

CAMPI ELETTROMAGNETICI E EFFETTI SULLA SALUTE

*FOCUS SULLE ESPOSIZIONI
ALLE ALTE FREQUENZE*

Silvano Piffer

Trento 20 maggio 2021

Menù

Introduzione

- ✓ Fondo naturale
- ✓ Fondo artificiale
- ✓ Classificazione
- ✓ Sintesi evidenze per quanto riguarda i campi ELF

Evidenze per la salute dovute a esposizione a CEM ad alta frequenza

Fonti EM artificiali

Fondo di origine naturale: campo magnetico terrestre, fenomeni atmosferici

Fonti artificiali, strettamente connesse allo sviluppo scientifico e tecnologico; per esempio, **nell'ambiente generale**, quelle generati da *elettrodotti, impianti di telecomunicazione e telefoni cellulari.*

Negli **ambienti domestici e lavorativi** quelle relative: a *tutti gli apparecchi alimentati con energia elettrica*

Tv, computer, frigorifero, ferro da stiro, forni a microonde

Siamo costantemente
esposti a campi
elettromagnetici

•*inquinamento elettromagnetico*
inteso come *emissione in ambiente*
da parte di apparati elettrici,
elettronici e per telecomunicazioni
di onde elettromagnetiche di
svariate intensità e frequenze.

Livelli tipici di esposizione ai campi elettrico e magnetico a bassa frequenza

Condizione di esposizione	Campo elettrico (V/m)	Campo magnetico (μ T)
Sotto una linea a 380 kV	1000 - 5000	5 - 20
Entro una tipica abitazione	0 - 10	0 - 1
In aree urbane	0 - 50	0 - 3
In aree rurali	0 - 0.05	/
A 30 cm da un frigorifero	60	0.1 - 1
A 30 cm da un frullatore	30	4 - 15
A 30 cm da un televisore a colori	50	1 - 5
A 30 cm da un aspirapolvere	40	3 - 10
A 30 cm da un fornello elettrico	35	2 - 10
A contatto con un rasoio elettrico	60	15 - 150
A 30 cm da una lampada da tavolo	25	0.5 - 2
A contatto con una termocoperta	250	2 - 3
A 10 cm da un asciugacapelli	100 - 300	1 - 5
A 30 cm da un ferro da stiro	60	8 - 30

(μ T = un milionesimo
di Tesla)

L'unità di misura
dell'interazione del
campo magnetico con
la materia





I campi elettrici e magnetici generati dagli apparecchi domestici sono localizzati in vicinanza della sorgente e quindi interessano solitamente zone parziali del corpo. L'intensità dei campi è molto variabile a seconda del tipo di elettrodomestico, della sua potenza, della condizione di funzionamento.

**non stazionare a lungo a
ridosso degli elettro-
domestici funzionanti.**

MICROONDE: se lo sportello è chiuso, l'esposizione all'esterno è relativamente bassa e non c'è alcun pericolo. Comunque evitare di soffermarsi a guardare attraverso lo sportello e se si vuole essere prudenti stare a circa 30 cm dal forno in funzione.

PC: la posizione corretta d'uso (40-50 cm dallo schermo) è largamente sufficiente ad evitare l'esposizione dallo schermo.

I campi elettromagnetici (CEM) si propagano nello spazio sotto forma di **onde elettromagnetiche**.

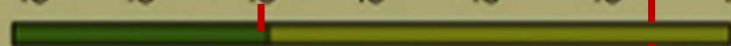
Le onde elettromagnetiche sono caratterizzate dalla **frequenza**, che rappresenta il numero di oscillazioni compiute in un secondo dall'onda e si misura in cicli al secondo o hertz (**Hz**)

Lo spettro elettromagnetico rappresenta la classificazione di tutte le onde elettromagnetiche in base alla loro frequenza.

