3/11/2008

CONSULENZA TECNICA MEDICO-LEGALE DEL CTU DOTTOR MORANDO SOFFRITTI NELL'AMBITO DEL PROCEDIMENTO PENALE N° 2807/91 R.G. TRIBUNALE DI TREVISO

Il giorno 22 maggio 2003 il sottoscritto, Dottor Morando Soffritti, veniva incaricato dal Giudice Dottor Olivotto come Consulente Tecnico d'Ufficio (CTU), per il procedimento penale N. 2807/91 tra i Comuni di Altivole, Codognè, Montebelluna, Riese Pio X, Santa Lucia di Piave, Vedelago e Volpago del Montello,contro ENEL spa e TERNA spa – con intervento volontario di Prenol + 18, e nella stessa occasione prestava giuramento. Tale incarico veniva confermato dal Giudice Dottor Massari in data 27 ottobre 2005. Attualmente il Giudice avanti al quale si discuterà la Consulenza tecnica è il Dottor Massimo Solimene.

I procedimenti riguardano le valutazioni dei potenziali rischi per la salute correlati all'esposizione a campi elettromagnetici a bassissima frequenza (CEMBF).

Il quesito posto dal giudice al CTU è il seguente:

"*Dica il C.T.U, - esaminati gli atti, effettuato, se necessario, un accesso superlocale, e richiesta ai Comuni interessati la documentazione necessaria ai fini dell'individuazione delle case, degli opifici ed abitazioni esistenti nei pressi della linea elettrica, e possibilmente la data delle concessioni edilizie relative - se la linea di cui si discute in causa presenti aspetti di pericolosità per la salute degli abitanti, anche sulla base dei parametri di legge vigenti. Autorizza il consulente ad avvalersi della collaborazione di ausiliari esterni*".

Le operazioni peritali sono iniziate il 21/11/2005.

La presente relazione è articolata in 5 punti:

I. Lo scenario espositivo oggetto della presente perizia.

II. Acquisizioni sulla cancerogenesi utili ai fini della presente perizia.

III. Conoscenze disponibili sugli effetti per la salute, in particolare cancerogeni, dell'esposizione a lungo termine a campi elettromagnetici a bassissima frequenza.

IV. Valutazioni sugli effetti patologici non cancerogeni dell'esposizione a campi magnetici a bassissima frequenza.

V. Valutazioni conclusive sui potenziali rischi per la salute dei cittadini dovuti ad esposizione a CEMBF oggetto della perizia.

Nella stesura della presente relazione ci si è avvalsi delle seguenti fonti:

1. dati desunti dalla documentazione messa a disposizione dai Comuni interessati e dal Pubblico Ministero, riguardanti lo scenario espositivo correlato ai campi elettromagnetici generati dall'elettrodotto;
2. dati della letteratura sulle conoscenze generali dei meccanismi della cancerogenesi e sui rischi per la salute, con particolare riguardo a quelli cancerogeni, in esposti a campi elettromagnetici a CEMBF;
3. normativa regionale, nazionale e internazionale in tema di esposizione a campi elettromagnetici a CEMBF.

I. LO SCENARIO ESPOSITIVO OGGETTO DELLA PRESENTE PERIZIA

L'elettrodotto a 380 kV di cui si discute è la tratta Sandrigo-Cordignano (n. 362), a terna semplice, linea trifase; la corrente massima di esercizio per cui la linea è stata progettata è 1500 Amperes; si tratta del dato caratteristico della linea, riportato nell'atto autorizzativo della stessa, che può essere superato solo per brevi periodi in relazione a situazioni di emergenza. L'elettrodotto è stato installato ed attivato negli anni 1989-90.

A titolo di riferimento, si riportano alcuni dati relativi ad una tipica linea 380 kV in condizioni di massimo carico (1500 Amperes), che rappresenta lo scenario a cui sono esposti o potrebbero essere esposti i residenti. In particolare, si riportano i

livelli di campo al suolo generati da una linea a terna semplice ad "Y". In corrispondenza dell'altezza minima al suolo consentita dalle attuali norme italiane di 11,34 metri (DLMP 11 gennaio 1991), sulla proiezione dell'asse ad 1 metro da terra, l'induzione magnetica raggiunge livelli dell'ordine di 35 μT. A 20 metri di distanza dall'asse della linea tali valori si riducono a 6 μT, a 30 metri risultano pari a 2 μT. Sempre facendo riferimento al programma di calcolo campi elettrici e magnetici di ENEL per una linea semplice terna-trinata, ne deriva la tabella seguente:

Campo magnetico (μT)	Distanza media (metri)	Campo elettrico medio (volt al metro)
5	17	1980
2,5	28	830
2	32	649
1	47	287
0,5	68	126
0,2	109	44
0,1	155	21
0,02	>200	<12

Come indicato dal Signor Giudice, il CTU ha acquisito dagli Uffici Tecnici dei sette Comuni interessati le cartografie indicanti il percorso dell'elettrodotto lungo il territorio comunale, le indicazioni degli edifici esistenti, la loro tipologia e i dati relativi ai residenti. La popolazione è stata suddivisa in fasce di età, soprattutto ai fini di valutare quanti bambini fossero esposti, poiché questi ultimi rappresentano la fascia di popolazione considerata più a rischio. La distribuzione per fasce di età aggiornata all'anno 2006 dei residenti entro 150 metri di distanza dalla proiezione a terra dell'asse della linea elettrica dell'elettrodotto in questione, per una lunghezza di circa 46,8 chilometri, è riassunta nella Tabella 1.

Dalla tabella si evince che i bambini di 0-9 anni residenti ad una distanza di 50-100 m dall'elettrodotto sono 44 (in particolare nel comune di Montebelluna), mentre il numero di adolescenti di 10-18 anni residenti ad una distanza di 0-50 e 50-100 m sono rispettivamente 2 e 19. A distanza di 100-150 m i bambini residenti sono 20 e

gli adolescenti 25. Complessivamente la fascia di popolazione maggiormente a rischio (bambini e adolescenti) è costituita da 146 individui. Certamente non può essere sottostimato il rischio della fascia di popolazione di età superiore ai 18 anni, soprattutto per i residenti a distanza di 0-100 m dall'elettrodotto: oltre 200 persone. Per quanto riguarda le abitazioni dei suddetti residenti e le costruzioni per attività produttive e scuole, con permesso di costruzione antecedente l'installazione dell'elettrodotto, i dati sono riportati nella Tabella 2. Come si può osservare la maggioranza delle costruzioni ha avuto la concessione prima del 1985.

II. ACQUISIZIONI SULLA CANCEROGENESI UTILI AI FINI DELLA PRESENTE PERIZIA

1. La dimensione epidemiologica dei tumori

I tumori rappresentano oggi il più grave problema di sanità pubblica. Essi infatti sono responsabili, nei paesi industrializzati, di oltre il 30% della mortalità. I tumori colpiscono soprattutto le fasce più anziane della popolazione. Secondo i dati del Registro di Mortalità Nominativa, con particolare riguardo ai tumori, della Provincia di Bologna (Soffritti *et al.*, 2004), nel 2001, oltre l'80% dei decessi per tumore si sono verificati in un'età superiore a 65 anni, sia negli uomini che nelle donne. Il cancro è quindi una patologia che colpisce soprattutto la fascia di popolazione più anziana.

L'incidenza e la mortalità per tumore sono cresciute gradualmente, ma costantemente, negli ultimi decenni. Secondo dati recenti, negli ultimi 20 anni l'incidenza dei tumori è aumentata mediamente di circa l'1% all'anno, e la mortalità di circa lo 0,5%, con un lieve decremento registrato dal 1995. I dati epidemiologici disponibili inducono a ipotizzare che, se non verranno presi adeguati provvedimenti, l'incidenza e la mortalità per questa malattia saranno destinate a non diminuire in modo significativo, oltre alla probabilità di una anticipazione dell'età di insorgenza.

La ragione di questo andamento è dipeso da tre fattori essenziali: 1) l'invecchiamento della popolazione; 2) l'aumento della diffusione (per tipologia e quantità) di agenti cancerogeni nell'ambiente di lavoro e di vita generale; e 3) l'inizio della esposizione ad essi in età sempre più giovane (per alcuni di essi addirittura fin dalla vita embrionale-perinatale-neonatale).

2. Gli agenti cancerogeni e le situazioni in cui possono essere presenti

Gli agenti che hanno maggiore rilevanza nella induzione di tumori nell'uomo sono di tipo fisico e chimico ed hanno una origine prevalentemente artificiale. Essi sono il prodotto delle attività produttive e consumistiche dell'era industriale; sono cioè l'effetto dei modelli di sviluppo in essere nei paesi industrializzati.

Gli agenti cancerogeni sono presenti nei minerali che vengono superficializzati (petrolio, carbone, minerali radioattivi, fibre, ecc.); nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo dell'energia (fossile, nucleare, elettrica, ecc.); nella produzione di beni di consumo vari, i quali hanno avuto un grande impulso con lo sviluppo dell'industria chimica e petrolchimica; nei prodotti che vengono utilizzati in agricoltura (in particolare i pesticidi) e nell'industria alimentare (conservanti, additivi, coloranti, ecc.); nelle scorie (rifiuti solidi urbani, industriali, ecc.).

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.

3. I 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.

I campi elettromagnetici a bassissima frequenza (CEMBF) potrebbero quindi rientrare all'interno della categoria dei rischi cancerogeni diffusi.

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

Gli studi epidemiologici sono importanti in quanto, se condotti in condizioni metodologiche ottimali, possono evidenziare, nei casi di positività, la prova diretta del rischio per l'uomo di un determinato agente o situazione. Tuttavia spesso le loro potenzialità risultano limitate in termini di fattibilità. Queste indagini, infatti, possono risultare inficiate da una serie di fattori, fra i quali: 1) la necessità di periodi di osservazione estremamente lunghi, in relazione al tempo di latenza; 2) un elevato numero di fattori confondenti; 3) la conseguente esigenza di identificare e studiare ampi gruppi di popolazione relativamente omogenei esposti, con rispettivi controlli. Come conseguenza di tutto ciò, spesso, gli studi epidemiologici forniscono risultati ritardati, che non consentono una pronta e tempestiva attuazione di provvedimenti e strategie preventive.

