mobile, nonché dai sistemi, più in generale, di comunicazione —, il problema, nella percezione della popolazione, si è posto per due motivi specifici. Se vi è la percezione del potenziale rischio cancerogeno per le bassissime frequenze della corrente elettrica e se possediamo l'evidenza di tale rischio per le altissime frequenze — raggi X, raggi gamma, raggi ultravioletti —, i campi elettromagnetici compresi tra le bassissime e le altissime frequenze, ovvero le così dette radiazioni ionizzanti, certamente destano, nell'immaginario del pubblico, il sospetto della sussistenza di eventuali elementi di rischio. A fronte di questa domanda, che il pubblico in genere si pone, non è stata fornita una risposta sufficiente. Né gli studi epidemiologici sinora condotti possono venirci in soccorso, considerato che il periodo di esposizione (ai campi magnetici della telefonia mobile, ad esempio) è ancora troppo breve. È impensabile che un agente cancerogeno possa esprimere, in soli cinque o dieci anni di esposizione, tutte le sue potenzialità nocive. In secondo luogo, gli esperimenti di laboratorio — che in questo caso avrebbero potuto essere predittivi — non sono mai stati programmati e tantomeno condotti.

L'uso dei telefonini, come anche le antenne delle stazioni radio-base, possono rappresentare un rischio cancerogeno per la popolazione esposta, oppure no? A questa domanda si è sempre risposto osservando come non sia mai stato dimostrato che i campi elettromagnetici a radiofrequenza comportino un pericolo tale. È però altrettanto vero che non si è mai

potuto escludere con certezza il contrario, appunto perché mancano i dati per poterlo sostenere.

È pertanto necessario che gli studi vengano condotti, per due motivi. In primo luogo, per produrre delle normative dotate di una base scientifica adeguata e quindi convincenti per le popolazioni e i cittadini che richiedano chiarimenti in ordine ai rischi evidenziati; in secondo luogo, le ricerche sono importanti perché, qualora si dimostri la sussistenza del rischio, esse sarebbero in grado di indicare le priorità dell'intervento (se cioè questo debba essere eseguito rapidamente o invece sia procrastinabile).

La fondazione che io dirigo, fin dagli inizi degli anni novanta, ha sollevato il problema della rilevanza di questi studi di fronte ai vari organi locali nazionali preposti alla tutela ambientale e della salute. Soltanto di recente, però, siamo riusciti a coagulare attorno al nostro progetto — che rapidamente andrò ad illustrare — le risorse opportune per avviare gli studi di laboratorio, grazie ai finanziamenti finalizzati del Ministero della sanità, come anche dell'ISPESL, e ai contributi della regione Emilia-Romagna e di altri enti locali, pubblici e privati. Quindi, con questi interventi, siamo riusciti a partire, avviando il primo esperimento per valutare i potenziali effetti cancerogeni del campo magnetico generato dalla corrente elettrica.

L'esperimento, iniziato nel luglio 2002, è stato programmato su oltre 9 mila animali: è come se noi avessimo esposto una popolazione di una piccola comunità alle emissioni elettromagnetiche. Gli animali sono stati esposti a partire dalla loro vita fetale sino alla loro morte spontanea. La tipologia della programmazione di questo esperimento ci consente di prendere in considerazione anche l'eventuale effetto della predisposizione, cioè la potenziale combinazione sinergica tra predisposizione individuale ed esposizione a campi elettromagnetici. Questo è un dato molto importante, considerando che la porzione di popolazione predisposta a sviluppare cancro è all'incirca pari al 4,5 per cento (si

penso ai fumatori passivi che a quarant'anni sviluppano un tumore polmonare, ad esempio). Rispetto alla popolazione mondiale, la percentuale del 3, del 4 o del 5 per cento rappresenta una quota molto alta, corrispondente a qualche centinaio di milioni di persone. Quindi, assume una fondamentale importanza programmare un esperimento che prenda in considerazione anche questo. I primi risultati della sperimentazione ci perverranno tra il 2007 e il 2008.

Il secondo esperimento sarà quello di esporre oltre 3 mila animali a campi elettromagnetici generati da un'antenna delle stazioni radio-base per riprodurre l'esposizione ambientale, ad esempio, di quei bambini residenti in condomini di fronte ad uno stabile in cui sia stata installata un'antenna di una stazione radio-base. Lo studio inizierà alla fine di quest'anno, e avremo i primi risultati tra il 2008 e il 2009.

