

**Risposta di AMICA APS alla richiesta di informazioni del
Dipartimento della Salute e dei Servizi Umani degli Stati
Uniti (HHS) sui campi elettromagnetici, sulle radiazioni a
radiofrequenza e sull'esposizione alle radiazioni delle
tecnologie wireless**

Docket No. HHS-OASH-2026-0397

Inviato il 20 Ottobre 2026



Redatto per conto di AMICA da Francesca Romana Orlando

Divulgatrice scientifica e Vicepresidente di AMICA

www.infoamica.it

Prospettiva dell'associazione e segnalazioni di effetti avversi sulla salute

Domanda 2 — Indicare la prospettiva rappresentata dalle osservazioni presentate.

Le presenti osservazioni sono presentate da AMICA APS, un'associazione italiana senza scopo di lucro che opera a livello europeo per promuovere la ricerca sui rapporti tra **ambiente e salute** e per rappresentare le persone affette da malattie ambientali.

Domanda 3 — Esperienze relative a potenziali effetti avversi sulla salute associati all'esposizione ai campi elettromagnetici e alle radiofrequenze (RF/EMF)

Dal 2003, AMICA raccoglie testimonianze di persone che riferiscono la comparsa o il peggioramento di sintomi poco dopo l'utilizzo di dispositivi wireless o in seguito a cambiamenti del proprio ambiente elettromagnetico, in particolare dopo l'installazione o l'attivazione di infrastrutture per le telecomunicazioni.

Nel corso di oltre vent'anni, AMICA ha osservato tre distinti periodi caratterizzati da un marcato aumento di queste segnalazioni, in concomitanza con importanti sviluppi delle tecnologie wireless.

Il primo si è verificato durante l'espansione della telefonia mobile 3G/UMTS, ovvero con l'inserimento della **connessione dati nei cellulari**, quando un numero crescente di persone ha iniziato ad associare la comparsa dei sintomi all'utilizzo dei telefoni cellulari e alla crescente diffusione delle infrastrutture wireless.

Il secondo ha coinciso con la diffusione capillare delle **reti Wi-Fi** nelle abitazioni, nei luoghi di lavoro, nelle scuole e negli ambienti pubblici. Durante questo periodo, AMICA ha registrato un ulteriore e consistente aumento delle segnalazioni di sintomi attribuiti dalle persone interessate ai router Wi-Fi e ad altri dispositivi trasmettenti.

Il terzo è iniziato nel 2025, quando AMICA ha cominciato a ricevere un aumento particolarmente marcato di segnalazioni da parte di persone che descrivevano la comparsa improvvisa o il peggioramento dei sintomi poco dopo l'installazione o **l'attivazione di stazioni radio base 5G** nelle vicinanze delle proprie abitazioni o dei luoghi di lavoro.

Queste osservazioni si basano sulle testimonianze ricevute direttamente dall'associazione e non su uno studio epidemiologico condotto sulla popolazione. Pertanto, non dimostrano l'esistenza di un rapporto causale tra l'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF) e i sintomi riferiti. Tuttavia, il ripetersi di analoghi schemi temporali attraverso le successive generazioni delle tecnologie wireless, insieme alla **segnalazione ricorrente degli stessi sintomi**, costituisce un potenziale segnale di allarme per la salute pubblica che non dovrebbe essere ignorato.

Le persone interessate riferiscono frequentemente che l'unico trattamento efficace consiste nell'evitare o ridurre l'esposizione ad ambienti caratterizzati dalla presenza di radiazioni emesse dalle tecnologie wireless.

Secondo la nostra esperienza, le persone che segnalano più frequentemente sintomi associati all'esposizione alle radiazioni a radiofrequenza sono pazienti affetti da patologie neurologiche, come la neuropatia delle piccole fibre, la sclerosi multipla e altre neuropatie, nonché pazienti con fibromialgia, sindrome da fatica cronica (ME/CFS) e sensibilità chimica multipla (MCS). Queste condizioni sono associate a disfunzioni neurologiche, aumento dello stress ossidativo e alterazioni della perfusione cerebrale.