Uno strumento più efficace di identificazione e quantificazione dei rischi cancerogeni diffusi è rappresentato dagli studi sperimentali, ed in particolare dai cosiddetti 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 ampi gruppi 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.

Studi sperimentali di questo tipo, quindi, quando adeguatamente programmati e condotti, possono fornire importanti informazioni scientifiche di base, utili non solo per un'identificazione qualitativa, ma anche quantitativa di tali rischi.

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.

4. Le caratteristiche dell'azione degli agenti cancerogeni

Il processo di cancerogenesi presenta alcune caratteristiche peculiari:

A) gli effetti degli agenti cancerogeni sulle cellule sono in larga misura irreversibili, e il processo neoplastico può pertanto continuare a svilupparsi anche quando l'esposizione agli agenti cancerogeni è stata interrotta;

B) **non esiste una dose senza effetto (effetto stocastico);**

C) esiste un rapporto fra entità dell'esposizione ed entità della risposta neoplastica;

D) agenti cancerogeni, anche di natura diversa, possono avere effetti **additivi** e **moltiplicativi** sulla risposta neoplastica (sincancerogenesi). Con il termine effetto moltiplicativo (o sincancerogenesi) si intende descrivere una risposta cancerogena, indotta da due o più agenti cancerogeni, tale da determinare (rispetto all'entità dell'effetto cancerogeno di ciascun agente) una più alta incidenza di tumori, oppure un periodo di latenza (cioè il tempo intercorso tra l'inizio dell'esposizione e l'insorgenza del tumore) più abbreviato, oppure un più elevato numero di tumori nell'organo/tessuto bersaglio predestinato.

L'effetto sincancerogenetico può riguardare un solo organo/tessuto quando gli agenti cancerogeni considerati hanno lo stesso organotropismo, oppure può riguardare più organi e tessuti se gli agenti cancerogeni considerati hanno diverso organotropismo;

E) appare sempre più evidente, sulla base di indagini epidemiologiche più precise e di saggi sperimentali più adeguati (soprattutto quelli che non prevedono sacrifici a tempi arbitrari, in genere dopo due anni, ma l'osservazione degli animali fino a morte spontanea), che la maggior parte degli agenti cancerogeni, pur potendo avere dei tessuti ed organi bersaglio, hanno in realtà effetti cancerogeni multipotenti, cioè la capacità di indurre tumori di vario tipo in più sedi anatomiche;

F) tra l'inizio dell'esposizione ad un agente cancerogeno e l'insorgenza delle neoplasie da esso provocate, intercorre un periodo di latenza (incubazione) più o meno lungo, caratterizzato quasi sempre dall'assenza di alterazioni clinicamente e patologicamente rilevabili, che tuttavia si può considerare come la dimensione temporale nella quale si attuano e si sviluppano alterazioni "minime", che costituiscono lo stadio critico, ma forse più importante, del processo neoplastico.

Il problema del potenziale cancerogeno ambientale e professionale e dei suoi effetti va valutato tenendo in considerazione, oltre che il numero e la quantità degli agenti cancerogeni immessi nell'ambiente, anche le suddette caratteristiche degli effetti cancerogeni e del processo neoplastico, **ed in particolare le infinite possibilità di sincancerogenesi**.

Oggi, in termini scientifici e per le conseguenti implicazioni di sanità pubblica, non è corretto valutare i rischi cancerogeni in termini di singoli agenti cancerogeni e singoli tumori specifici in organi "bersaglio": bisogna invece considerare, innanzitutto, il rischio totale ("total risk") e la risposta totale ("total burden"), intesa quest'ultima come la totalità dei tumori maligni osservati. Le ricadute di questa nuova impostazione sulle valutazioni, regolamentazione e strategie di controllo e di sanità pubblica sono ovvie.

III. CONOSCENZE DISPONIBILI SUGLI EFFETTI PER LA SALUTE, IN PARTICOLARE CANCEROGENI, DELL'ESPOSIZIONE A LUNGO TERMINE A CAMPI ELETTROMAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA

1. Premessa

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 e 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 di ricerche sulla cancerogenicità dei campi elettromagnetici a più ampia lunghezza d'onda e a più bassa frequenza.

I primi dati sui possibili danni per la salute dei campi elettromagnetici a bassissima frequenza risalgono alla fine degli anni '60 allorché ricercatori dell'Unione Sovietica riportarono i risultati di una indagine condotta su un gruppo di lavoratori di una sottostazione di trasformazione elettrica. Secondo i suddetti ricercatori, i disturbi di carattere nervoso/comportamentale denunciati dai lavoratori erano da correlare alla loro esposizione a campi elettromagnetici della corrente elettrica. Questa comunicazione al momento non suscitò però grande interesse nella comunità scientifica, date le debolezze metodologiche con cui la ricerca era stata condotta.

E' soltanto nel 1979 che, a seguito di una indagine condotta nella Città di Denver nel Colorado da due ricercatori americani, la Dottoressa Wertheimer ed il Dottor Leeper, fu ipotizzata per la prima volta una associazione causale tra esposizione a campi elettromagnetici a bassissima frequenza ed aumento del rischio di leucemia e di tumori del sistema nervoso nei bambini residenti in abitazioni vicine a linee elettriche ad alto voltaggio (Wertheimer and Leeper, 1979).

Nel 1982 il Dottor Milham pubblicava un resoconto scientifico dove veniva riportato un aumento del rischio di leucemia in lavoratori (elettricisti) esposti professionalmente a campi elettromagnetici (Milham, 1982).

Nel 1996 lo stesso autore pubblicò i risultati di uno studio svolto su una piccola coorte di 410 impiegati (263 uomini e 147 donne) esposti a campi magnetici generati da 3 trasformatori elettrici della potenza di 12 kVolt ubicati nei locali direttamente sottostanti agli uffici nei quali gli impiegati lavoravano. L'intensità del campo magnetico al quale tali impiegati risultavano essere esposti variava tra 190 milliGauss (mG) (pari a 19 microTesla, μT) e 90 mG (9,0 μT), prima del 1992. Dopo tale periodo infatti, al fine di ridurre l'intensità del campo magnetico negli uffici, alcuni grossi conduttori elettrici vennero interrati ed il range di intensità di campo magnetico si abbassò, variando tra 32 mG (3,2 μT) e 12 mG (1,2 μT).

In un periodo di 15 anni di esposizione, furono osservati 8 casi di tumore nella coorte studiata rispetto a 4,2 casi attesi. L'incidenza di tutti i casi di neoplasia, per gli impiegati assunti da più di 5 anni, risultò statisticamente correlata (con un rischio relativo pari a 15,1) agli anni di servizio; tale andamento fu osservato sia nei maschi che nelle femmine, sia quando considerati separatamente che in associazione (Milham, 1996).

Anche se queste prime segnalazioni furono recepite allora da più parti (scientifiche, produttive, politiche, ecc.) con sufficienza e scetticismo, esse tuttavia attirarono l'interesse della comunità scientifica internazionale. Da quel momento infatti iniziarono, in particolare in Europa e in Nord America, numerosi studi di tipo epidemiologico e sperimentale che hanno permesso, a distanza di oltre venti anni, di acquisire, anche se in termini non esaustivi, un'ampia messe di dati e conoscenze che permettono oggi di poter meglio valutare i potenziali rischi per la salute dei CEMBF.

2. I dati sui rischi cancerogeni dei CEMBF

Dal momento in cui furono pubblicati i primi dati da Wartheimer e Leeper (1979) relativi all'aumento del rischio di leucemie e tumori del sistema nervoso in bambini residenti in abitazioni collocate in vicinanza di linee ed impianti elettrici ad alto voltaggio, in varie istituzioni scientifiche internazionali sono stati avviati programmi di ricerche sperimentali ed epidemiologiche al fine di studiare e meglio definire le basi biologiche dei potenziali rischi cancerogeni dei CEMBF, le situazioni espositive che possono esserne all'origine (mettendo a punto soprattutto le tecniche ed i metodi per la misurazione dei livelli espositivi), e la eventuale evidenza di una relazione di dose-risposta.

Una revisione critica dei risultati più importanti di queste ricerche è stata pubblicata dal Prof. Cesare Maltoni e dal sottoscritto nel 1997 (Maltoni and Soffritti, 1997) e nel 2003 (Soffritti *et al.*, 2003), rispettivamente nella 4ª e successivamente nella 6ª edizione del manuale internazionale di oncologia

"Cancer Medicine", edito da Holland e Frei, ed approvato dall'American Cancer Society.

2.1. Dati di test in vitro e di cancerogenesi in vivo

Le indagini di laboratorio rilevanti, ai fini di una valutazione del rischio cancerogeno, sono numerose ma non conclusive.

A tutt'oggi gli studi di laboratorio condotti per dimostrare un'azione diretta dei campi elettromagnetici a bassissima frequenza sul materiale genetico cellulare, in particolare il DNA, hanno dato risultati contrastanti. Ivancsits e collaboratori (2003), della divisione di Medicina del Lavoro dell'Università di Vienna, hanno riportato che l'esposizione intermittente a CEMBF (50 Hz, sinusoidali, 24 o 1h, 1.000 o 20 μT, 5 minuti on/ 10 minuti off) di colture cellulari di fibroblasti umani determina rotture del DNA, sia a singolo che a doppio filamento. L'effetto è risultato dipendente sia dalla dose che dal tempo di esposizione, e reversibile dopo 9 ore dal termine dell'esposizione. Gli autori concludono che l'azione genotossica dei CEMBF sembra non dipendere da eventuali effetti termici derivanti dall'esposizione. Gli stessi risultati sono stati ottenuti anche da Henry Lai e Narendra P. Singh, del laboratorio di Ricerca Bioelettromagnetica del Dipartimento di Bioingegneria dell'Università di Washington a Seattle, i quali, in una loro pubblicazione (2004), riportano come l'esposizione a CEMBF- 60Hz protratta per 24 ore ad un'intensità di 0,01 mT, determini un significativo aumento delle rotture dei filamenti di DNA. L'effetto aumentava, all'aumentare del tempo di esposizione.