ENERGIA ►

Frequenze in Hz

10^3 10^2 10^4 10^6 10^8 10^{10} 10^{12} 10^{14}



Basse frequenze

Alte frequenze

Onde lunghe, medie, corte, ultracorte, microonde

Luce infrarossa - visibile - ultravioletta



Elettrodotti



Radio



Telefono cellulare



Calore



Luce



Radiografia



Radioattività

10^{16} 10^{18} 10^{20} 10^{22} 10^{24} 10^{26}

Raggi X

Raggi gamma

Radiazione secondaria di quota

NON IONIZZANTE

IONIZZANTE

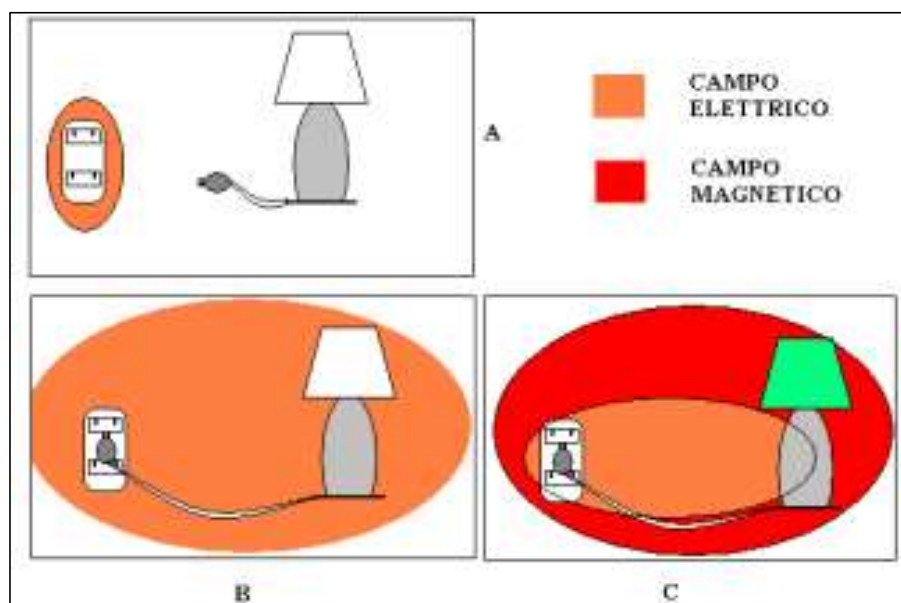
Classificazione dei campi EM

- 1) **Campi a frequenza estremamente bassa (ELF)**: fino a 300Hz
(*elettrodotti a media ed alta tensione*; tutti i dispositivi alimentati a corrente elettrica: elettrodomestici)
- 2) **Campi a frequenza intermedia (IF)**: fra 300 Hz e 10 MHz (schermi di computer; i dispositivi antitaccheggio; i sistemi di sicurezza)
- 3) **Campi a radiofrequenze (RF)**: fra 10 MHz e 300GHz (radio, televisione, radar, antenne per la telefonia cellulare, forni a microonde)

Inducono corrente

Cedono energia sotto forma di riscaldamento

Campo elettrico e campo magnetico



Il campo elettrico è sempre presente indipendentemente dal funzionamento dell'elettrodomestico

Il campo magnetico si genera solo quando vengono messi in funzione gli elettrodomestici

Esposizione a campi EM ed effetti sulla salute

Gli effetti sulla salute si possono distinguere in due categorie:

- **effetti acuti**: sono conseguenti a esposizioni di breve durata e alta intensità.
- **effetti a lungo termine**: possono derivare da esposizioni prolungate nel tempo anche di lieve intensità

Gli **effetti acuti** si manifestano nel caso di intensità elevate, cioè livelli di campo magnetico oltre 100 μT e provocano la stimolazione di nervi e muscoli nonché variazioni nell'eccitazione delle cellule del sistema nervoso centrale.

Si tratta di effetti che si verificano soltanto a livelli di esposizione molto elevati rispetto a quelli che si riscontrano negli ambienti di vita.

Gli effetti tardivi o a distanza

- ✓ Poche evidenze che comportino sicuri effetti sulla salute
- ✓ Sono comunque questi su cui la ricerca epidemiologica e la ricerca di base sono maggiormente orientate

Evidenze sulla salute per esposizione ai campi ELF

Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, et al. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and **childhood leukaemia**. Epidemiology 2000;11:624-34.

Ahlbom A, Day N, Feychting M, et al. A pooled analysis of magnetic fields and **childhood leukaemia**. Br J Cancer 2000;83:692-8.

Schüz J, Svendsen AL, Linet MS, et al. Nighttime exposure to electromagnetic fields and **childhood leukemia**: an extended pooled analysis. Am J Epidemiol 2007;166:263-9.

World Health Organization. **International Agency for Research on Cancer**. Non-ionizing radiation. Part 1. Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon: WHO; 2002. (Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 80).

Un aumento significativo della leucemia infantile osservabile in abitazioni caratterizzate da livelli di induzione magnetica superiori a 0.3-0.4 microtesla (μT).

Aumento di rischio statisticamente significativo (Odds Ratio (OR) = **1.93 (1.11-3.35)** nei bambini esposti a campi magnetici a livelli superiori a $0.4 \mu\text{T}$

“Possibili cancerogeni per l'uomo” in relazione alla “limitata evidenza” di cancerogenità delle esposizioni abitative rispetto alla leucemia infantile

Una possibile suscettibilità genetica alla leucemia potrebbe modificare (potenziare) l'effetto dell'esposizione ai CEM

Meia-Arangure JM, Fajardo-Gutierrez A, Perez- Saldivar ML, et al. Magnetic fields and acute leukaemia in children with Down Syndrome. Epidemiology 2007;18:158-61.

Yang Y, Xingming J, Chonghuai Y, et al. Case-only study of interactions between DNA repair genes (hMLH1, APEX1, MGMT, XRCC1 and XPD) and low frequency electromagnetic fields in childhood acute leukemia. Leukemia & Lymphoma 2008;49:2344-50.

Gli studi su animali da esperimento non hanno mostrato un consistente effetto cancerogeno o co-cancerogeno delle esposizioni ai campi magnetici ELF (evidenza inadeguata).

Evidenze **meno solide** per quanto riguarda i **Tumori Cerebrali (adulti e bambini)**, il sistema **cardiovascolare e neuroendocrino**

Nuove evidenze per quanto riguarda **le malattie neurodegenerative croniche** (Demenza, Parkinson, SLA)



Table 1. Recommendations for further research

Neurobehaviour

Cognitive, sleep and EEG studies in volunteers, including children and occupationally exposed subjects, using a wide range of ELF frequencies at high flux densities	Medium
Studies of pre- and post-natal exposure on subsequent cognitive function in animals	Medium
Further study of opioid and cholinergic responses in animals	Low

Neurodegenerative disorders

Further studies of the risk of amyotrophic lateral sclerosis in "electric" occupations and in relation to ELF magnetic field exposure and of Alzheimer's disease in relation to ELF magnetic field exposure	High
---	------

Immunology and haematology

Studies of the consequences of ELF magnetic field exposure on immune and haematopoietic system development in juvenile animals.	Low
---	-----

Sorgenti CEM ad alta frequenza

- industriale
- domestico
- medicale
- radiotelecomunicazione
- ricerca

Radiofrequenze = Impianti di telecomunicazione

La **trasmissione del segnale** può essere:

- **unidirezionale (radio e televisione)**: il dispositivo trasmittente invia il segnale che può essere rilevato da tutti gli apparecchi riceventi situati all'interno dell'area di copertura.
- **bidirezionale (ponti radio e telefonia mobile)**: le Stazioni Radio Base (SRB) e i terminali di utenza (cellulari) ricevono e trasmettono il segnale elettromagnetico in maniera bidirezionale.