Il terzo esperimento comincerà all'inizio del 2005 e riprodurrà l'esposizione ai campi elettromagnetici generati dalle antenne dei cellulari. Saranno coinvolti 1.500 animali, ripartiti in gruppi rispettivamente esposti per 6, 3 e 1 ora al giorno, così da simulare l'esposizione della popolazione alle onde elettromagnetiche in ragione della durata della conversazione telefonica (tempi lunghissimi, medi e modesti).

Audizioni come questa appaiono essenziali per mantenere informati gli organi istituzionali preposti alla tutela dell'ambiente e della salute, e notificare ad essi gli aggiornamenti continui della ricerca scientifica nel settore. Ciò presuppone l'intenzione di entrare nel cuore di una problematica che interesserà soprattutto il futuro delle prossime generazioni. I nostri figli, i nostri nipoti sono destinati a crescere e vivere in una « cappa » elettromagnetica. Non mi riferisco soltanto alla telefonia cellulare ma anche all'utilizzo di computer senza allacciamento alla corrente elettrica, e al ruolo dei satelliti destinati a gravitare sopra le nostre teste e per tutto il pianeta. Accettiamo di esporci nella presunzione che, trattandosi di onde elettromagnetiche non ionizzanti

(secondo una definizione di cento anni fa), ciò non possa comportare dei rischi per la nostra salute. Ritengo invece che questo tipo di pericolo debba essere molto valutato, solo considerando che una persona su due, oggi, durante il corso della sua vita, è destinata ad ammalarsi di cancro. Inoltre, di tutti i decessi che si verificano annualmente nella nostra popolazione, oltre il 30 per cento è dovuto a tumore.

Quindi, risulta fondamentale l'attenzione che verrà prestata alla diffusione nell'ambiente di agenti che possono o potrebbero provocare questo tipo di malattie. Infatti, sulla base delle conoscenze attuali, pensare che fra qualche anno vi possano essere delle pillole magiche che siano in grado di curarci è solo una pia illusione.

**PRESIDENTE.** Ringrazio il dottor Soffritti per la sua esposizione.

Passiamo ora alle eventuali domande o richieste di chiarimento dei colleghi.

**FABRIZIO VIGNI.** Naturalmente, ritengo sia di grande interesse lo studio sperimentale che la Fondazione Ramazzini ha avviato, poiché potrebbe darci maggiori conoscenze scientifiche su un problema che, a tutt'oggi, è avvolto da un contesto di incertezza.

Confermando ciò di cui era già a conoscenza la comunità scientifica — conoscenze che, in seguito, hanno portato all'approvazione della legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico ed all'introduzione del principio di precauzione — il professor Soffritti ha precisato che, ad oggi, si dispone essenzialmente di dati epidemiologici utili ad evidenziare una possibile relazione tra l'esposizione a campi elettromagnetici e l'insorgere di alcune patologie; non si dispone invece, almeno in eguale misura, di dati derivanti da studi sperimentali. Inoltre, anche per quanto riguarda gli studi epidemiologici sappiamo che le « evidenze » si riferiscono prevalentemente o esclusivamente alle basse e bassissime frequenze.

Vorrei sapere se questa diversità tra i dati epidemiologici relativi alle bassissime

frequenze ed alle radiofrequenze possa dipendere solo dal recente sviluppo delle reti di telecomunicazione, oppure da effetti diversi prodotti sugli organismi viventi dai due tipi di frequenze. In Italia la materia è regolata dalla legge quadro n. 36 del 2001 — che ha introdotto il principio di precauzione — e da una serie di strumenti attuativi quali il decreto ministeriale n. 381 del 1998 (relativo alle radiofrequenze) — che ha fissato come valore di attenzione, in applicazione del principio di precauzione, i 6 volt/metro per il campo elettrico — e (relativamente alle bassissime frequenze) i più recenti decreti emanati dal Governo lo scorso anno.

Vorrei sapere se ella, in considerazione dello stato attuale delle conoscenze e degli studi esistenti, ritenga che i valori di attenzione adottati in Italia — tra l'altro, uno dei paesi all'avanguardia nella scelta del principio di precauzione relativamente all'inquinamento elettromagnetico — siano sostanzialmente adeguati ad una corretta applicazione del principio di precauzione.