Dopo oltre vent'anni di raccolta di queste testimonianze, AMICA ritiene **inaccettabile che le autorità sanitarie continuino a liquidare come aneddoti isolati le segnalazioni ricorrenti di effetti avversi sulla salute associati all'esposizione alle radiofrequenze**. Queste segnalazioni costituiscono un persistente segnale di allarme per la salute pubblica e, secondo AMICA, rappresentano un'ulteriore ragione per mettere in discussione l'adeguatezza dei limiti di esposizione dell'ICNIRP, già ampiamente criticati in valutazioni scientifiche indipendenti, tra cui il BioInitiative Report, la Risoluzione di Parigi e il Consenso di Seletun.

Scientific references

- BioInitiative Working Group. (2007, 2012, 2022). BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF). Edited by Cindy Sage and David O. Carpenter. <https://bioinitiative.org/>
- Fragopoulou, A., Grigoriev, Y., Johansson, O., Margaritis, L. H., Morgan, L., Richter, E., & Sage, C. (2010). Scientific panel on electromagnetic field health risks: Consensus points, recommendations, and rationales. *Reviews on Environmental Health*, 25(4), 307–317.
- Belyaev, I., et al. (2016). EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. *Reviews on Environmental Health*, 31(3), 363–397. <https://doi.org/10.1515/reveh-2016-0011>

Domanda 4 — Osservazioni che possono contribuire a individuare schemi ricorrenti di potenziali effetti avversi sulla salute

Questi sintomi associati all'esposizione alle radiofrequenze possono essere spiegati dalle numerose evidenze scientifiche relative ai meccanismi non termici attraverso i quali le radiofrequenze possono influenzare i sistemi viventi, tra cui lo stress ossidativo, il danno al DNA, le alterazioni della segnalazione cellulare e la possibile attivazione dei canali del calcio voltaggio-dipendenti (Lai e Singh, 1995, 1996; Marinelli et al., 2004; Pall, 2013).

La ricerca ha inoltre indicato che le risposte biologiche possono dipendere dalla **qualità del segnale**, comprese la pulsazione e la modulazione (Belyaev, 2005). Questi risultati forniscono una base scientifica per approfondire le segnalazioni dei pazienti, sebbene non consentano, di per sé, di stabilire le cause dei sintomi riferiti.

AMICA esorta i Centers for Disease Control and Prevention (CDC), in coordinamento con i National Institutes of Health (NIH) e le altre agenzie federali competenti, a istituire un programma nazionale di sorveglianza specificamente dedicato ai sospetti effetti avversi sulla salute associati all'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF). Tale programma dovrebbe integrare le testimonianze dei pazienti, le valutazioni cliniche, le misurazioni ambientali indipendenti e i dati epidemiologici. È importante sottolineare che le misurazioni ambientali dovrebbero tenere conto della **pulsazione del segnale e non soltanto della sua intensità**, poiché il meccanismo sottostante coinvolge l'induzione elettromagnetica nella materia vivente e non semplicemente il riscaldamento dei tessuti.

Particolare attenzione dovrebbe essere dedicata alla storia clinica dei pazienti che riferiscono reazioni all'esposizione ai campi elettromagnetici e alle radiofrequenze (EMF/RF), comprese le date di installazione o attivazione delle infrastrutture wireless, la comparsa e l'evoluzione dei sintomi e le caratteristiche dell'esposizione, tra cui **la pulsazione, la modulazione e l'intensità di picco del segnale**. Un monitoraggio clinico longitudinale dovrebbe verificare se i sintomi migliorano in seguito alla riduzione dell'esposizione, ricompaiono quando cambiano le condizioni di esposizione oppure persistono nonostante la riduzione dell'esposizione, tenendo conto anche di altri possibili fattori contribuenti.

Le associazioni di tutela dei pazienti dovrebbero partecipare allo sviluppo di questi **programmi di sorveglianza** e contribuire fornendo informazioni anonimizzate sugli schemi ricorrenti osservati. Ricercatori indipendenti dovrebbero analizzare tali

dati mediante metodi scientifici trasparenti e adeguate misure di tutela della riservatezza dei pazienti.