Fonti di emissione comunitarie

Gli **impianti radiotelevisivi** sono spesso situati in punti elevati del territorio (colline o montagne) e possono coprire bacini di utenza che interessano anche diverse province.



Tuttavia la localizzazione di questi impianti, prevalentemente al di fuori dei centri abitati, agevola il rispetto delle soglie previste dalla normativa relative all'esposizione della popolazione.

I ponti Radio

Nonostante l'elevato impatto visivo dei ponti radio, l'alta direttività delle antenne e le basse potenze utilizzate rendono trascurabili le esposizioni a questo tipo di trasmissione.



Le **Stazioni Radio Base (SRB) per la telefonia cellulare** sono costituite da antenne che trasmettono il segnale al telefono cellulare e da antenne che ricevono il segnale trasmesso da quest'ultimo. Tali antenne possono essere installate su appositi pali o tralicci (spesso alti 25-30 m) oppure su edifici in modo che il segnale venga irradiato su una porzione limitata di territorio, denominata **cella**.



I **livelli di emissione di onde elettromagnetiche** di una specifica **SRB** sono variabili e dipendono, oltre che dalle caratteristiche radioelettriche e dall'altezza del centro elettrico, anche dal numero di chiamate (traffico) e dalla difficoltà di ricezione del segnale da parte dell'utente.



Le Stazioni Radio Base sono gli impianti di telecomunicazione che, per la loro capillare diffusione nei centri abitati, generano maggiore preoccupazione tra i cittadini. In verità, le modalità con cui le SRB irradiano i campi nell'area circostante (cella) e il fatto che la potenza utilizzata sia limitata per evitare interferenze dei segnali, fanno sì che i livelli di campo elettrico rimangano nella maggioranza dei casi contenuti (al suolo i valori misurati sono generalmente inferiori a 2 V/m).

Negli ultimi anni, oltre all'aumento degli impianti di telefonia mobile, si è assistito anche all'aumento degli **impianti radioelettrici** che integrano la rete internet via cavo (impianti **Wi-Max/LTE** e impianti **Wi-Fi**).

Wi-Max (3.4 - 3.6 GHz) è una tecnologia di connessione a Internet senza fili alternativa all'ADSL, stabile e ad alta velocità, che consente ad aziende e abitazioni coperte dal segnale di navigare a banda larga

Gli impianti Wi-Max hanno potenze sensibilmente inferiori rispetto a quelli della telefonia mobile e comportano, quindi, un impatto elettromagnetico ridotto sul territorio.

Fonti di emissione personali

Impianti Wi-Fi (Wireless Fidelity)

Le antenne Wi-Fi usano frequenze radio (nelle bande a 2.4 e 5 GHz) e hanno dimensioni limitate.

Settore domestico

- **Sistemi di rivelazione**
sistemi di allarme e antirapina
- **Forni a microonde**
frequenze: 915 MHz e 2450 MHz
potenze: 900 W



In ambito domestico o lavorativo:

L'intensità di irradiazione degli apparecchi dipende dalla potenza di trasmissione e dal flusso di dati ma, in ogni caso, le radiazioni degli apparecchi WLAN sono basse.

Per prudenza è comunque meglio collocare l'access point o il router ad almeno un metro di distanza dai luoghi di permanenza prolungata (lavoro, riposo).

Settore medicale

Applicazioni diagnostiche, terapeutiche e chirurgiche

- **Magnetoterapia a bassa/alta frequenza**
- **Diatermia: radarterapia e marconiterapia**
- **Ipertermia**
- **Risonanza magnetica**
- **Strumentazione chirurgica**

frequenze: da pochi MHz ai GHz

potenze: da decine a migliaia di watt



Radioprotezione

Servizi di Fisica
Sanitaria

Il **telefono cellulare** è un dispositivo a bassa potenza (0.2-2 W) che riceve e trasmette radiazione elettromagnetica; la potenza effettivamente emessa durante la trasmissione è variabile perché dipende dalla “bontà” del segnale che riceve.

L'evoluzione dei cellulari negli anni



Le tipologie di sistemi radiomobili diffuse in Italia sono:

<i>servizio/sistema</i>	<i>frequenza (MHz)</i>
LTE	800
GSM e UMTS	900
GSM e LTE	1800
UMTS	2100
LTE	2600

I telefoni cellulari trasmettono molta meno potenza rispetto alle Stazioni Radio Base, però, utilizzandoli, la testa dell'utente si trova quasi a contatto con l'antenna, quindi può essere sottoposta ad un assorbimento di potenza elevato. Tuttavia, le linee guida nazionali e internazionali fissano per i produttori standard operativi per evitare che questa esposizione causi significativi aumenti locali della temperatura.



I cellulari di moderna concezione sono molto più sicuri di quelli vecchi e l'aumento dei ripetitori sul territorio rende la tecnologia meno rischiosa.

Alla luce delle conoscenze attuali, i cellulari sono ritenuti dagli esperti e dalle agenzie internazionali come sicuri, da utilizzare con qualche raccomandazione.

I diversi modelli di cellulare hanno anche diversi **Tassi specifici di assorbimento – SAR** (*specific absorption rate*): la quantità di onde RF assorbite da un'unità di tessuto biologico per unità di tempo.

Il limite massimo autorizzato in Europa è di **2 watt per kg misurati su 10 grammi di tessuto**.