**PRESIDENTE.** Professor Soffritti, dato che i primi risultati di queste ricerche — peraltro svolte su un campione abbastanza significativo di animali — si avranno tra il 2007 e il 2009, cosa si intende fare nel frattempo? Bisogna bloccare qualunque tipo di investimento in attesa dei risultati, oppure si può continuare ad installare antenne e a sviluppare le attività informatiche ed elettroniche ad esse collegate?

Le do la parola per le risposte.

**MORANDO SOFFRITTI, Direttore scientifico della Fondazione Ramazzini.** Riguardo all'osservazione di carattere pratico sollevata dal presidente, vorrei far presente che per la riduzione dei rischi non sussistono problemi di carattere tecnologico: la tecnologia è in grado di risolvere tutti i problemi che vengono affrontati. Noi, invece, intendiamo sempre trarre dalle innovazioni vantaggi immediati senza preoccuparci delle prospettive. Negli Stati Uniti, ad esempio, quando si studia un farmaco o un pesticida, dal momento in

cui la molecola viene identificata a quello in cui la stessa entra in commercio passano 10-15 anni. Il costo di progettazione, realizzazione e commercializzazione è all'incirca di 15-20 milioni di dollari. Quando si dovrebbe effettuare la valutazione di impatto sanitario? Ricordo, per inciso, che l'impatto ambientale viene sempre valutato, mentre a non essere mai considerato è proprio quello sanitario. Ebbene, la valutazione di quest'ultimo andrebbe effettuata alla fine del processo; ma lei, signor presidente, ritiene verosimile che un processo ormai giunto alla fine, il quale, iniziato dieci o quindici anni prima, abbia determinato i costi dianzi detti, possa essere inficiato o messo in crisi da una sperimentazione condotta su 1.000 o 500 animali? Certamente no.

Quindi, tali sperimentazioni, in quanto, per così dire, antieconomiche, non vengono mai condotte; sarebbe, perciò, necessario prendere atto del fatto che questi studi debbano essere, invece, approfonditi. Nel caso in cui da essi emergessero problematiche di tipo sanitario, sarebbe, altresì, necessario appurare cosa generi tali problematiche e apportare il correttivo tecnologico, il che è giustappunto quanto non viene operato. Infatti, ciò implicherebbe costi che peggiorerebbero la competitività; quindi, per rispondere alla sua domanda, non si tratta di un problema di carattere scientifico e tecnologico. Si tratta, piuttosto, di scelte politiche, nell'ambito delle quali andrebbe raccomandata l'osservanza del principio di precauzione. Anche quest'ultima, infatti, è una scelta di carattere non scientifico, bensì politico; occorrono, quindi, scelte di carattere politico che mettano in evidenza come, dinanzi ad una situazione nella quale si sospetti la sussistenza di un rischio, si debbano assumere comportamenti tali da ridurre quanto più possibile tale evenienza.

Faccio, allora, un esempio con riferimento alle linee elettriche. Ebbene, perché, essendoci la percezione che il rischio sussista, si deve continuare a costruire linee elettriche ignorando siffatta percezione? Perché — e parlo di situazioni che

ancora si verificano —, essendosi programmata, cinque o dieci anni prima, una linea elettrica in modo tale che passi al di sopra del tetto di una scuola elementare, si deve insistere affinché essa venga poi effettivamente costruita secondo tale percorso aereo? Non si auspica di spegnere la lampadina; si tratta soltanto di tenere nel debito conto informazioni e preoccupazioni esistenti e quindi, anziché far passare una linea elettrica sopra una scuola o un ospedale o una strada abitata e via dicendo, cercare un nuovo percorso. Questo è un primo aspetto della questione.

Inoltre, se fosse dimostrato — ad esempio, con questa nostra ricerca — che, in effetti, l'aumento del rischio riguarda non solo i casi di leucemia nei bambini ma anche altri tipi di tumori, allora, anziché continuare a costruire linee elettriche aeree, si dovrebbe seguire un altro tipo di tecnologia.

PRESIDENTE. Però, anche quelle sotterranee determinano dei problemi.

MORANDO SOFFRITTI, *Direttore scientifico della Fondazione Ramazzini*. Non mi riferisco a quelle sotterranee; penso ad un altro tipo di tecnologia. Al riguardo, ribadisco che la tecnologia è un problema risolvibile. Quindi, non si tratta di fermare il progresso; si tratta, come da un po' di tempo si va sostenendo, di costruirlo in modo che sia compatibile con l'ambiente e la vita. Peraltro, abbiamo già tutti gli strumenti.