Domanda 5 — Limiti di esposizione e valutazione del rischio

5.n. Quali modifiche scientifiche, tecniche o normative da parte delle agenzie sanitarie federali potrebbero migliorare la valutazione, la divulgazione delle informazioni e la regolamentazione dell'esposizione alle radiazioni delle tecnologie wireless?

AMICA APS chiede una riforma sostanziale della valutazione e della regolamentazione dei rischi associati ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF), affinché i limiti di esposizione siano basati su evidenze scientifiche indipendenti, procedure trasparenti e una valutazione complessiva degli effetti biologici, compresi quelli che si verificano in assenza di un riscaldamento apprezzabile dei tessuti.

L'indipendenza scientifica deve rappresentare la prima priorità. Le agenzie sanitarie federali dovrebbero nominare consulenti privi di significativi conflitti di interesse e richiedere la piena divulgazione pubblica dei rapporti finanziari e istituzionali.

AMICA APS ritiene che a un'industria i cui interessi commerciali dipendono dalla continua espansione delle tecnologie wireless non debba essere consentito di influenzare le evidenze scientifiche utilizzate per stabilire se tali tecnologie siano sicure per la salute umana. La tutela della vita e della salute umana deve avere la precedenza sugli interessi commerciali.

Gli studi commissionati, finanziati o controllati dalle aziende di telecomunicazioni o dalle organizzazioni a esse affiliate dovrebbero pertanto essere esclusi dalle valutazioni regolatorie della sicurezza, indipendentemente dai risultati riportati. Tale requisito ridurrebbe inoltre l'incentivo per le aziende a finanziare istituti di ricerca e fondazioni private allo scopo di influenzare la valutazione regolatoria delle proprie tecnologie.

Le valutazioni della sicurezza dovrebbero invece basarsi su ricerche condotte indipendentemente dalle industrie i cui prodotti e le cui attività sono oggetto di valutazione, con modalità di finanziamento trasparenti, metodologie pubblicamente accessibili e piena dichiarazione dei potenziali conflitti di interesse.

I risultati scientifici che mettono in discussione i limiti di esposizione esistenti non devono essere respinti senza una giustificazione scientifica, in particolare quando

gli effetti biologici si verificano a livelli inferiori ai limiti normativi o non possono essere spiegati dal riscaldamento dei tessuti. In caso contrario, la valutazione del rischio diventa un ragionamento circolare: gli effetti non termici vengono ignorati proprio perché non sono termici, mentre i limiti esistenti vengono difesi sulla base del presupposto che soltanto gli effetti termici siano rilevanti.

Studi sperimentali hanno riportato danni al DNA, stress ossidativo, alterazioni della segnalazione cellulare e altre risposte biologiche all'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (Lai e Singh, 1995, 1996; Marinelli et al., 2004). Questi risultati richiedono una valutazione sistematica della loro riproducibilità, dei meccanismi biologici sottostanti e delle potenziali implicazioni per la salute.

Particolare attenzione deve essere dedicata alla pulsazione e alla modulazione dei segnali. Le valutazioni del rischio dovrebbero verificare se le condizioni di esposizione sperimentali riproducano adeguatamente i segnali presenti negli ambienti reali, comprese la loro struttura temporale, l'intensità di picco e la durata. Il rispetto di limiti basati prevalentemente sull'assorbimento medio di energia non deve essere considerato una prova conclusiva di sicurezza biologica.

AMICA esorta pertanto le agenzie sanitarie federali a istituire **comitati consultivi scientifici indipendenti, a rendere obbligatoria la dichiarazione dei conflitti di interesse**, ad adottare procedure trasparenti per la valutazione delle evidenze scientifiche e a procedere a una rivalutazione complessiva delle basi scientifiche degli attuali limiti di esposizione.

Le autorità sanitarie pubbliche devono proteggere la popolazione dalle esposizioni potenzialmente nocive, non proteggere i limiti di esposizione esistenti dalle evidenze scientifiche che ne mettono in discussione la validità.

5.o. Sono necessarie ulteriori ricerche per sviluppare, sperimentare e valutare l'efficacia di procedure e tecniche volte a ridurre al minimo l'esposizione alle radiazioni emesse dai prodotti elettronici?