E' stata dimostrata inoltre un'azione inibente dei CEMBF sul rilascio della melatonina, l'ormone principale della ghiandola pineale, la quale avrebbe un ruolo importante sulla attività di altre ghiandole endocrine. Infatti, una ridotta concentrazione circolante di questo ormone può determinare un aumento della secrezione di prolattina da parte della ghiandola ipofisaria e di estrogeni e testosterone da parte delle gonadi. Sulla base di questi dati può essere ipotizzato che i CEMBF potrebbero determinare l'aumento del rischio per alcuni tumori ormono-dipendenti quali, ad esempio, quelli della ghiandola mammaria, della tiroide e della prostata.

Gli studi sperimentali su animali da laboratorio (roditori) condotti a tutt'oggi sono scarsi ed inadeguati per una valutazione quali-quantitativa del rischio cancerogeno.

A tutt'oggi sono stati condotti vari studi sperimentali di cancerogenicità sui campi magnetici a frequenza estremamente bassa. I risultati degli studi più importanti sono riportati nella Tabella 3.

Gli studi condotti da Margonato, Mandeville e Yasui non possono essere considerati idonei per dimostrare la cancerogenicità dei campi magnetici a frequenza estremamente bassa. Essi sono inadeguati sia per numero di animali sperimentali per gruppo studiati, sia per la durata dell'esposizione e della sperimentazione, e sia, come nel caso dello studio di Margonato e Yasui, per il fatto che sono stati presi in considerazione, rispettivamente, solo animali maschi in un caso, e solo animali femmine nell'altro.

Finora lo studio più completo per valutare la cancerogenicità dei campi magnetici a frequenza estremamente bassa è stato condotto negli Stati Uniti dal National Toxicology Program (NTP) (Boorman *et al.*, 1999). I risultati dello studio sono stati riportati nel resoconto NTP Technical Report 488 (NTP TR488).

In questo studio, che è stato condotto secondo le Buone Pratiche di Laboratorio (GLP), gruppi di 100 ratti Fischer 344 e 100 topi B6C3F1 di ciascun sesso sono stati esposti ad una delle seguenti situazioni di campo magnetico: 2; 200; 1000 μT continui o 1000 μT intermittenti (1 ora sì/1 ora no) di campo magnetico a 60 Hz a polarizzazione lineare; un gruppo (controllo) non ha ricevuto alcun trattamento. L'esposizione è iniziata quando gli animali avevano 6-7 settimane di età ed è continuata, 18,5 ore/giorno, per due anni. Dopo due anni di esposizione, gli animali ancora vivi sono stati sacrificati. Il resoconto riportava come conclusione un'evidenza equivoca di cancerogenicità dei campi magnetici da 60 Hz nei ratti Fischer 344 sulla base di un'aumentata incidenza di tumori a cellule C della tiroide nei maschi esposti a 2 o 200 μT. Non c'era evidenza di cancerogenicità nei ratti femmine e nei topi maschi e femmine.

Il piano sperimentale e la conduzione dello studio dell'NTP presentano alcune limitazioni almeno per i seguenti motivi: 1) per mostrare gli effetti di agenti cancerogeni di bassa potenza, gli studi sperimentali richiedono ampi gruppi di animali (mega-esperimenti), del tipo di quelli condotti in alcuni casi nei nostri laboratori: ebbene il numero di animali per gruppo nell'esperimento dell'NTP è insufficiente per mostrare gli effetti di un cancerogeno di bassa potenza; e 2) il limite è aggravato dal fatto che gli esperimenti sono stati troncati dopo 104 settimane, quando la maggioranza degli animali era ancora in vita (ratti maschi 259/500; ratti femmine 301/500; topi maschi 367/500; topi femmine 373/500), non consentendo loro di raggiungere l'età critica per sviluppare le potenzialità neoplastiche. Se, per esempio, gli esperimenti sul cloruro di vinile fossero stati troncati dopo due anni, non si sarebbe mai potuto dimostrare gli effetti cancerogeni del composto anche a basse dosi, e non ci sarebbe stata quindi la conseguente introduzione di una adeguata normativa. In considerazione dei suddetti limiti riguardanti il disegno e la conduzione degli studi, la Fondazione Europea di

Oncologia e Scienze Ambientali "B. Ramazzini" ha iniziato nel luglio del 2002 un ampio progetto di ricerca sperimentale sui possibili effetti a lungo-termine, tossici, ed in particolare cancerogeni, dei CEMBF al fine di acquisire ulteriori conoscenze e certezze scientifiche (di qualunque segno esse siano) anche in termini quantitativi, per consentire migliori indicazioni per soluzioni e sviluppi tecnologici compatibili con la tutela della salute. Le caratteristiche del progetto verranno descritte e trattate successivamente.

2.2. Dati epidemiologici sui rischi cancerogeni

Le ricerche epidemiologiche condotte a livello internazionale per valutare il rischio cancerogeno dei campi elettromagnetici a bassissima frequenza in popolazioni esposte hanno riguardato varie situazioni espositive, in particolare bambini residenti in abitazioni vicine ad installazioni elettriche, e categorie di lavoratori professionalmente esposti. I risultati delle ricerche epidemiologiche più importanti sono riportati nella Tabella 4.

Complessivamente, i risultati di queste ricerche mettono in evidenza che l'esposizione a campi elettromagnetici a bassissima frequenza è associata ad un aumento del rischio cancerogeno per l'uomo ed in particolare che i CEMBF determinano: 1) un aumento del rischio di leucemie (con una relazione, secondo i dati di Feychting ed Ahlbom (1993), di dose-risposta) e tumori del sistema nervoso nei bambini; 2) un aumento del rischio di leucemie, linfomi, tumori del sistema nervoso, e tumori della mammella del maschio (questo tumore, data la sua rarità, può avere il significato di tumore sentinella) in adulti professionalmente esposti; e 3) che l'aumento dei suddetti rischi si evidenziava a partire da livelli di esposizione a campo magnetico superiore ai 0,2 μT.

Una indagine di meta-analisi dell'epidemiologo svedese, Anders Ahlbom (2000), indicherebbe che il rischio si manifesta al di sopra di 0,4 μT. Per apprezzare la rilevanza di questi dati quantitativi, va ricordato che le direttive delle agenzie internazionali preposte stabiliscono come limiti espositivi a CEMBF, 100 μT per i residenti (con punte massime per tempi limitati fino a 1000 μT) e, per i lavoratori esposti, in 500 μT (fino a un tetto di 5000 μT per tempi limitati). I In Italia, secondo il DPCM dell'8 luglio 2003, i limiti previsti dalla normativa vigente per i campi magnetici generati dalle onde a bassa frequenza sono di 100 μT come valore limite, di 10 μT come valore di attenzione (per esposizioni superiori a 4 ore al giorno) e di 3 μT come obiettivo di qualità per i siti sensibili (quindi circa 8 volte superiori al livello di evidenza del rischio di leucemia nei bambini).

L'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro (IARC) di Lione, in una monografia (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 studi sperimentali.

3. Il progetto di ricerca sperimentale a lungo termine su ratti per la valutazione di potenziali effetti biologici, in particolare cancerogeni, dei CEMBF della Fondazione Ramazzini

La Fondazione Europea di Oncologia e Scienze Ambientali "B. Ramazzini" (FR), ha programmato un progetto di mega-esperimenti su roditori per studiare la cancerogenicità dei CEMBF. 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 esposizioni ad altri agenti a rischio cancerogeno noto.

Lo studio sperimentale sui CEMBF è iniziato nel luglio del 2002 ed ha previsto l'utilizzo di ampi gruppi di animali, complessivamente oltre 7.000, facenti parte della colonia utilizzata da oltre 30 anni al Centro di Ricerca sul Cancro della Fondazione Ramazzini. Gli animali sono esposti per 19 ore al giorno a campi di varia intensità, in maniera continuativa e discontinuativa, dal 12° giorno di vita embrionale fino a morte spontanea. Le finalità della ricerca sono le seguenti:

- valutare i possibili effetti cancerogeni, quali e quantitativi, dei CEMBF in diverse situazioni espositive per dose e continuità/discontinuità della esposizione;
- definire, in caso di risultati positivi, gli organi bersaglio degli effetti cancerogeni, la tipologia dei tumori osservati e dei loro precursori oltre che di altri effetti patologici rilevanti ai fini della sanità pubblica e della conoscenza scientifica;
- valutare i possibili effetti sincancerogeni dei CEMBF in associazione con altri agenti di diversa natura e potenzialità cancerogena, come per esempio le radiazioni ionizzanti di tipo gamma, l'Aflatossina B1 e la formaldeide;
- valutare, mediante analisi di biologia molecolare, i possibili meccanismi patogenetici degli eventuali effetti cancerogeni.

Al momento attuale la biofase (periodo della vita degli animali sperimentali) è terminata ed è iniziata la fase di pro cessazione ed elaborazione del materiale biologico. I risultati di questi esperimenti consentiranno l'acquisizione di ulteriori importanti informazioni scientifiche (fino ad oggi del tutto carenti) sui possibili

effetti cancerogeni dei CEMBF, e quindi una base scientifica più adeguata per la quantificazione del rischio e quindi per meglio legittimare provvedimenti e normative utili alla salvaguardia della salute delle popolazioni.