Per rispondere, invece, alla sua domanda, onorevole Vigni, abbiamo conoscenze epidemiologiche sulle bassissime frequenze perché alla corrente elettrica siamo esposti da cento anni; non possediamo informazioni sulle radiofrequenze, se non aneddotiche. Sappiamo che il rischio di leucemie e linfomi in radaristi è superiore rispetto alla popolazione non esposta ad onde radar; sappiamo, altresì, che nei bambini che abitano in prossimità di ripetitori radiotelevisivi il rischio di contrarre leucemie è maggiore. Però, una quantificazione di questo rischio ancora non esiste; la risposta sarà senza dubbio

data tra vent'anni, quando verificheremo, tra gli abbonati della telefonia cellulare, quanti si sono ammalati di tumore. Ma, onorevole Vigni, anche per tale aspetto, essendo la diffusione della telefonia cellulare così ampia — negli Stati Uniti sono 150 milioni le persone che usano il telefonino e nel mondo si calcola siano oltre un miliardo e mezzo gli utilizzatori — non sarà semplice giungere ad una valutazione attendibile. Infatti, la diffusione è tale per cui è difficile separare quanti sono esposti al telefonino da quanti, invece, non lo sono. Si è addirittura ricorso a strategie quali, ad esempio, considerare quanti usano prevalentemente il telefonino da un orecchio soltanto e confrontare, quindi, una parte della popolazione con l'altra abituata ad usare il telefonino con l'altro orecchio, in modo da appurare le differenze per quanto riguarda l'incidenza dei tumori del nervo acustico e della porzione cerebrale corrispondente.

PRESIDENTE. Quindi, mi scusi, l'auricolare che si usa in macchina...

MORANDO SOFFRITTI, *Direttore scientifico della Fondazione Ramazzini*. Si tratta di uno strumento necessario per evitare incidenti.

PRESIDENTE. Quindi si evitano gli incidenti però aumenta il rischio?

MORANDO SOFFRITTI, *Direttore scientifico della Fondazione Ramazzini*. No,

non viene aumentato il campo elettromagnetico: a livello dell'orecchio, certamente è diminuito; è aumentato in quella parte del corpo dove, invece, viene tenuto il telefonino. Quindi, non cambia praticamente niente.

PRESIDENTE. Allora, forse, andrebbe riposto in tasca ...

MORANDO SOFFRITTI, *Direttore scientifico della Fondazione Ramazzini*.. Certo, in tal caso, per quanto riguarda l'uomo, il rischio si porrebbe per un organo al quale, per così dire, l'uomo tiene molto...

PRESIDENTE. Ringrazio ancora il dottor Soffritti per il suo intervento.

Avverto che i rappresentanti della Fondazione Ramazzini hanno consegnato una documentazione, di cui dispongo la pubblicazione in allegato al resoconto stenografico dell'audizione odierna.

Dichiaro conclusa l'audizione.

**La seduta termina alle 15.50.**

---

IL CONSIGLIERE CAPO DEL SERVIZIO RESOCONTI  
ESTENSORE DEL PROCESSO VERBALE

DOTT. FABRIZIO FABRIZI

*Licenziato per la stampa  
il 12 marzo 2004.*

---

STABILIMENTI TIPOGRAFICI CARLO COLOMBO

**ALLEGATO**



FONDAZIONE RAMAZZINI

Il Direttore Scientifico

25/02/2004

AUDIZIONE PROMOSSA DALLA VIII COMMISSIONE DELLA CAMERA DEI DEPUTATI (AMBIENTE, TERRITORIO E LAVORI PUBBLICI) RIGUARDANTE L'INDAGINE CONOSCITIVA SULLA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI

Morando Soffritti

Fondazione Europea di Oncologia e Scienze Ambientali "B. Ramazzini",  
Bologna

Roma, 26 febbraio 2004, ore 15,00

## L'INQUADRAMENTO GENERALE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE NELL'AMBITO DEI RISCHI CANCEROGENI AMBIENTALI

### 1. Premessa

I rischi cancerogeni possono essere rappresentati da: 1) agenti che esplicano un'azione cancerogena molto forte (agenti cancerogeni potenti) i quali però sono in numero limitato e possono interessare piccoli gruppi di popolazione; oppure 2) da agenti che esplicano un'azione cancerogena di bassa potenza, ma ai quali è esposta potenzialmente la stragrande maggioranza della popolazione. Questi ultimi sono i cosiddetti rischi cancerogeni diffusi.