AMICA APS ritiene che la priorità immediata non sia commissionare ulteriori ricerche prima di attuare misure di riduzione dell'esposizione. La letteratura scientifica contiene già numerose evidenze di effetti biologici associati all'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF), compresi effetti osservati in condizioni che non producono un riscaldamento apprezzabile dei tessuti.

Il problema centrale è la mancata traduzione delle conoscenze scientifiche già disponibili in efficaci politiche di prevenzione e tutela della salute pubblica.

Studi sperimentali hanno riportato stress ossidativo, alterazioni del DNA, modificazioni dell'attività cellulare e altre risposte biologiche associate all'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza. Programmi di ricerca condotti nell'arco di diversi decenni hanno inoltre sollevato preoccupazioni riguardo all'adequatezza degli standard di sicurezza basati prevalentemente sugli effetti termici.

I lavori di Lai e Singh, il programma di ricerca REFLEX e le indagini sperimentali sugli effetti dei campi elettromagnetici pulsati illustrano le basi scientifiche di tali preoccupazioni.

Ulteriori ricerche potrebbero perfezionare la nostra comprensione delle relazioni tra esposizione e risposta biologica, individuare le popolazioni particolarmente vulnerabili e migliorare la quantificazione dei rischi sanitari a lungo termine. Tuttavia, non devono essere utilizzate come giustificazione per rinviare indefinitamente l'adozione di misure preventive.

Non sono necessarie ulteriori ricerche per dimostrare che l'eliminazione di una sorgente che emette radiofrequenze elimina l'esposizione attribuibile a quella sorgente.

Sono già disponibili alternative pratiche. **Le connessioni Internet cablate possono sostituire il Wi-Fi in numerosi contesti;** i sistemi di comunicazione cablati possono sostituire quelli wireless laddove tecnicamente possibile; i trasmettitori wireless non necessari possono essere disattivati; inoltre, la collocazione e le modalità di funzionamento delle apparecchiature trasmittenti possono essere modificate per ridurre l'esposizione involontaria.

L'efficacia di queste misure nel ridurre l'esposizione si basa su principi fisici consolidati. Stabilire se determinate riduzioni dell'esposizione producano miglioramenti misurabili di specifici esiti sanitari costituisce una questione scientifica distinta.

AMICA APS esprime particolare preoccupazione per il fatto che **le risorse pubbliche possano continuare a essere destinate a indagare ripetutamente questioni sulle quali esistono già evidenze sostanziali,** mentre uno sforzo istituzionale relativamente limitato viene dedicato all'attuazione delle misure preventive già disponibili.

Le agenzie sanitarie federali dovrebbero dare priorità alla riduzione delle esposizioni evitabili, alla disponibilità di alternative cablate, alle valutazioni indipendenti della sicurezza prima dell'immissione sul mercato e a un'informazione pubblica trasparente.

L'incertezza scientifica non deve essere trasformata in una giustificazione permanente dell'inerzia normativa.

5.p. In che modo un sistema di classificazione dell'esposizione dovrebbe tenere conto della frequenza operativa, della densità di potenza, del tasso di assorbimento specifico (SAR), dell'intensità dei campi elettrico e magnetico, della modulazione, della pulsazione, del ciclo di attività (duty cycle), della formazione direzionale del fascio (beamforming), dell'esposizione simultanea a più frequenze, della durata dell'esposizione, della distanza dalla sorgente, della vicinanza al corpo e dell'esposizione cumulativa nel tempo?

AMICA APS ritiene che gli attuali limiti di esposizione richiedano una revisione radicale, poiché l'approccio su cui si basano attribuisce un'importanza predominante al riscaldamento dei tessuti e all'assorbimento medio di energia, senza considerare adeguatamente i potenziali effetti biologici delle interazioni non termiche.

Gli effetti biologici dei campi elettromagnetici non possono essere caratterizzati adeguatamente sulla sola base della densità media di potenza e il rispetto di un limite di esposizione basato sugli effetti termici non deve più essere considerato una prova conclusiva di sicurezza biologica.

Una valutazione dell'esposizione scientificamente significativa deve considerare non solo la densità di potenza dei segnali, ma anche la qualità degli stessi, ovvero **la modulazione, la pulsazione, la polarizzazione del segnale**, nonché la durata e la frequenza degli impulsi, l'esposizione simultanea a più frequenze perché sono **le correnti indotte all'interno dei tessuti a generare gli effetti biologici**.