IV. VALUTAZIONI SUGLI EFFETTI PATOLOGICI NON CANCEROGENI DELL'ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA

Oltre alla valutazione degli effetti cancerogeni dovuti all'esposizione a campi elettromagnetici a bassissima frequenza (CEMBF), nel corso degli anni sono state condotte ricerche per valutare la correlazione tra esposizione a tali campi e disturbi di tipo cronico a carico di altri apparati, in particolare quelli dovuti ad alterazioni neurovegetative. Questo tema è stato preso in esame in una pubblicazione dell'Istituto Superiore di Sanità (Vanacore *et al.*, 2004) dalla quale vengono qui riportati alcuni dati significativi.

Le prime segnalazioni furono, come riportato in premessa, quelle di alcuni ricercatori sovietici i quali, negli anni '60-'70, riferirono in merito ad una accresciuta prevalenza di disturbi neurologi e circolatori, e di alterazioni ematologiche, in lavoratori di sottostazioni elettriche a tensione di 400-500 kVolt (Asanova and Rakov, 1966). In particolare questi autori descrissero casi di cefalea associata ad affaticamento, irritabilità, disturbi del sonno e di diminuzione della libido. Tali disturbi erano insorti pochi mesi dopo l'attivazione delle sottostazioni.

Studi condotti da Poole *et al.*, hanno messo in evidenza casi di persone esposte a CEMBF affette da sintomi depressivi in rapporto alla residenza in prossimità delle linee di trasmissione. Lo studio evidenziò un'associazione statisticamente significativa tra i sintomi depressivi e la residenza posta a confine con la fascia di rispetto dell'elettrodotto. Nello stesso studio fu dimostrato un incremento della frequenza di cefalea di circa il 50% tra i residenti della stessa area. Altri autori (Beale *et al.*, 1997) studiarono in un campione di 540 soggetti, residenti in prossimità di linee di trasmissione elettrica, alcuni effetti neurocomportamentali a seguito dell'esposizione a CEMBF. Utilizzando test neuropsicologici fu riscontrata una relazione lineare tra esposizione a CEMBF e frequenza di alcuni sintomi psichiatrici, ed inoltre difficoltà ad effettuare un test che richiedeva memoria, attenzione e coordinamento visuale-motorio.

Verkasalo *et al.* (1997), studiarono un campione di 12.000 individui esposti a CEMBF. Da questo studio è emerso che il rischio di depressione grave risultava più che quadruplicato tra i soggetti che abitavano a meno di 100 metri di distanza dagli elettrodotti.

Oltre agli studi epidemiologici precedentemente considerati, esiste una vasta letteratura nella quale sono riportate segnalazioni di casi che lamentano la comparsa di numerosi sintomi a carico di diversi organi ed apparati e la cui origine è dovuta alla vicinanza di linee ed apparecchiature elettriche ed altre fonti di CEMBF. Una revisione critica di tali patologie, definite genericamente come "elettrosensibilità", è stata effettuata da vari autori, tra cui Gobba (2002).

Numerosi studi sia epidemiologici che sperimentali, sono stati condotti al fine di valutare la possibile correlazione tra esposizione a CEMBF ed alterazioni della concentrazione di melatonina circolante, con conseguenti effetti patologici. I risultati di tali studi necessitano ulteriori conferme, soprattutto di carattere sperimentale.

I risultati degli studi sopra riportati, anche se non esprimono una correlazione causale tra gli effetti patologici descritti e l'esposizione a CEMBF, evidenziano tuttavia che queste patologie possono manifestarsi in individui che, per le proprie caratteristiche genetiche, possono risultare particolarmente sensibili a tali campi.

V. VALUTAZIONI CONCLUSIVE SUI POTENZIALI RISCHI PER LA SALUTE DEI CITTADINI DOVUTI AD ESPOSIZIONE A CEMBF OGGETTO DELLA PERIZIA

Preso atto che:

- dall'inizio degli anni '90 è in funzione un elettrodotto di 380 kV che attraversa sette comuni della provincia di Treviso e che, secondo una valutazione effettuata e trasmessa dagli uffici tecnici dei comuni interessati, almeno 65 bambini e adolescenti risiedono ad una distanza di 0-100 m dall'elettrodotto, tale da esporli a valori di intensità di campo magnetico compresi tra 0,5-5 μT;
- secondo dati della letteratura scientifica noti da tempo, è ritenuto acquisito che bambini e adolescenti esposti a campi elettromagnetici generati da linee elettriche di intensità superiori a 0,4 μT hanno un rischio di sviluppare linfomi e leucemie significativamente superiore rispetto a quello atteso in bambini non esposti, anche se il meccanismo attraverso cui ciò si verifica non è ancora dimostrato in modo convincente;
- gli studi di laboratorio condotti tutt'oggi non hanno ancora spiegato il meccanismo plausibile attraverso cui il rischio si determina, e ciò in carenza di studi adeguati, in particolare di studi sperimentali a lungo termine su roditori.

Considerato che:

- la carenza di studi adeguati a lungo termine su roditori non consente una quantificazione del rischio affidabile, soprattutto per quanto riguarda gli adulti, e che quindi i limiti fissati dal DPCM del 8 luglio 2003 si debbono ritenere inaffidabili per mancanza di adeguate basi scientifiche;
- oltre ai possibili rischi cancerogeni sono stati descritti in letteratura disturbi di carattere neurovegetativo in persone esposte a campi elettromagnetici e genericamente definite "elettrosensibili".

Di tutto ciò preso atto e considerato, si ritiene che:

- non si possa escludere che l'esposizione cronica a campi elettromagnetici può comportare, nel lungo periodo, un rischio per la salute dei residenti, in particolare di tipo cancerogeno, soprattutto per bambini e adolescenti;
- si deve sempre considerare che quando sussiste il dubbio circa la presenza di un rischio per la salute, non dovrebbero sussistere indugi nel prevenirlo applicando il principio di precauzione;
- alla luce di ciò, nel caso specifico, si raccomanda che vengano messi in atto tempestivamente tutti i provvedimenti necessari per limitare l'esposizione della popolazione, provvedendo quindi, in questo caso, a spostare l'ubicazione dell'elettrodotto in un'area distante dai siti "sensibili" (scuole, ospedali, centri sociali, parchi giochi, etc...) e dalle aree residenziali, anche se i livelli di esposizione risultassero al di sotto di quelli indicati dalle attuali normative.

In fede

Dottor Morando Soffritti
Direttore Scientifico
Fondazione Ramazzini

BIBLIOGRAFIA

AHLBOM A., DAY N., FEYCHING M., *et al.* A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. Br J Cancer, 83: 692, 2000.

ASANOVA T.R. RAKOV A.M. The state of health of person working in the electric field of outdoor 400 kV and 500 kV switchyards, Knickerboker G (translator). In: study in the USSR of Medical Effects on Electric Fields in Eletric Power Systems, IEEE Special Pubbl. N. 10 Piscataway, NJ: IEEE Power Engeneering Society 4-5; 1966.

BAND P.R., LE N.D., FANG R., *et al.* Identificatio of occupational cancer risks in British Columbia.A population-based case-control study of 995 incident breast cancer cases by menopausal status, controlling for confounding factors. J Occup Environ Med 42 (3), 284-310, 2000.

BEALE I.L., PEARCE N.E., CONROY D.M., *et al.*. Psychological effects of chronic exposure to 50 Hz magnetic fields in humans living near extra-high voltage transmission lines. Bioelectromagnetics, 18, 584-94, 1997.

BELLOSSI A. Effect of pulsed magnetic fields on leukemia-prone AKR mice. No-effect on mortality through five generations. Leuk Res, 15 (10), 899-902, 1991.

BETHWAITE P., COOK A., KENNEDY J., *et al.* Acute leukemia in electrical workers: a New Zeland case-control study. Cancer Causes Control, 12 (8), 683-9, 2001.

BJÖRK J., ALBIN M., WELINDER H., *et al.* Are occupational, hobby, or lifestyle exposures associated with Philadelphia chromosome positive chronic myeloid leukaemia? Occup Environ Med., 8 (11), 722-7, 2001.

BOORMAN G.A., McCORMICK D.L., FINDLAY J.C., *et al.* Chronic toxicity/ oncogenicity evaluation of 60 Hz (power frequency) magnetic fields in F344/N rats. Toxicol Pathol, 27 (3), 267, 1999.

DAVIS S., MIRICK D.K., STEVENS R.G. Residential magnetic fields and the risk of breast cancer. Am J Epidemiol, 155 (5), 446-54, 2002.

FAM W.Z., MIKHAIL E.L. A system for the exposure of small laboratory animals to a 25-mT 60-Hz alternating or traveling magnetic field. IEEE Trans Biomed Eng, 40 (7):708-11, 1993.

FAM W.Z., MIKHAIL E.L. Lymphoma induced in mice chronically exposed to very strong low-frequency electromagnetic field. Cancer Lett, 105 (2), 257-69, 1996.

FEYCHTING M. and AHLBOM A.. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. Am. J. Epidemiol., 138, 467-481, 1993.

FLODERUS B., PERSSON T., STENLUND C., *et al.* Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumours: a case-control study in Sweden. Cancer Causes Control, 4, 465-476, 1993.

FLODERUS B., TÖRNQVIST S. and STENLUND C. Incidence of selected cancer in Swedish railway workers, 1961-1979. Cancer Causes Control, 5, 189-194, 1994.

GOBBA F. Sintomatologia soggettiva aspecifica riferita ai campi elettromagnetici: descrizione di due casi. Epidemiol Prev, 4, 171-4, 2002.

GREENLAND S, SHEPPARD A.R., KAUNE W.T., *et al.* A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Epidemiology, 6: 624, 2000.

GUÈNEL P., RASKMARK P., ANDERSEN J.B., *et al.* Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark. Br. J. Ind. Med., 50, 758-764, 1993.

HÅKANSSON N., FLODERUS B., GUSTAVSSON .P, *et al.* Cancer incidence and magnetic field exposure in industries using resistance welding in Sweden. Occup Environ Med, 59 (7), 481-6, 2002.