Il valore di SAR è in genere indicato sull'apparecchio o sul sito del produttore e tra i modelli più recenti non mancano quelli che si collocano a livelli di SAR inferiori a 0,5 watt per kg.



Può essere un
criterio di scelta

Esposizione a CEM a Radiofrequenza e salute

- **effetti acuti**: sono conseguenti a esposizioni di breve durata e alta intensità.
- **effetti a lungo termine**: possono derivare da esposizioni prolungate nel tempo anche di lieve intensità.

Il **riscaldamento** è il **principale effetto biologico** dei campi elettromagnetici a radiofrequenza: l'energia elettromagnetica trasportata dalle onde viene assorbita e convertita in calore, causando un innalzamento della temperatura che può interessare l'intero corpo o parte di esso, secondo le modalità di esposizione.

I livelli dei campi a radiofrequenza ai quali la popolazione è normalmente esposta sono di gran lunga inferiori a quelli richiesti per produrre un riscaldamento significativo.

Il livello di penetrazione dell'energia è funzione, oltre che della durata anche della frequenza e della vascolarizzazione/ contenuto di acqua dei tessuti

Profondità di penetrazione D indicativa del campo elettromagnetico in funzione della frequenza dell'onda e del contenuto d'acqua dei tessuti

TIPO DI TESSUTO	FREQUENZA (MHz)			
	10	100	1500	5000
con molta acqua (alta conducibilità) 90%: sangue, liquido cerebrospinale, altri liquidi organici 80%: pelle, muscolo, cervello, organi interni	20 cm	7 cm	2,5 cm	0,8 cm
con poca acqua (scarsa conducibilità) 50%: grasso, tendini, midollo, ossa	160 cm	60 cm	14 cm	7 cm

Nel caso delle telefonia mobile, i campi a radiofrequenza penetrano nei tessuti esposti fino a un centimetro

Gli effetti dei campi a RT sul cervello possono essere mitigati dal fatto che il cervello è un tessuto molto vascolarizzato e ciò consente la rimozione di una quota elevata del calore (50-60%) da parte del sangue.

Per la protezione del pubblico e dei lavoratori da possibili **effetti acuti** sono stati stabiliti a livello internazionale dei **limiti di esposizione** tali da limitare l'aumento stabile della temperatura ben al di sotto di 1°C, una variazione inferiore a quelle associate ai normali processi fisiologici e quindi tollerabile dall'organismo anche per tempi prolungati.

Per gli effetti a lungo termine non sono state stabilite delle soglie: la potenziale gravità aumenta con l'esposizione

I dati della ricerca di base

 Gli studi a confronto su esposizione alle radiofrequenze						
Istituto di ricerca	Anno	Cavie esposte	Per quanto tempo	Frequenza di esposizione (MHz)	Esposizione totale ore al giorno giorni alla settimana	Risultato
Chou (e al.)	1992	400	25 mesi	2.450	21,5 7	Tumori primari linfoma maligno carcinoma tiroideo
La Regina (e al.)	2003	160	24 mesi	835,62 e 847,74	4 5	Negativo
Anderson (e al.)	2004	180	24 mesi	1.600	2 5	Negativo
Smith (e al.)	2007	130	24 mesi	900 e 1.800	2 5	Negativo
Wyde (e al.) Ntp	2016	210	Da prima della nascita per 24 mesi	900	9 7	Glioma cerebrale maschile e Schwannoma del cuore
Falcioni (e al.) Istituto Ramazzini	2018	1.200	Da prima della nascita fino alla morte	1.800	19 7	Schwannoma del cuore maschile e Glioma cerebrale femminile

Fonte: Istituto di ricerca contro il cancro Ramazzini

Condizioni di esposizione massive non confrontabili con quelle usuali per l'uomo

La crescente diffusione dell'uso del telefono cellulare ha provocato frequenti preoccupazioni per i possibili effetti sulla salute e, in particolare, per l'eventuale incremento del rischio di sviluppare tumori. Per fornire una risposta a questi dubbi, l'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) ha promosso e coordinato **"Interphone"**, uno studio caso-controllo basato su interviste, relativo all'uso del cellulare e al rischio di sviluppare tumori cerebrali e altre neoplasie.

The Interphone Study Group. "Brain tumour risk in relation to mobile phone use: results of the Interphone international case-control study" (pdf 182 kb). *International Journal of Epidemiology* 2010; 1-20;

LO STUDIO INTERPHONE

Lo studio è stato realizzato nel periodo 2000-2004 in 13 nazioni, tra cui l'Italia, distribuite su 4 continenti. I dati sono stati raccolti seguendo un protocollo comune in tutti i Paesi.

Lo studio ed è focalizzato sui due tipologie di tumore cerebrale: **il glioma e il meningioma**.

Sono state analizzate le storie d'uso del cellulare (raccolte tramite intervista) di oltre 10.700 persone tra i 30 e i 59 anni di età.

Di queste, 2708 erano pazienti con glioma, 2409 pazienti con meningioma e **5634 soggetti di controllo non affetti da tumore**.

A tutti partecipanti è stato chiesto di indicare quando avevano iniziato a usare il telefono cellulare, il numero di telefonate effettuate e il tempo medio quotidiano trascorso al telefonino.

Risultati

Tra gli utilizzatori regolari di telefoni cellulari, lo studio non ha riscontrato alcun aumento di rischio di gliomi o meningiomi cerebrali.

Non è stato riscontrato nessun aumento del rischio di tumore cerebrale neppure tra coloro che usavano il telefonino da dieci anni o più.