L'importanza dei campi elettromagnetici pulsati e modulati è stata esaminata in ricerche sperimentali e revisioni scientifiche, tra cui quelle di Belyaev (2005) e Batista Napotnik e colleghi (2016).

Anche Martin L. Pall ha sostenuto che le attuali linee guida sull'esposizione non tengono adeguatamente conto della rilevanza biologica dei brevi impulsi elettromagnetici e dei segnali modulati a impulsi.

Secondo la sua analisi, il calcolo della media dell'intensità del campo elettromagnetico su intervalli di sei o trenta minuti può nascondere caratteristiche dell'esposizione potenzialmente rilevanti. Segnali con una potenza media comparabile possono presentare strutture temporali sostanzialmente diverse e produrre risposte biologiche differenti.

Pall propone inoltre che le interazioni elettromagnetiche con **i canali del calcio voltaggio-dipendenti (VGCC)** possano contribuire agli effetti biologici non termici, potenzialmente attraverso modificazioni della segnalazione intracellulare del calcio e delle conseguenti vie biochimiche (Pall, 2013).

Questo meccanismo merita una valutazione scientifica indipendente, anziché essere respinto soltanto perché non rientra nel modello termico convenzionale.

I limiti di esposizione devono distinguere tra l'assorbimento medio di energia e le conseguenze biologiche potenzialmente associate alle caratteristiche temporali e qualitative del campo elettromagnetico.

Anche **l'esposizione simultanea a più frequenze** richiede particolare attenzione. Componenti a frequenze diverse possono indurre interazioni elettromagnetiche differenti all'interno dei tessuti. Non si può presumere automaticamente che i loro effetti biologici combinati siano equivalenti a quelli di un'esposizione a una singola frequenza con la stessa potenza media.

I possibili **effetti additivi o sinergici** dovrebbero essere studiati, anziché esclusi a priori. La loro entità, tuttavia, non può essere dedotta semplicemente contando il numero delle frequenze presenti.

Queste considerazioni sono particolarmente rilevanti per le installazioni radar, i sistemi Wi-Fi e le moderne reti di telecomunicazione mobile, compreso il 5G, che possono utilizzare modulazioni complesse, trasmissioni intermittenti, bande di frequenza multiple e caratteristiche del segnale variabili dinamicamente.

AMICA APS chiede pertanto l'adozione di limiti di esposizione fondati sulla conoscenza degli effetti biologici non termici, che tengano conto delle caratteristiche degli impulsi, della modulazione, delle intensità di picco dei campi, dei campi interni indotti, dell'esposizione a frequenze multiple, della durata cumulativa e delle condizioni di esposizione cronica.

Domanda 6 — Quali evidenze scientifiche esistono riguardo ai potenziali effetti avversi sulla salute a livelli di esposizione inferiori agli attuali limiti normativi?

AMICA APS ritiene che le evidenze scientifiche accumulate negli ultimi decenni dimostrino gravi carenze negli attuali limiti di esposizione alle radiofrequenze, in particolare per quanto riguarda i rischi cancerogeni, l'esposizione cronica e i meccanismi biologici diversi dal riscaldamento dei tessuti.

Gli attuali standard di sicurezza si basano prevalentemente sugli effetti termici e sui parametri di assorbimento dell'energia, senza integrare adeguatamente le evidenze provenienti dalla tossicologia sperimentale, dall'epidemiologia, dalla biologia molecolare e cellulare e dagli studi **sugli effetti non termici** dei campi elettromagnetici pulsati e modulati.

Evidenze di cancerogenicità

Nel 2011, l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato i campi elettromagnetici a radiofrequenza come **possibilmente cancerogeni per l'Uomo (Gruppo 2B)**, come documentato nella Monografia IARC, Volume 102 (2013). Tuttavia, dopo tale valutazione sono emerse ulteriori e consistenti evidenze sperimentali ed epidemiologiche.