HARRIS A.W., BASTEN A., GEBSKI V., *et al.* A test of lymphoma induction by long-term exposure of E mu-Pim1 transgenic mice to 50 Hz magnetic fields. Radiat Res, 149 (3):300-7, 1998.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC): Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Non-ionizing radiation, part 1:

static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Vol. 80, IARC, Lyon, 2002.

IVANCSITS S., DIEM E., JAHN O., *et al.*. Intermittent extremely low frequency electromagnetic fields cause DNA damage in a dose-dependent way. Int Arch Occup Environ Health, 76 (6): 431-6, 2003.

KLIUKIENE J., TYNES T. and ANDERSEN A. Follow-up of radio and telegraphoperators with exposure to electromagnetic fields and risk of breast cancer. Eur J Cancer Prev, 12 (4), 301-7, 2003.

KLIUKIENE J., TYNES T. and ANDERSEN A. Residential and occupational exposure to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: a population-based study. Am J Epidemiol., 159 (9), 852-61, 2004.

LAI H. and SINGH N.P. Magnetic-field-induced DNA strand breaks in brain cells of the rats. Environ Health Pesrpect, 112 (6), 2277-80, 2004.

LIN S.R., DISCHINGER P.C., CONDE J.,*et al.* Occupational exposure to electromagnetic fileds and the occurrence of brain tumors. J. Occup. Med., 27, 413-419, 1985.

LABRÈCHE F., GOLDBERG M.S., VALOIS M.F., *et al.* Occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and postmenopausal breast cancer. Am J Ind Med, 44 (6), 643-52, 2003.

LINET M.S., HATCH E.E., KLEINERMAN R.A., *et al.* Residenzial exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children. N Engl J Med, 337 (1):1-7, 1997.

LONDON S.J., THOMAS D.C., BOWMAN J.D., *et al.* Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. Am. J. Epidemiol., 134 (9), 923-937, 1991.

LONDON S.J., BOWMAN J.D., SOBEL E., *et al.* Exposure to magnetic fields among electrical workers in relation to leukemia risk in Los Angeles Country. Am. J. Ind. Med., 26, 47-60, 1994.

LONDON S.J., POGODA J.M., HWANG K.L., *et al.* Residential magnetic field exposure and breast cancer risk: a nested case-control study from a multiethnic cohort in Los Angeles Country, California. Am J Epidemiol, 158 (10), 969-80, 2003.

LOOMIS D.P. and SAVITZ D.A.. Mortality from brain cancer and leukemia among electrical workers. Br. J. Ind. Med, 47, 633-8, 1990.

MALTONI C. and SOFFRITTI M. Carcinogenicity from low-frequency electromagnetic fields. In: Holland F., Bast C. Jr, Morton L., Frei III, Kufe W. And Weichselbaum R.: Cancer Medicine, 4th edition, Vol 1, 319-324, William and Wilkins, Baltimore, 1997.

MANDEVILLE R., FRANCO E., SIDRAC-GHALI S. *et al.* Evaluation of the potential carcinogenicity of 60 Hz linear sinusoidal continuous-wave magnetic fields in Fisher F344 rats. Faseb J, 11 (13), 1127, 1997.

MARGONATO V., NICOLINI P., CONTI R., *et al.* Biologic effects of prolonged exposure to ELF electromagnetic fields in rats: II 50 Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics, 16 (6), 343-55, 1995.

MATANOSKY G.M., BREYSSE P.N. and ELLIOT E.A.. Electromagnetic field exposure and male breast cancer. Lancet, 337, 737, 1991.

MATANOSKY G.M., ELLIOT E.A., BREYSSE P.N. *et al.* Leukemia in telephone linemen. Am. J. Epidemiol., 137, 609-619, 1993.

McBRIDE M..L, GALLAGHER R..P, THÉRIAULT G., *et al.* Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada. Am J Epidemiol, 149 (9), 831-42, 1999.

McCORMICK D.L., RYAN B.M., FINDLAY J.C., *et al.* Exposure to 60 Hz magnetic fields and risk of lymphoma in PIM transgenic and TSG-p53 (p53 knockout) mice. Carcinogenesis, 19 (9), 1649-53, 1998.

McCORMICK D.L., BOORMAN G.A., FINDLAY J.C., *et al.* Chronic toxicity/oncogenicity evaluation of 60 Hz (power frequency) magnetic fields in B6C3F1 mice. Toxicol Pathol, 27 (3), 279-85, 1999.

McELROY J.A., NEWCOMB .PA., REMINGTON P.L., *et al.* Electric blanket or mattress cover use and breast cancer incidence in women 50-79 years of age. Epidemiology, 12 (6):598-600, 2001.

MICHAELIS J., SCHÜZ J., MEINERT R., *et al.* Combined risk estimates fort wo German population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia. Epidemiology, 9 (1), 92-4, 1998.

MILHAM S. Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields (letter). New Eng. J. Med., 307, 249, 1982.

MILHAM S. Mortality in workers exposed to electromagnetic fields. Environ. Health Perspect., 62, 297-300, 1985.

MILHAM S. Increased incidence of cancer in a cohort of office workers exposed to strong magnetic fields. Am. J. Ind. Med., 30, 702-704, 1996.

MILHAM S., OSSIANDER E.M. Historical evidence that residential electrification caused the emergence of the childhood leukemia peak. Med Hypotheses, 56 (3):290-5, 2001.

NAVAS-ACIÉN A., POLLÁN M., GUSTAVSSON P., *et al.* Interactive effect of chemical substances and occupational electromagnetic field exposure on the risk of gliomas and meningiomas in Swedish men. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 12 (9):950, 2002.

NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM (NTP). NTP toxicology and carcinogenesis studies of 60-Hz magnetic fields in F344/N rats and B6C3F1 mice (whole-body exposure studies). Natl Toxicol Program Tech Rep Ser, 488, 1-168, 1999.

OLSEN J.H., NIELSEN A., SCHULGEN G. Residence near high-voltage facilities and risk of cancer in children. Br Med J, 307 (6909), 891-895, 1993.

OPPENHEIMER M., PRESTON-MARTIN S. Adult onset acute myelogenous leukemia and electromagnetic fields in Los Angeles Country: bed-heating and occupational exposure. Bioelectromagnetics., 3 (6):411-5, 2002.

OTAKA Y, CHIDA T, YAMAGISHI Y, *et al.* Carcinogenicity test in B6C3F1 mice after parental and prenatal exposure to 50 Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics, 23 (3), 206-13, 2002.

POLLÁN M., GUSTAVSSON P., FLODERUS B. Breast cancer, occupation, and exposure to electromagnetic fields among Swedish men. Am J Ind Med, 39 (3), 276-85, 2001.

POOLE C., KAVET R., FUNCH D.P., *et al.*: Depressive syntoms and headaches in relation to proximity of residence to an alternate-current transmission line right-of-way. Am J Epidemiol; 137, 318-330, 1993.

PRESTON-MARTIN S., MACK W. And HENDERSON B.E.. Risk factor for gliomas and meningiomas in males in Los Angeles County. Cancer Res. 49, 6137-6143, 1989.

REIF J.S., PEARCE N. and FRASER J. Occupational risks for brain cancer: a New Zealand cancer registry-based study. J. Occup. Med., 31, 863-867, 1989.

SAVITZ D.A., CAI J., VAN WIJNGAARDEN E., *et al.* Case-cohort analysis of brain cancer and leukemia in electric utility workers using a refined magnetic field job-exposure matrix. Am.J. Ind. Med., 38, 417-425, 2000.

SCHÜZ J., GRIGAT J..P, BRINKMANN K., *et al.* Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: results from a German population-based case-control study. Int J Cancer, 91 (5),728-35, 2001.

SCHOENFELD E.R., O'LEARY E.S., HENDERSON K., *et al.* Electromagnetic fields and breast cancer on Long Island: a case-control study. Am J Epidemiol, 158 (1), 47-58, 2003.

SOFFRITTI M. MINARDI F., and MALTONI C†. Physical carcinogens. In: Holland and Frei: Cancer Medicine, 6th edition, Vol 1, 313-320, BC Decker Inc, Hamilton, London, 2003.

SOFFRITTI M., VRAHULAKI C., BELPOGGI F., *et al.* Resoconti del Registro Tumori di Bologna e Provincia. Mortalità per tumori maligni a Bologna e Provincia, 2001. Vol. XLIII (1,2). In-house publication, 2004.

SOMMER A.M., LERCHL A. The risk of lymphoma in AKR/J mice does not rise with chronic exposure to 50 Hz magnetic fields (1 microT and 100 microT). Radiat Res, 62 (2), 194-200, 2004.

SPEERS M.A., DOBBINS J.G. and MILLER V.S. Occupational exposure and brain cancer mortality: a preliminary study of east Texas residents. Am. J. Ind. Med., 13, 629-638, 1988.

THERIAULT G., GOLDBERG M., MILLER A.B., *et al.* Cancer risk associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989. Am. J. Epidemiol., 139, 550-572, 1994.

TOMENIUS L. 50Hz electromagnetic enviroment and the incident of childhood tumors in Stockholm Coutry. Bioelectromagnetics, 7 (2):191-207, 1986.

TÖRNQVIST S., KNAVE B., AHLBOM A., *et al.* Incidence of leukemia and brain tumours in some "electrical occupations". Br. J. Ind. Med., 48, 597-603, 1991.

TYNES T., HALDORSEN T. Electromagnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high-voltage power line. Am J Epidemiol, 145 (3), 219-26, 1997.

TYNES T., HALDORSEN T. Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and hematological cancers in Norway. Cancer Causes Control, 14 (8), 715-20, 2003.

UK CHILDHOOD CANCER STUDY INVESTIGATORS (UKCCSI). Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. Lancet, 354 1925-31, 1999.

VANACORE N., BENEDETTI M., CONTE D., *et al.*: Approccio metoldolofigico multidisciplinare allo studio degli effetti neurocomportamentali associati all'esposizione al campo magnetico a 50 Hz. Rapporti ISTISAN 04/1, 2004.