I rischi cancerogeni diffusi sono rappresentati da: 1) agenti cancerogeni deboli a qualunque dose; 2) piccole dosi di agenti cancerogeni di vario tipo; e 3) miscele di piccole dosi di agenti cancerogeni di qualunque tipo.

Gli effetti dei rischi cancerogeni diffusi sono difficilmente rilevabili e quantificabili mediante indagini epidemiologiche.

Uno strumento di identificazione e quantificazione dei rischi cancerogeni diffusi è rappresentato dai mega-esperimenti i quali, per essere adeguati, devono avere le seguenti caratteristiche: 1) devono essere condotti su

animali dei quali sia ben noto il profilo fisiologico e patologico ed in particolare il tumorigramma di base e le sue fluttuazioni (queste informazioni possono essere ottenute solo disponendo di una esperienza passata su ampi gruppi di controllo storici); 2) devono essere condotti su gruppi ampi di animali; 3) l'esposizione deve avvenire in tutte le fasi dello sviluppo vitale; 4) gli animali devono essere tenuti sotto controllo sistematico e periodico per tutta la vita.

Nel caso in cui i risultati di un mega-esperimento mettano in evidenza l'esistenza di un rischio cancerogeno, questo sarà definito sia per il tipo che per l'entità; nel caso in cui non emergesse l'esistenza di tale rischio, i mega-esperimenti non escludono il rischio (che può teoricamente non essere rilevato per le condizioni sperimentali considerate), ma tuttavia stabiliscono una soglia di salvaguardia la cui sensibilità è proporzionale alla adeguatezza metodologica ed alla potenza globale dell'esperimento, e quindi servono dal punto di vista normativo e tecnologico per stabilire degli standard basati su una evidenza scientifica.

## 2. Le attuali conoscenze sui potenziali effetti cancerogeni dei campi elettromagnetici a bassissima frequenza (CEMBF)

I campi elettromagnetici sono onde che trasportano energia nello spazio. Essi sono caratterizzati dalle lunghezze d'onda e dalla frequenza, tra loro inversamente correlate: più corta è l'onda tanto maggiore è la frequenza.

I campi elettromagnetici, a seconda della loro frequenza, in ordine di lunghezza d'onda decrescente e di frequenza crescente includono fra gli altri: campi elettromagnetici a bassissima frequenza (da sorgente elettrica), campi elettromagnetici a bassa frequenza, campi a radiofrequenza e microonde (della telefonia mobile, dei ripetitori radiotelevisivi, ecc.), ultrasuoni, raggi infrarossi, radiazioni ultraviolette, raggi X, e radiazioni gamma. I raggi X e le radiazioni gamma, per la loro specifica azione, vengono anche definiti ionizzanti.

Da molti decenni è noto che i raggi ultravioletti, i raggi X e le radiazioni gamma sono agenti cancerogeni. Non erano stati segnalati invece, fino alla

fine degli anni '70, risultati disponibili in letteratura di ricerche sulla cancerogenicità dei campi elettromagnetici a più ampia lunghezza d'onda e a più bassa frequenza.

E' nel 1979 che due ricercatori americani, la Wertheimer e Leeper pubblicarono i risultati di una indagine epidemiologica, la quale indicava un maggior rischio cancerogeno, e più specificamente leucemogeno, in bambini residenti in prossimità di installazioni elettriche e quindi esposti a campi elettromagnetici a bassissima frequenza, generati da sorgente elettrica.

Dopo la pubblicazione dei dati della Wertheimer e Leeper, in vari paesi sono stati condotti numerosi studi epidemiologici sia su bambini, sia su categorie lavorative, esposti a campi elettromagnetici da sorgente elettrica. I risultati della maggioranza di questi studi convergono nel confermare che l'esposizione a questi campi può determinare un aumento del rischio di leucemia nei bambini esposti residenzialmente e in lavoratori esposti professionalmente. Alcune ricerche sembrerebbero evidenziare anche una correlazione tra l'esposizione a questi campi e l'insorgenza di tumori cerebrali e della mammella (soprattutto nell'uomo). Per questi tumori però esiste una minore evidenza rispetto a quanto sappiamo sul caso delle leucemie.