Un maggior rischio (per entrambi i tumori) è stato osservato con livelli crescenti d'uso del cellulare (5 e + ore al giorno), tra gli utilizzatori classificati nel decile più elevato di ore cumulative d'uso.

Non si è osservato alcun incremento del rischio di glioma o meningioma in nessuno dei nove decili inferiori di ore cumulative d'uso, e non è stata riscontrata alcuna relazione tra rischio e numero cumulativo di chiamate effettuate né per il glioma né per il meningioma.

Questi dati suggeriscono che l'apparente aumento di rischio nella fascia di persone con i valori più elevati di ore cumulative d'uso non può essere interpretato come evidenza del fatto che i telefoni cellulari causano tumori.

Risultati simili sono stati ottenuti in un ramo dello studio che valutazione l'associazione con il neurinoma dell'acustico.

Limiti dello studio

- ✓ Potenza statistica non elevata
- ✓ La durata d'uso del cellulare a cui si riferiscono le evidenze oggi disponibili, però, è piuttosto limitata e non abbiamo praticamente informazioni su durate d'uso dei cellulari superiori a 15 anni.
- ✓ È opportuno, pertanto, sorvegliare l'incidenza di tumori cerebrali nella popolazione, valutare se l'uso del telefono cellulare aumenti il rischio di questi tumori nei bambini e negli adolescenti e approfondire le evidenze epidemiologiche attuali con studi meno suscettibili a distorsioni di quelli condotti finora.

Per quanto riguarda gli **effetti a lungo termine**, sulla base dei dati emersi dallo studio epidemiologico internazionale (noto come progetto INTERPHONE), relativamente all'uso intenso del telefono cellulare, nel 2011 **IARC** ha classificato i **campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde** come “**possibilmente cancerogeni**” (**gruppo 2B**). L'evidenza epidemiologica è stata giudicata "limitata", cioè un'interpretazione causale delle evidenze è ritenuta credibile,

Gruppo 1	Cancerogeno per l'uomo
Gruppo 2A	Probabilmente cancerogeno per l'uomo
Gruppo 2B	Possibilmente cancerogeno per l'uomo
Gruppo 3	Non classificabile in relazione alla sua cancerogenicità per l'uomo
Gruppo 4	Probabilmente non cancerogeno per l'uomo

Secondo lo IARC il legame con gliomi e neurinomi è plausibile solo in limitati casi di uso improprio del cellulare

Altre agenzie come le statunitensi Environmental Protection Agency (**EPA**) e il National Toxicology Program (**NTP**) hanno scelto di non classificare i cellulari tra i carcinogeni potenziali. Allo stesso modo si sono comportati finora la Food and Drug Administration (**FDA**) e i Centers for Disease Control di Atlanta (**CDC**). Il National Cancer Institute statunitense (**NCI**) e Cancer Research UK (**CRUK**)

ritengono che ulteriori ricerche siano necessarie per valutare complessivamente gli effetti dei cambiamenti tecnologici; in attesa di sviluppi considerano i cellulari sicuri se utilizzati con gli auricolari.

Successivi Studi epidemiologici su cellulari e tumori cerebrali

- nella maggior parte degli studi i **pazienti che si sono ammalati di tumori al cervello non hanno dichiarato un uso del cellulare più intenso di coloro che non si sono ammalati.**

- la maggior parte degli studi **non ha mostrato una relazione di dose ed effetto**, ovvero un aumento del rischio legato all'aumento dell'utilizzo del cellulare, il che sarebbe atteso se questi fossero davvero cancerogeni.

- la maggior parte degli studi **non ha mostrato un aumento dei tumori dal lato d'uso del cellulare (solo svedesi)**

- una recente metanalisi ha **valutato il legame tra uso di telefono cellulare e glioma** utilizzando i risultati di **11 studi condotti tra il 1980 e il 2016** in un campione complessivo di 6.028 casi e 11.488 controlli. L'analisi ha mostrato una possibile associazione tra cellulare e glioma, ma gli autori sottolineano che **i dati disponibili sono troppo scarsi in termini di qualità e quantità** per giungere a conclusioni convincenti;

- **quasi tutti gli studi hanno un problema di controllo**, dato che è sempre più difficile trovare persone che non posseggono o non usano il telefono cellulare. Il confronto è quindi principalmente sulle differenze d'intensità d'uso.

Infine il **Million Women Study** è uno **studio prospettico**, cioè uno studio in cui è stato analizzato ciò che accadeva da un dato momento in poi e non quello che era accaduto nel passato.

Ha coinvolto circa 800.000 donne britanniche e ha valutato il rischio di sviluppare un tumore cerebrale **in un periodo di sette anni di utilizzo del cellulare**. Anche questo studio non ha trovato relazioni di causa ed effetto tra tumori e cellulari, tranne che per un **possibile legame con il neurinoma del nervo acustico**.

Altri studi attualmente in corso o i cui risultati sono in fase di **elaborazione** potrebbero a breve aggiungere informazioni utili a chiarire i tanti dubbi ancora presenti sull'argomento:

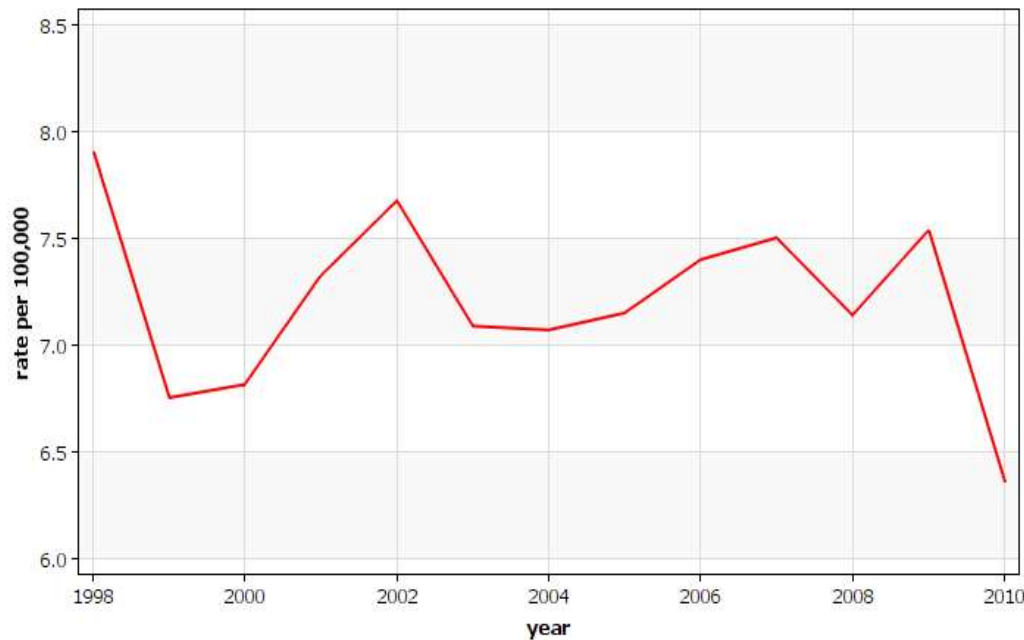
- **lo studio MOBI-KIDS** coinvolge 14 Paesi con l'obiettivo di **valutare la relazione tra esposizione a radiofrequenze che derivano da tecnologie di comunicazione** - inclusi i telefoni cellulari - **e il rischio di tumori cerebrali in bambini e giovani adulti** (10-24 anni), con l'obiettivo di comprendere meglio i meccanismi alla base di queste neoplasie nei più giovani;
- **lo studio prospettico COSMOS** ha preso il via in Europa nel marzo 2010, coinvolgendo circa 290.000 utilizzatori adulti (età uguale o superiore a 18 anni) di telefono cellulare. L'obiettivo è **valutare gli effetti a lungo termine sulla salute dell'uso dei cellulari** e la sfida più grande – che rappresenta anche il punto di forza della ricerca – è riuscire a seguire i partecipanti per un periodo di tempo compreso tra 20 e 30 anni.

Andamento dell'incidenza dei tumori cerebrali in Italia 1998-2010

Brain and central nervous system

Italy

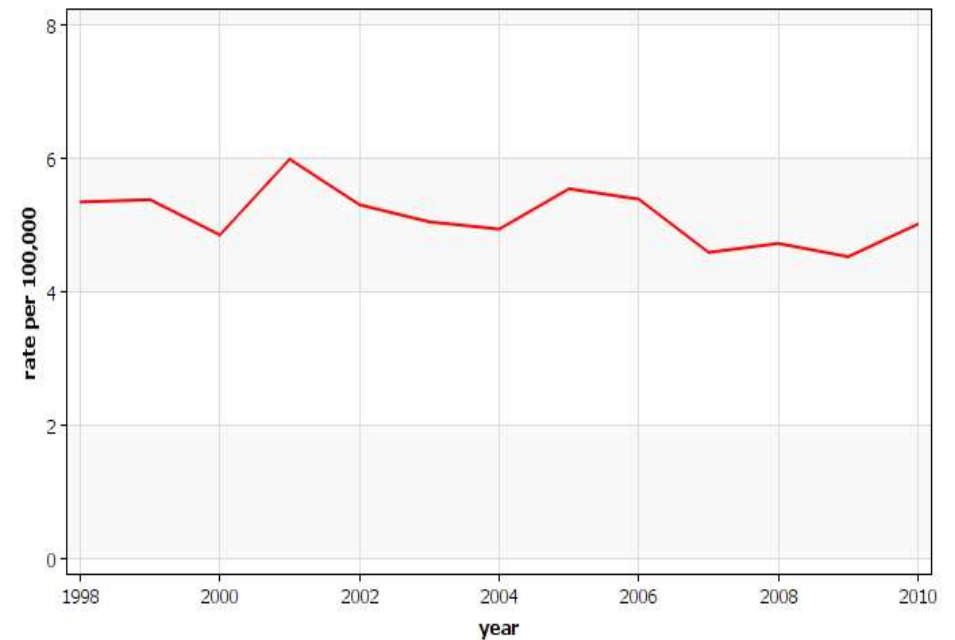
Age Standardised Incidence Rate (World) Male age [0-85+]