VAN WIJNGAARDEN E., NYLANDER-FRENCH L.A., MILLIKAN R.C., *et al.* Population-based case-control study of occupational exposure to electromagnetic fields and breast cancer. Ann Epidemiol 11 (5), 297-303, 2001.

VERKASALO P.K., KAPRIO J., VARJONEN J., *et al.*: Magnetic fields of transmission lines and depression. Am J Epidemiol, 146, 1037-45, 1997.

VILLENEUVE P.J., AGNEW D.A., JOHNSON K.C., *et al.* Brain cancer and occupational exposure tomagnetic fields among men: results from a Canadian population-based case control study. Int J Epidemiol, 31 (1), 210-7, 2002.

WERTHEIMER N. and LEEPER E.: Electrical wiring configurations and childhood cancer. Am. J. Epidemiol., 109, 273–284, 1979.

WESSELING C., PUKKALA E., NEUVONEN K., *et al.* Cancer of the brain and nervous system and occupational exposures in Finnish women. J Occup Environ Med 44 (7) 663-8, 2002.

WILLETT E.V., MCKINNEY P.A., FEAR N.T., *et al.* Occupational exposure to electromagnetic fields and acute leukaemia: analysis of a case-control study. Occup Environ Med, 60 (8), 577-83, 2003.

YASUI M., KIKUCHI T., OGAWA M. *et al.* Carcinogenicity test of 50 Hz sinusoidal magnetic fields in rats. Bioelectromagnetics, 18 (8), 531, 1997.

Tabella 1. Distribuzione per età aggiornata al 2006 dei residenti entro 150 metri di distanza dalla proiezione a terra dell'asse della linea elettrica dell'elettrodotto a 380 kV "Vedelago-Cordignano" lungo un percorso complessivo di circa 46,8 kilometri.

Comune	**Distribuzione numero di residenti per fasce di età** [a]												
	0-9 anni				**10-18 anni**				**>18 anni**				**Totale**
	Distanza da elettrodotto (m)			**Tot**	**Distanza da elettrodotto (m)**			**Tot**	**Distanza da elettrodotto (m)**			**Tot**	
	0-50	**50-100**	**100-150**		**0-50**	**50-100**	**100-150**		**0-50**	**50-100**	**100-150**		
1. Altivole	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	12	ns	ns	ns	76	88
2. Codognè	ns	ns	ns	1	ns	ns	ns	3	ns	ns	ns	51	55
3. Montebelluna	ns	44	20	64	ns	16	22	38	ns	189	170	359	461
4. Riese PioX	0	0	0	0	2	3	3	8	6	27	51	84	92
5. Santa Lucia di Piave	ns	ns	ns	2	ns	ns	ns	0	ns	ns	ns	2	4
6. Vedelago	ns	ns	ns	0	ns	ns	ns	0	ns	ns	ns	27	27
7. Volpago del Montello	ns	ns	ns	4	ns	ns	ns	14	ns	ns	ns	90	108
Totale	0	44	20	**71**	2	19	25	**75**	6	216	221	**689**	**835**

(a) Tot: totale; ns: non specificato.

Tabella 2. Situazione delle concessioni edilizie di edifici ubicati entro 150 metri dall'elettrodotto, per ciascun comune interessato.

Comuni	Concessione edilizia[a]								
	Residenziale			Non residenziale (attività produttiva o altro)			Scuole		
	Totale	Prima 1985		Totale	Prima 1985		Totale	Prima 1985	
		N	%[b]		N	%[b]		N	%[b]
1. Altivole	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2. Codognè	23	18	78,3	9	ns	ns	0	0	0,0
3. Montebelluna	164	143	87,2	11	6	54,5	2	1	50,0
4. Riese PioX	51	48	94,1	16	ns	ns	0	0	0,0
5. Santa Lucia di Piave	9	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0
6. Vedelago	26	24	92,3	26	24	92,3	0	0	0,0
7. Volpago del Montello	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

(a) ns: non specificato.
(b) Percentuale riferita al numero totale di edifici dello stesso tipo.

Tabella 3. Risultati degli studi sperimentali relativi ai tumori maligni in animali esposti a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte I

Autore	Animali[1]		Trattamento		Adeguatezza[2]	Risultato
	Specie/ceppo	N	Esposizione	Durata		
Bellossi, 1991	Topi F AKR, suscettibili a sviluppo di leucemia	ns	0; 6mT (12 o 460Hz)	Per tutta la vita (30'/2 volte a sett.)	(+)	Nessun effetto sulla sopravvivenza, sulle dimensioni del timo e della milza o sull'insorgenza di leucemia
Fam e Mikhail, 1993; 1996	Topi CFW	ns	0; 25mT (60Hz)	Per periodi prolungati fino al sacrificio	-	Aumento altamente significativo nell'incidenza dei linfomi alla 3a generazione
Margonato *et al.*, 1995	Ratti Sprague-Dawley	256 M per gruppo	0; 5μT (50Hz)	32 sett. (22h/die)	(+)	Nessun effetto cancerogeno
Yasui *et al.*, 1997	Ratti F344	48 M 48 F per gruppo	0; 0,5; 5mT (50Hz)	2 anni, (22,6h/die)	(+)	Nessun effetto cancerogeno

Tabella 3. Risultati degli studi sperimentali relativi ai tumori maligni in animali esposti a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte II

Autore	Animali[1]		Trattamento		Adeguatezza[2]	Risultato
	Specie/ceppo	N	Esposizione	Durata		
Mandeville *et al.*, 1997	Ratti F344	50 F per gruppo	0; 2; 20; 200; 2000μT (60Hz)	2 anni, (20h/die)	+	Nessun effetto cancerogeno
Harris *et al.*, 1998	Topi F Eμ-Pim-1, suscettibili a sviluppo di linfoma	circa 100 per gruppo	0; 1; 100; 1000μT* (50Hz)	18 mesi (20h/die), continuo o a intermittenza* (intervallo di 15')	(+)	Nessun effetto sull'incidenza di linfoma linfoblastico o non linfoblastico del timo
McCormick *et al.*, 1998	Topi eterozigoti TSG-p53 knockout a bassa incidenza di linfoma	30 M 30 F per gruppo	0; 1mT (60Hz)	23 sett., (18,5h/die)	(+)	Nessun effetto sull'incidenza di linfomi
McCormick *et al.*, 1999	Topi B6C3F1	100 M 100 F per gruppo	0; 2; 200; 1000μT* (60Hz)	2 anni, continuo o a intermittenza* (intervallo di 1h)	+	Nessun effetto cancerogeno

Tabella 3. Risultati degli studi sperimentali relativi ai tumori maligni in animali esposti a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte III

Autore	Animali[1]		Trattamento		Adeguatezza[2]	Risultato
	Specie/ceppo	N	Esposizione	Durata		
Boorman *et al.*, 1999	Ratti F344	100 M 100 F per gruppo	0; 2; 200; 1000μT* (60Hz)	2 anni, continuo o a intermittenza* (intervallo di 1h)	+	Aumento significativo di cancerogenicità per tumore a cell. C della tiroide nei ratti M
Otaka *et al.*, 2002	Topi M C3H/HeJ Topi F C57BL/6J	50 M e 50 F per gruppo	0; 0,5; 5mT (50Hz)	7 sett. M (prima dell'accoppiamento) e 2 sett. (amboi i sessi) durante l'accoppiamento fino al parto	(+)	Nessun effetto cancerogeno sulla prole fino alla 78a sett. di età

Tabella 3. Risultati degli studi sperimentali relativi ai tumori maligni in animali esposti a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte IV

Autore	Animali[1]		Trattamento		Adeguatezza[2]	Rusultato
	Specie/ceppo	N	Esposizione	Durata		
Sommer e Lerchl, 2004	Topi F AKR/J, infettati con il virus AK, predisposti a insorgenza di linfoma	160 per gruppo	0; 1; 100μT (50Hz)	38 sett., continuo	(+)	Nessun effetto sull'incidenza di linfomi

(1) M: maschi; F: femmine; ns: non specificato.
(2) + = discreta; (+) = scarsa; - = assente.

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte I

Autore	Tipo di studio	Popolazione studiata	Risultati[1]	
			Tipo di tumore	Esposizione (μT)[2]
Wertheimer e Leeper, 1979	Caso-controllo	I gruppi, caso (155) e controllo (155), comprendono bambini nell'intervallo di età 0-19 anni, esposti residenzialmente a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa (configurazione di corrente bassa e alta) nel periodo 1976-1977 in Colorado	**Leucemie infantili: (+)**	nd
Lin *et al*, 1985	Caso-controllo	951 maschi, di età superiore ai 20 anni, impiegati in diversi ambiti occupazionali, nel periodo 1969-1982, i cui dati sono stati recuperati dall'anagrafe dello Stato del Maryland. I casi sono stati stratificati in relazione al settore occupazionale	Tumori del cervello: +	nd
Milham, 1985	Studio di coorte	Coorte di 4.727 maschi di età superiore ai 20 anni impiegati in diversi ambiti occupazionali che prevedevano esposizione a campi elettromagnetici a bassissima frequenza nel periodo 1950-1982, i cui dati sono stati recuperati dal registro di mortalità dello Stato di Washington	Tumori del cervello: + **Leucemie: +**	nd
Tomenius, 1986	Caso-controllo	I gruppi, caso (716) controllo (716), comprendono individui da 0-18 anni di età esposti residenzialmente entro 150 m da apparati elettrici (tralicci, trasformatori, metropolitana,tram..) nel periodo 1958-1973 nell'area di Stoccolma	Tumori del Sistema Nervoso: +	0.0004-1.9 (range) ≥0,3