Per quanto riguarda i rapporti tra entità di esposizione e livello di rischio, nel caso delle leucemie è stato dimostrato che il rischio cresce con il crescere della intensità del campo. Alcuni studi indicano che il rischio comincia ad aumentare ad intensità di campo relativamente basso: 0,2-0,3 microTesla. Una recentissima indagine di meta-analisi di un epidemiologo svedese, Anders Ahlbom, indicherebbe che il rischio si manifesta al di sopra di 0,4 microTesla. Per apprezzare la rilevanza di questi dati quantitativi, va ricordato che le direttive delle agenzie internazionali preposte stabiliscono come limiti espositivi a campi elettromagnetici a bassissima frequenza, 100 microTesla per i residenti (con punte massime per tempi limitati fino a 1000 microTesla) e, per i lavoratori esposti, in 500 microTesla (fino a un tetto di 5000 microTesla per tempi limitati). I limiti previsti dalla normativa vigente in Italia per i campi magnetici generati dalle onde a bassa frequenza sono di 100 microTesla come valore limite, di 10 mi-

croTesla come valore di attenzione (per esposizioni superiori a 4 ore al giorno) e di 3 microTesla come obiettivo di qualità per i siti sensibili, e quindi circa 8 volte superiori al livello di evidenza del rischio di leucemia nei bambini.

Per quanto riguarda le onde elettromagnetiche a radiofrequenza, il valore limite, per le onde da 0,1 a 3.000 MHz è di 20 V/m, e per le onde da 3 a 100 GHz è di 40V/m. I valori di attenzione e di qualità sono di 6 V/m.

L'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro (IARC) di Lione, in una monografia pubblicata nel marzo 2002 riguardante la valutazione dei rischi cancerogeni dei CEMBF, ha considerato i CEMBF come possibili agenti cancerogeni (Gruppo B2) sulla base di: 1) una limitata evidenza di cancerogenicità sull'uomo; e 2) una inadeguata evidenza di cancerogenicità negli animali sperimentali. L'inadeguatezza dipende dal fatto che gli esperimenti a tutt'oggi condotti risultano inadeguati sia per come sono stati programmati, sia per come sono stati condotti.

### 3. Le attuali conoscenze sui potenziali effetti cancerogeni dei campi elettromagnetici a radiofrequenza (CEM-RF)

La preoccupazione sui possibili rischi cancerogeni, come c'era da aspettarsi, si è estesa ad altri tipi di onde e in particolare ai campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde.

L'espansione negli ultimi anni di sistemi di comunicazione e di reti di informazione radiotelevisiva è senza precedenti. Negli anni '90 negli USA il numero dei telefonini era circa 9 milioni. Oggi sono circa 150 milioni gli americani che usano il telefonino, compresi i bambini. Nel mondo oggi sono circa 1,5 miliardi le persone che usano un telefono mobile. Oltre a questi sono sempre più numerosi gli strumenti elettronici funzionanti senza fili (ad esempio i computers). L'uso di questi sistemi ha comportato la diffusione di campi elettromagnetici a radio-frequenze e microonde, generati da varie sorgenti, sia nell'ambiente di lavoro che negli ambienti di vita generale.

Gli studi, epidemiologici e sperimentali, per definire i potenziali effetti a lungo termine, soprattutto cancerogeni, dell'esposizione a questi campi, sono largamente inadeguati e certamente insufficienti.

Gli studi epidemiologici comprendono: 1) ricerche sui rischi cancerogeni in popolazioni esposte professionalmente a CEM/RF; 2) studi di correlazione geografica che confrontano l'incidenza di tumori tra aree a diverso grado di diffusione di sorgenti di CEM/RF; e infine 3) osservazioni/segnalazioni di casi di tumore in situazioni di potenziale rischio.

Questi studi hanno evidenziato possibili correlazioni tra esposizione professionale e residenziale e aumento del rischio di linfomi e leucemie rispettivamente in personale militare e bambini: si tratta però di risultati che vanno ulteriormente verificati, approfonditi e consolidati con ulteriori indagini.

Per quanto riguarda i potenziali rischi cancerogeni dovuti all'esposizione a campi elettromagnetici generati dalle antenne delle stazioni radio-base e del telefonino cellulare, non è possibile valutarli attraverso studi epidemiologici in quanto il numero di anni di utilizzo diffuso del telefono cellulare (e quindi l'esposizione) è ancora troppo breve.