Brain and central nervous system

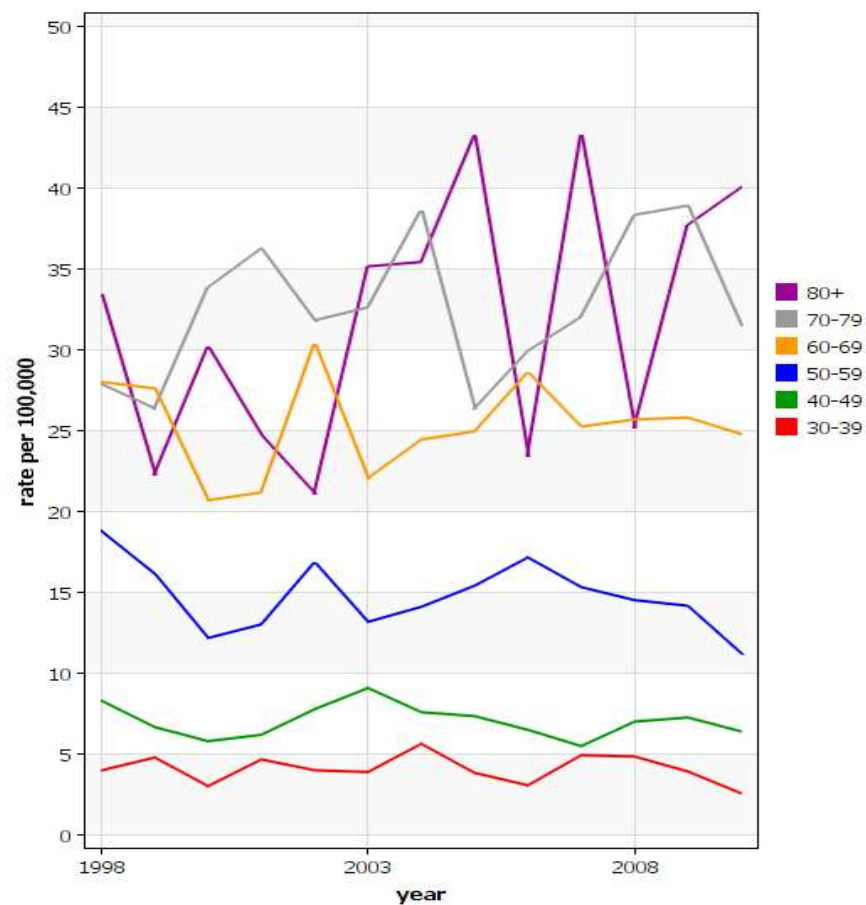
Italy

Age Standardised Incidence Rate (World) Female age [0-85+]

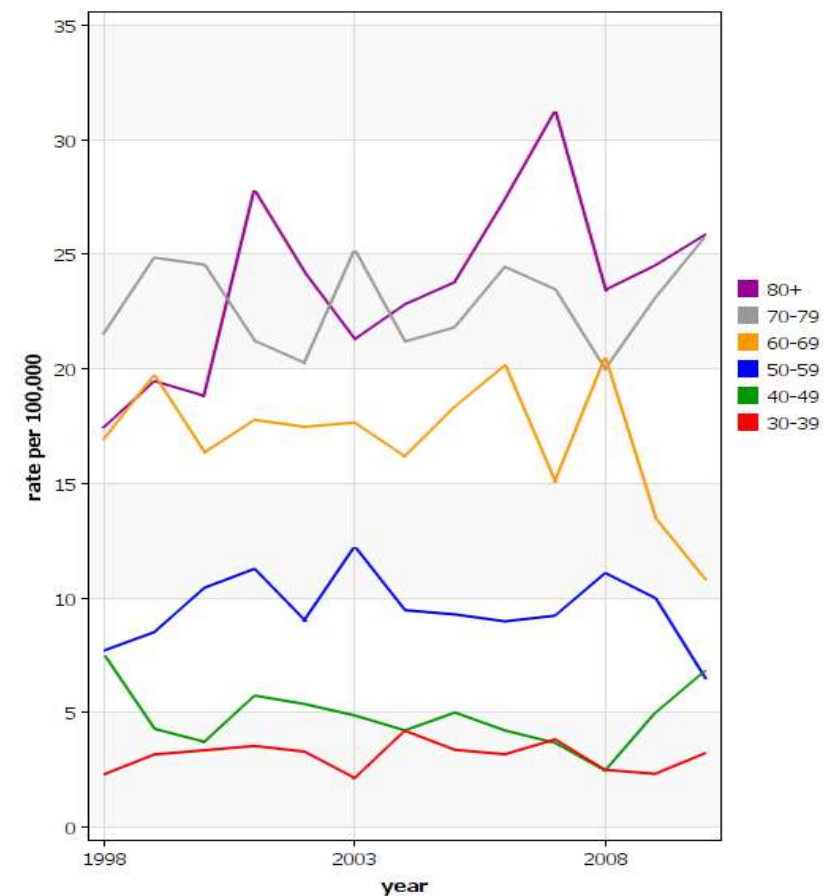


Tumori cerebrali – Trend Classe di Età, Italia 1998-2010

Italy
Brain and central nervous system, Male



Italy
Brain and central nervous system, Female



Altri tumori oggetto di studio

Testicolo, ovaie e cute: tenere in tasca il cellulare

Leucemie del bambino e dell'adulto

Non chiare evidenze
Ruolo dei fattori di
confondimento

Michelozzi P, Capon A, Kirchmayer U, Forastiere F, Biggeri A, Barca A, Perucci CA. Adult and childhood leukemia near a high-power radio station in Rome, Italy. Am J Epidemiol. 2002 Jun 15;155(12):1096-103.

**Meccanismo multifasico e
multistadio della cancerogenesi**

Fase di iniziazione

Fase di promozione

Bisanti L, Chiaffarino F, Chierici S et al. Rapporto su un cluster di leucemie infantili a Milano nel periodo dicembre 2009-gennaio 2010. Regione Lombardia, ASL di Milano, 2010. Disponibile all'indirizzo: <http://www.asl.milano.it/user/Default.aspx?SEZ=10&PAG=88&NOT=1680>

Altre patologie oggetto di studio

Patologie neurodegenerative: *con esiti discordanti tra i diversi studi*

Funzione endocrina e riproduttiva nelle donne: con esiti discordanti – *effetto di confondimento con altri fattori presenti in ambito lavorativo*

In conclusione

Secondo l'**Oms**, i risultati più recenti indicano che gli effetti dell'esposizione sono minimi e comunque non inducono gravi patologie, come di seguito indicato:

- **Cancro:** l'evidenza scientifica attuale indica che l'esposizione a campi a radiofrequenza quali quelli emessi dai telefoni cellulari e dalle stazioni radio base non inducono o favoriscono, verosimilmente, il cancro « **Molto esposti**»
- **Altri rischi sanitari:** alcuni studi hanno riportato altri effetti legati all'impiego dei telefoni mobili, tra cui cambiamenti nell'attività cerebrale, nei tempi di reazione e nell'andamento del sonno. Questi effetti sono minimi e non sembrano avere alcun impatto sanitario significativo.
Opacizzazione del cristallino
Ridotta produzione di sperma
- **Interferenza elettromagnetica:** quando i telefoni cellulari sono utilizzati in prossimità di dispositivi medicali (tra cui pacemaker, defibrillatori impiantabili e certi apparecchi acustici) è possibile che si provochino interferenze.