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte II

Autore	Tipo di studio	Popolazione studiata	Risultati[1]	
			Tipo di tumore	Esposizione (μT)[2]
Speers *et al*, 1988	Caso-controllo	382 casi di tumore del cervello identificati attraverso i registri di mortalità di 40 contee della zona est del Texas nel periodo 1969-1978. I casi sono stati stratificati in relazione al settore occupazionale	Tumori del cervello: +	nd
Preston-Martin *et al*, 1989	Caso-controllo	272 maschi di età compresa fra i 25 e i 69 anni con tumore del cervello diagnosticato nella Contea di Los Angeles. I casi sono stati stratificati in relazione al settore occupazionale	Gliomi cerebrali: +	nd
Reif *et al*, 1989	Caso-controllo	452 maschi di età superiore ai 20 anni i cui dati sono stati recuperati dal Registro Tumori della Nuova Zelanda I casi sono stati stratificati in relazione al settore occupazionale	Tumori del cervello: (+)	nd
Loomis e Savitz, 1990	Caso-controllo	5.573 casi di tumore del cervello e leucemia, in maschi di età superiore ai 20 anni con esposizione professionale a campi elettromagnetici, identificati dai dati di mortalità per il 1985 e 1986 nei i 16 stati inseriti nel programma del National Center for Health Statistics	Tumori del cervello: + **Leucemie: (+)**	nd nd

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte III

Autore	Tipo di studio	Popolazione studiata	Risultati[1]	
			Tipo di tumore	Esposizione (μT)[2]
Matanoski *et al*, 1991	Studio di coorte	Coorte di 50.582 lavoratori di una società di telefoni, attivi nel periodo 1976-1980, di cui sono stati individuati i casi di tumore mammario mediante il Registro Tumori dello Stato; tutti i casi si sono verificati fra lavoratori ancora attivi e di età inferiore a 65 anni	Carcinomi della mammella maschile: (+)	0,15-0,43 (range)
London *et al.*,1991	Caso-controllo	I gruppi, caso (375) e controllo (349), comprendono bambini di età da 0-10 anni, esposti residenzialmente a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa. I casi di leucemia, per il periodo 1980-87, sono descritti nel registro tumori di Los Angeles, California	**Leucemie infantili: +**	<0,067 (fondo) 0,068-0,267 ≥0,268
Törnqvist *et al*, 1991	Studio di coorte	Coorte di 133.687 lavoratori svedesi, di sesso maschile, di età compresa tra 20 e 64 anni, appartenenti a varie categorie del comparto elettrico, reclutati sulla base dei dati anagrafici riportati nel censimento del 1960, seguiti con follow-up di 19 anni (1961-1979); l'incidenza delle leucemie e dei tumori del cervello osservati nello studio è stata confrontata con quella attesa, relativa all'intera popolazione svedese	**Leucemie: +** Tumori del cervello: +	<0,04-16,54 (range) 0,04-0,48 (range)

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte IV

Autore	Tipo di studio	Popolazione studiata	Risultati[1]	
			Tipo di tumore	Esposizione (μT)[2]
Feychting e Ahlbom, 1993	Caso-controllo	I gruppi, caso (39) e controllo (558), comprendono bambini di età da 0-15 anni, residenti s non più di 300 metri da linee elettriche ad alto voltaggio (220 and 400 kV). Studio condotto in Svezia considerando il periodo dal 1960 al 1985	**Leucemie infantili: +**	≥ 0,2
Floderus *et al*, 1993	Caso-controllo	Sono stati identificati, mediante il Registro Tumori, i casi di leucemia e tumore cerebrale verificatisi nel periodo 1983-1987 nell'ambito di una popolazione costituita dai maschi, di età tra i 20 e i 64 anni nel 1980, residenti ed occupati nella Svezia centrale (coinvolgendo metà della popolazione maschile); l'identificazione dei lavoratori esposti ai campi elettromagnetici è stata effettuata mediante questionario inviato a ciascuno dei casi	**Leucemie: +** Carcinomi della mammella maschile: +	≥ 0,2 ≥ 0,2
Guénel *et al*, 1993	Studio di coorte	Popolazione danese di 2.800.000 individui, maschi e femmine, di età compresa tra i 20 e i 64 anni all'epoca del censimento del 1970, classificati per sesso, età ed attività lavorativa, seguiti con follow-up di 17 anni (1970-1987), durante i quali i casi di tumore sono stati identificati mediante interrogazione del Registro Tumori danese. Gli esposti a campi elettromagnetici sono stati suddivisi in categorie lavorative con esposizione continua e intermittente	**Leucemie in maschi: +** Carcinoma della mammella maschile: (+)	≥ 0,3 ≥ 0,3

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte V

Autore	Tipo di studio	Popolazione studiata	Risultati[1]	
			Tipo di tumore	Esposizione (μT)[2]
Matanoski *et al*, 1993	Caso-controllo nidificato	Uomini di razza bianca, che avevano lavo-rato per almeno 2 anni presso la Compagnia Americana dei Telefoni e del Telegrafo, morti di leucemia (con esclusione della leucemia linfatica cronica) nel periodo 1975-1980, identificati attraverso i registri di mortalità della Compagnia, appaiati con controlli (selezionati fra i dipendenti della stessa Compagnia) confrontabili ai casi per sesso, età e periodo di attività	**Leucemie: +**	0,15-0,43 (range)
Olsen *et al*, 1993	Caso-controllo	I gruppi, caso (833) e controllo (1666), comprendono bambini di età da 0-14 anni. I casi di tumore, per il periodo 1968-86, sono descritti nel registro centrale di popolazione danese	**Leucemie infantili: +**	≥ 0,4
Floderus *et al*, 1994	Studio di coorte	Popolazione comprendente tutti i ferrovie-ri svedesi di sesso maschile ed età compresa tra 20 e 64 anni, attivi dal 1960, identificati in base ai dati riportati nel censimento del 1960; nell'ambito della coorte sono stati identificati, attraverso interrogazione del Registro Tumori, casi di cancro verificatisi nel periodo 1960-1979	**Leucemie: +** Tumori dell'ipofisi: + Carcinomi della mammella maschile: +	0,58-4,03 (range) 0,25-4,03 (range) 0,25-4,03 (range)

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte VI

Autore	**Tipo di studio**	**Popolazione studiata**	**Risultati**[1]	
			Tipo di tumore	**Esposizione (μT)**[2]
London *et al*, 1994	Caso-controllo	Popolazione comprendente tutti gli uomini di età compresa tra 20 e 64 anni, suddivisi in due categorie, elettrici e non elettrici, con tumore diagnosticato tra il 1972 ed il 1990, identificati attraverso il Registro Tumori di Popolazione della Contea di Los Angeles	**Leucemie: +**	≥ 0,18
Theriault *et al*, 1994	Caso-controllo nidificato	Casi di cancro verificatisi nel periodo 1970-1989 nell'ambito di tre coorti di lavoratori, di sesso maschile, attivi per almeno 1 anno presso compagnie elettriche francesi e canadesi, appaiati con controlli facenti parte della stessa coorte e confrontabili ai casi per anno di nascita	**Leucemie: +** Tumori del cervello: +	≥ 0,2 ≥ 0,2
Milham, 1996	Studio di coorte	Coorte di 410 impiegati (263 uomini e 147 donne) esposti dal 1980 al 1994 a campi magnetici generati da 3 trasformatori elettrici (12 kVolt) ubicati nei locali direttamente sottostanti agli uffici	Tumori totali: +	Dal 1980 al 1992: 19,00 -9,00 (range) Dal 1992 al 1994: 3,20 -1,20 (range)
Tynes and Haldorsen, 1997	Caso-controllo	I gruppi, caso (148) e controllo (579), comprendono bambini di età da 0-14 anni, esposti residenzialmente a linee dell'alta tensione. I casi sono stati diagnosticati tra il 1965-1989 in Norvegia	**Leucemie infantili: (+)**	<0,05 (fondo) 0,05-0,14 ≥0,14

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte VII

Autore	Tipo di studio	Popolazione studiata	Risultati[1]	
			Tipo di tumore	Esposizione (μT)[2]
Linet *et al*, 1997	Caso-controllo	I gruppi, caso (408) e controllo (408), comprendono bambini di età da 0-14 anni, residenzialmente esposti a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa. La diagnosi di leucemia linfoblastica si riferisce al periodo 1989-1994 del registro "Children' s Cancer Group degli USA centro-occidentali	**Leucemie infantili: (+)**	≥0,3
Michaelis *et al*, 1998	Caso-controllo	I gruppi, caso (176) e controllo (414), comprendono bambini di età da 0-14 anni, residenzialmente esposti a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa. Lo studio è stato condotto in Germania considerando l'intervallo di tempo dal 1992 al 1996	**Leucemie infantili: +**	<0,2 (fondo) ≥ 0,2
McBride *et al*, 1999	Caso-controllo	I gruppi, caso (399) e controllo (399), comprendono bambini di età da 0-14 anni, esposti residenzialmente a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa (configurazione di corrente alta). I casi sono stati diagnosticati tra il 1990-1994 in 5 province canadesi	**Leucemie infantili: (+)**	0,08-0.27
UKCCSI, 1999	Caso-controllo	Il United Kingdom Childwood Cancer Study (UKCCS) è uno studio di popolazione che comprendente Inghilterra, Galles e Scozia. 3838 casi di bambini (0-14 anni di età) affetti da leucemia e 7.629 adeguati controlli	Tumori del cervello: - Patologie tumorali : - Leucemie infantili : lievemente aumentate	≥ 0,4 ≥ 0,4 ≥ 0,4