Gli studi sperimentali a lungo termine finora condotti su roditori (ratti e topi) non sono tali da fornire un'adeguata definizione quali-quantitativa dei potenziali rischi cancerogeni da CEM/RF, a causa delle condizioni espositive utilizzate, del limitato numero di animali usato in ciascun gruppo sperimentale, e per come sono stati condotti gli esperimenti. Rimane comunque il fatto che questo tipo di ricerche è l'unico mezzo capace di fornire una prova inconfutabile di eventuale cancerogenicità e, nel caso ciò fosse dimostrato, tali studi possono fornire informazioni precise sul livello complessivo del potere cancerogeno, sull'entità del rischio, sulle correlazioni dose-risposta e sugli organi bersaglio.

**4. Le attuali conoscenze che si devono acquisire per una valutazione dei potenziali rischi cancerogeni dei CEMBF e CEM-RF**

Il problema dell'impatto sanitario ed in particolare dei potenziali rischi cancerogeni dei campi elettromagnetici a bassissima frequenza e a radio-

frequenza è enorme data la loro diffusione, ormai globale. Per fronteggiare un problema di tale portata sono necessari provvedimenti precauzionali e strategie di prevenzione, i quali a loro volta devono essere basati su solide basi conoscitive. Quanto la ricerca ha fatto fino ad oggi va considerato preliminare e spesso aneddotico, e quindi è lontano dalle reali necessità. Se si considerano i risultati delle ricerche epidemiologiche disponibili, si può dire che:

- 1) riguardano soprattutto alcuni tipi di tumore che, fra l'altro, sono tra i meno frequenti;
- 2) non tengono in genere in considerazione la durata della esposizione;
- 3) l'entità della esposizione è determinata sulla base della distanza dalle sorgenti o su monitoraggi di breve durata;
- 4) a differenza degli studi di cancerogenicità relativi ad agenti chimici ed altri agenti fisici, questi studi non hanno considerato, o solo marginalmente, gruppi di popolazione altamente esposte (che pure esistono).

Per quanto riguarda gli studi sperimentali a tutt'oggi condotti, fruibili in termini di sanità pubblica, si può dire che essi risultano assolutamente inadeguati e che, a nostra conoscenza, non ci sono altri progetti in corso e neppure programmati.

Tutto ciò significa che è necessario produrre, senza procrastinazioni, delle ricerche che diano risposte fruibili in termini di sanità pubblica e di ambiente.

5. Il progetto di ricerca di studi sperimentali (mega-esperimenti) del Centro di Ricerche sul Cancro della Fondazione Ramazzini di Bologna

La Fondazione Europea di Oncologia e Scienze Ambientali "B. Ramazzini", ha programmato due mega-esperimenti per studiare la cancerogenicità dei campi magnetici a bassissima frequenza e di quelli a radiofrequenza/microonde. Lo scopo di questi esperimenti è di valutare l'impatto di questi campi sulla salute in termini quantitativi in relazione a varie intensità di campo, al calendario espositivo, ed alla associazione con altre esposizioni a rischio cancerogeno.

Il mega-esperimento sui campi magnetici a bassissima frequenza è iniziato nel luglio 2002 e comprende oltre 9000 animali. I risultati potranno essere disponibili nel 2007-2008.

Il mega-esperimento sui campi elettromagnetici a radiofrequenza, riproducente l'esposizione ai campi elettromagnetici delle stazioni radio-base (far-field) e dei telefonini cellulari (near-field) inizierà il prossimo anno e comprenderà oltre 4000 animali. I risultati potranno essere disponibili nel 2008-2009.

Altri 4 esperimenti sono in essere in Europa, condotti però su un numero di animali molto limitato. Negli USA è in corso di programmazione, da parte del National Institute of Environmental Health Sciences, con cui siamo in contatto, uno studio per valutare i potenziali effetti cancerogeni dei campi elettromagnetici delle antenne delle stazioni radio-base.

Il Centro di Ricerca sul Cancro, presso il Castello di Bentivoglio, della Fondazione Ramazzini possiede un'esperienza pluridecennale nella conduzione di mega-esperimenti che si può, senza tema di smentita, definire unica a livello internazionale. E' nei suoi laboratori che, per citare solo alcuni esempi, sono stati condotti esperimenti per valutare gli effetti cancerogeni del cloruro di vinile (su circa 8.000 animali), delle basse dosi di radiazioni ionizzanti (su oltre 15.000 animali), delle acque minerali contenute in bottiglie di PVC (su 2.000 animali), e di soft-drinks (su oltre 3.000 animali).