In conclusione - 2

Sappiamo peraltro ancora poco sulle interazioni dei Campi elettromagnetici con le miriadi di sostanze presenti nell'ambiente

Non conosciamo l'impatto futuro della tecnologia 5G

Cindy L Russell

5 G wireless telecommunications expansion: Public health and environmental implications

Environ Res . 2018 Aug;165:484-495.

Dovrebbero essere indagati anche gli effetti sul clima come gli effetti sui comportamenti delle persone.

Fabien Deruelle

The different sources of electromagnetic fields: Dangers are not limited to physical health

Electromagn Biol Med . 2020 Apr 2;39(2):166-175.

In conclusione - 3

Una maggiore attenzione dovrebbe essere dedicata agli effetti delle esposizione nei bambini e negli adolescenti

Toru Ishihara, Keiko Yamazaki, Atsuko Araki, Yuri Teraoka, Naomi Tamura, Takashi Hikage, Manabu Omiya, Masahiro Mizuta, Reiko Kishi

Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Field in the High-Frequency Band and Cognitive Function in Children and Adolescents: A Literature Review

Int J Environ Res Public Health . 2020 Dec 8;17(24):9179.

La normativa nazionale per i campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF)

1999 Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea
12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz.

2001 Legge Quadro n. 36 22 febbraio 2001. Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

2003 Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz.

La normativa prevede il rispetto di rigorose soglie di riferimento

	<i>Soglie di riferimento</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Campo elettrico (V/m)</i>
Non superato in alcuna condizione per la tutela dagli effetti acuti	limite di esposizione	0.1 – 3 MHz	60
		3 – 3000 MHz	20
		3 – 300 GHz	40
Non superato in ambienti a permanenza prolungata (eff. a lungo termine)	valore di attenzione	0.1 MHz – 300 GHz	6
Non superato all'aperto in aree intensamente frequentate	obiettivo di qualità	0.1 MHz – 300 GHz	6

Valori di attenzione e obiettivi di qualità finalizzati alla prevenzione degli effetti a lungo termine, presentano valori numerici che non sono stati necessariamente scelti sulla base di considerazioni scientifiche, e pertanto sono privi di una reale valenza sanitaria e pertanto non devono essere considerati né di valori di sicurezza, né di pericolo.

IL PRINCIPIO DI CAUTELA

• **Nell'attesa che la comunità scientifica internazionale possa fornire risposte certe in merito alla effettiva pericolosità dei campi elettromagnetici di bassa intensità per i possibili effetti sulla salute a lungo termine, sembra comunque ragionevole,**

adottare le migliori tecnologie mirate alla riduzione delle emissioni elettromagnetiche indesiderate da parte di tutti gli impianti, sistemi e apparecchiature elettriche ed elettroniche e per diffusione dei segnali per telecomunicazioni.

Progettazione

Collocazione

Gestione

Per gli impianti, al fine di garantire la sicurezza del personale tutto devono essere rispettate le seguenti norme:

- all'ingresso deve essere affissa idonea cartellonistica che indichi la presenza di campo magnetico e il divieto di accesso alle persone con situazioni particolari e controindicazioni all'accesso.

Non possono, per nessun motivo, essere ammessi a tale area:

- portatori di pacemaker,
portatori di protesi metalliche, protesi con circuiti elettronici, clips metalliche
- donne in stato di gravidanza.

**Monitoraggio
Ambientale**

**Sorveglianza
sanitaria**

**Studi
epidemiologici
multicentrici**

Comportamenti personali

Alcune semplici misure cautelative per limitare l'esposizione della testa durante le telefonate:

- ✓ *Usare il viva voce o cuffie e auricolari.*
- ✓ *Tenere il cellulare lontano dalla testa dopo la composizione del numero e l'attesa della linea (il momento in cui funziona alla massima potenza).*
- ✓ *Evitare le conversazioni lunghe o quando la copertura del segnale è scarsa (per es: in ascensore o treno).*
- ✓ *Alternare l'orecchio.*
- ✓ *Non tenere il cellulare sotto il cuscino o in prossimità della testa quando si dorme.*
- ✓ *Per i maschi evitare di tenerlo nella tasca dei pantaloni*

Programmi di sensibilizzazione ad un uso consapevole

Per saperne di più

Nel 2009 è stato reso disponibile dall'Istituto Superiore di Sanità italiano il sito

<http://www.iss.i/elet> per fornire informazioni sul tema dei campi elettromagnetici, con particolare attenzione alle implicazioni in tema di salute. Il sito internet è la risultante del progetto : " Salute e campi elettrognetrici (CAMELET)" promosso dal Ministero della Salute, Centro Controllo malattie (CCM) per rispondere alle esigenze di un'informazione corretta e completa, nonché la diffusione di documenti che sono già stati prodotti dalle più importanti organizzazioni internazionali (OMS, ICNIRP, IARC, Commissione Europea, ecc.)