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte VIII

Autore	**Tipo di studio**	**Popolazione studiata**	**Risultati**[1]	
			Tipo di tumore	**Esposizione (μT)**[2]
Savitz et *al*, 2000	Studio di coorte	Coorte di 138.903 lavoratori che hanno lavorato per 5 grandi compagnie elettriche degli Stati Uniti fra il 1950 e il 1986	Tumori del cervello: +	0,11-1,21 (range)
Ahlbom *et al.*, 2000	Studio di meta-analisi	Lo studio riporta una revisione e analisi dei maggiori studi riguardanti la correlazione tra leucemia infantile ed esposizione residenziale a campi magnetici. La popolazione studiata comprende 3.247 bambini, con età inferiore a 15 anni, affetti da leucemia (dei quali 2.704 portatori di leucemia linfoblastica acuta) e 10.400 controlli	**Leucemie infantili: +**	≥ 0,4
Greenland *et al.*, 2000	Studio di meta-analisi	Revisione di 15 dei maggiori studi relativi alla possibile correlazione tra esposizione a campi magnetici e leucemie infantili	**Leucemie infantili: +**	≥ 0,3
Band *et al.*, 2000	Caso-controllo	I gruppi di donne, caso (955) e controllo (1.020), comprendono operatrici di macchine elettroniche computazionali. I dati clinici sono stati raccolti consultando il "British Columbia Cancer Regisrty"	Pre-menopausa: Tumori mammari: +	nd

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte IX

Autore	**Tipo di studio**	**Popolazione studiata**	**Risultati**[1]	
			Tipo di tumore	**Esposizione (μT)**[2]
Bethwaite *et al*, 2001	Caso-controllo	I gruppi, caso (110) e controllo (199), comprendono operatori che lavorano con linee elettriche. I dati clinici sono stati raccolti tra il 1989-91 in Nuova Zelanda. Il grado di esposizione occupazionale è a campi elettromagnetici estremamente bassi. Si è avuto un incremento significativo delle leucemie acute (non linfociti che), soprattutto nei lavoratori con lungo tempo diesposizione (saldatori e operatori delle linee telefoniche)	**Leucemia: +**	0,5-1 >1
Bjork *et al.*, 2001	Caso-controllo	Studio su pazienti (226 casi) affetti da leucemia mieloide cronica (Ph+) tra il 1976-93 paragonati a una popolazione di controllo (251). Esposizione a CEMBF variabile, in dipendenza allo stato occupazionale e stile di vita. Il rischio è associato a una lunga esposizione a CEMBF (non chiara l'intensità soglia di rischio)	**Leucemia: (+)**	0,23-0,50 >0,50
Milham e Ossiander, 2001	Studio di meta-analisi	Studi comparati di mortalità infantile per leucemia negli anni 1928-1932 e 1949-1951. Si è osservato un picco di leucemie di tipo linfoblastico/acuto in età 2-4 anni	**Leucemie infantili: (+)**	nd

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte X

Autore	**Tipo di studio**	**Popolazione studiata**	**Risultati**[1]	
			Tipo di tumore	**Esposizione (μT)**[2]
van Wijngaarden *et al*, 2001	Caso-controllo	I gruppi di lavoratrici (impiegate e operaie), caso (843) e controllo (773), sono stati intervistati tra il 1993-95. L'associazione tra CEM e tumore al seno è risultata moderata per esposizione occupazionale dai 20 anni in su, più forte per le donne in premenopausa o con tumore al seno positivo per il recettore degli estrogeni (10-20 anni di esposizione)	Tumori mammari: (+)	≥0,2.43
Pollán *et al.*, 2001	Studio di coorte	Coorte di 1.779.646 lavoratori svedesi (dai 25 ai 59 anni di età) esposti a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa nel periodo 1971-1989	Tumori mammari negli unomini: (+)	0,12-0,30 ≥0,3
Schüz *et al*, 2001	Caso-controllo	I gruppi, caso (514) e controllo (1301), comprendono bambini di età da 0-14 anni, residenzialmente esposti a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa. I dati clinici sono stati raccolti consultando il "German Childhood Cancer Registry"	**Leucemie infantili: +**	<0,1 (fondo) 0,01-0,4 (range) ≥0,4

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte XI

Autore	**Tipo di studio**	**Popolazione studiata**	**Risultati**[1]	
			Tipo di tumore	**Esposizione (μT)**[2]
McElroy *et al.*, 2001	Caso-controllo	Lo studio è stato condotto su donne portatrici di tumore (1949) di 50-79 anni esposte residenzialmente a radiazione elettromagnetica bassa (utilizzo di coperte o materassi elettrici). Donne di simile età selezionate *at random* nella popolazione vengono considerate come controllo. Il periodo considerato va dal giugno 1994 al luglio 1995	Tumori mammari: -	nd
Davis *et al.*, 2002	Caso-controllo	813 casi di donne (20-74 anni) affette da tumore mammario diagnosticato tra il 1992-1995 residenti nell'area di Washington, confrontati con 863 controlli presi at random. L'esposizione considerata è quella domestica	Tumori mammari: -	Media >0,20
Oppenheimer e Preston-Martin, 2002	Caso-controllo	412 casi di leucemia mieloide acuta diagnosticata tra il 1987-1994 residenti nell'area di Los Angeles, confrontati con un numero simile di controlli. L'esposizione considerata è quella domestica ed occupazionale	**Leucemia: -**	nd

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte XII

Autore	**Tipo di studio**	**Popolazione studiata**	**Risultati**[1]	
			Tipo di tumore	**Esposizione (μT)**[2]
Navas-Acien *et al.*, 2002	Studio di coorte	Coorte di 1.516.552 lavoratori svedesi (dai 25 ai 64 anni di età) esposti simultaneamente a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa e sostanze chimiche note nel periodo 1971-1989. I CEMBF sembrano aumentare il rischio di tumore solo se associati a espodizione ad agente chimico	Gliomi: (+) Meningiomi: -	0,13-0,30 >0,30
Håkansson *et al.*, 2002	Studio di coorte	Coorte di 537.692 uomini e 180.529 donne impegati nella saldatura di resistenze dal 1985 al 1994 in Svezia	Uomini: tumore mammario, fegato, rene, ipofisi: + Donne: tumori del cervello, leucemie: +	0,25-0,53 >0,30 0,25-0,53 >0,30
Wesseling *et al.*, 2002	Studio di coorte	Coorte di 413.877 operaie finlandesi (dai 25 ai 64 anni di età) esposte a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa nel periodo 1971-1975	Tumori del cervello e sistema nervoso. (+)	>0,80

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte XIII

Autore	**Tipo di studio**	**Popolazione studiata**	**Risultati**[1]	
			Tipo di tumore	**Esposizione (μT)**[2]
Villeneuve *et al*, 2002	Caso-controllo	543 pazienti affetti da tumore cerebrale residenti in Canada, confrontati con altrettanti controlli. L'esposizione considerata è quella occupazionale a campi elettromagnetici a bassa frequenza	Tumori del cervello: (+) Glioblastoma multiforme: + Astrocitoma ed altri: -	<0,3 0,3-0,6 ≥0,6
Willett *et al*, 2003	Caso-controllo	764 pazienti con leucemia acuta diagnosticata tra il 1991-1996 residenti in UK, confrontati con 1510 controlli. L'esposizione considerata è quella occupazionale da professioni con utilizzo di corrente elettrica	**Leucemia: -** (evidenza bassa)	nd
Labreche *et al*, 2003	Caso-controllo	608 casi di donne affette da tumore mammario diagnosticato tra il 1996-1997 residenti in Canada, confrontati con 667 controlli presi at random. L'esposizione considerata è quella occupazionale a CEMBF. Il rischio significativo statisticamente è risultato nei casi di donne con tumore progesterone + ed esposizione prima dei 35 anni	Tumori mammari. +	<0,2 (fondo) 0,02-0,5 (bassa) 0,5-1(media) 1-10 (alta)

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte XIV

Autore	**Tipo di studio**	**Popolazione studiata**	**Risultati**[1]	
			Tipo di tumore	**Esposizione (μT)**[2]
London *et al.*,2003	Caso-controllo	743 casi di donne di diversa etnia (45-74 anni) affette da tumore mammario diagnosticato tra il 1993-1999 residenti nell'area di Los Angeles, confrontati con 699 controlli presi at random. L'esposizione considerata (misurazione effettuata tra il 1995-2001) è quella domestica	Tumori mammari: -	0,10-0,40 (range)
Schoenfeld *et al*, 2003	Caso-controllo	576 casi di donne (sotto 75 anni di età) affette da tumore mammario diagnosticato tra il 1996-1997 residenti nell'area di Long Island, confrontati con 585 controlli (sotto 65 anni di età) presi at random. L'esposizione considerata è quella domestica (linee elettriche di servizio)	Tumori mammari: -	0,04-0,17 (range)
Tynes e Haldorsen, 2003	Caso-controllo	295 casi di individui (sopra i 16 anni di età) affetti da linfomi-leucemie-mielomi diagnosticate nel periodo 1980-1996 residenti in Norvegia, confrontati con 590 controlli presi at random. L'esposizione considerata è quella da tralicci ad alto voltaggio (33-420 kV)	**Leucemie: (+)** Linfomi e mielomi: -	0,05-0,20

Tabella 4. Risultati degli studi epidemiologici relativi ai tumori maligni in popolazioni residenzialmente o professionalmente esposte a campi elettro-magnetici a bassissima frequenza.

Parte XV

Autore	Tipo di studio	Popolazione studiata	Risultati[1]	
			Tipo di tumore	Esposizione (μT)[2]
Kliukiene *et al.*, 2003	Studio di coorte	Coorte di 2.619 operatrici radio e telegrafo che hanno lavorato fra il 1961 e il 2002, con 99 casi di carcinoma mammario accertati	Tumori mammari: +	<0,02-6
Kliukiene *et al.*, 2004	Caso-controllo	1.830 casi di donne affette da tumore mammario diagnosticati tra il 1980-1996 in una coorte di donne residenti nel 1980 o tra il 1986 ed il 1996, in Norvegia in prossimità di elettrodotti ad alto voltaggio, confrontati con 3.658 adeguati controlli	Tumori mammari: +	≥ 0,05

(1) + = eccesso di rischio statisticamente significativo; (+) = eccesso di rischio non statisticamente significativo; - = nessun rischio.
(2) L'intensità (o range di intensità) del campo magnetico riportata si riferisce al valore medio misurato su di un campione rappresentativo della categoria lavorativa studiata; nd: non determinato.