Il National Toxicology Program (NTP) degli Stati Uniti ha condotto ampi studi a lungo termine sull'esposizione alle radiazioni a radiofrequenza in ratti e topi. I rapporti tecnici pubblicati nel 2018 hanno documentato chiare evidenze di attività cancerogena nei ratti maschi, sulla base dell'insorgenza di **schwannomi maligni** del cuore in seguito all'esposizione a radiazioni a radiofrequenza modulate secondo gli standard GSM e CDMA. Anche altri risultati, tra cui la comparsa di **gliomi maligni**, hanno destato preoccupazione. Sebbene queste condizioni sperimentali controllate non possano essere direttamente equiparate alla normale esposizione ambientale umana, i risultati costituiscono importanti evidenze per l'identificazione del pericolo cancerogeno.

Uno studio indipendente a lungo termine, condotto dal Centro di Ricerca sul Cancro Cesare Maltoni dell'Istituto Ramazzini, ha esaminato ratti Sprague-Dawley esposti dalla vita prenatale fino alla morte naturale a campi elettromagnetici a radiofrequenza rappresentativi delle emissioni delle stazioni radio base della telefonia mobile.

Falcioni e colleghi (2018) hanno riportato **un aumento statisticamente significativo di schwannomi** cardiaci nei ratti maschi esposti alla massima intensità di campo, pari a 50 V/m, inferiore al livello di riferimento internazionale applicabile alla frequenza esaminata. Sono stati inoltre riscontrati altri tumori, sebbene non tutti i risultati abbiano raggiunto la significatività statistica.

Lo studio dell'Istituto Ramazzini è particolarmente rilevante perché ha esaminato un'esposizione in campo lontano, mentre gli studi del NTP hanno utilizzato condizioni di esposizione più strettamente correlate all'uso dei telefoni cellulari. La comparsa di tipologie tumorali analoghe in due programmi sperimentali indipendenti, nonostante le sostanziali differenze nei protocolli di esposizione, rafforza le evidenze del pericolo cancerogeno e richiede un'attenta considerazione da parte delle autorità regolatorie.

Gli studi epidemiologici forniscono ulteriori evidenze. L'INTERPHONE Study Group (2010) ha riportato una stima elevata del rischio di glioma nella categoria caratterizzata dal maggiore tempo cumulativo di conversazione al telefono cellulare, pur riconoscendo alcune limitazioni metodologiche. Hardell e Carlberg (2015) hanno rilevato associazioni tra l'uso prolungato di telefoni cellulari e cordless e il glioma, mentre lo studio francese CERENAT (Coureau et al., 2014) ha individuato associazioni tra un uso intenso del telefono cellulare e alcuni tumori cerebrali.

AMICA APS ritiene che le evidenze epidemiologiche e sperimentali considerate congiuntamente siano sufficienti per considerare **la radiofrequenza cancerogena per l'Uomo (Gruppo 1 IARC)**. Questa posizione è coerente con la valutazione avanzata da Hardell e Carlberg (2016), secondo i quali le evidenze giustificavano la classificazione come cancerogeno per l'uomo, nonché con successive valutazioni che hanno integrato ulteriori risultati sperimentali.

La convergenza dei risultati provenienti da esperimenti indipendenti sugli animali e da studi osservazionali sull'uomo fornisce solide ragioni per rivalutare i pericoli cancerogeni, anziché continuare a fare affidamento su standard di sicurezza sviluppati principalmente sulla base degli effetti termici.

Danni al DNA, stress ossidativo e alterazioni cellulari

Lai e Singh (1995, 1996) hanno riportato **rottture a singolo e doppio filamento del DNA** nelle cellule cerebrali di ratti esposti a campi elettromagnetici a radiofrequenza, sollevando preoccupazioni riguardo ai possibili effetti genotossici.

Successivamente, il programma di ricerca europeo REFLEX ha documentato danni al DNA e risposte cellulari allo stress in determinate condizioni sperimentali.

Marinelli e colleghi (2004) hanno studiato le risposte cellulari all'esposizione alle radiofrequenze, comprese le alterazioni della sopravvivenza cellulare e dell'apoptosi.

Questi risultati sono significativi perché il danno al DNA, lo stress ossidativo, le alterazioni della segnalazione cellulare e la compromissione dei meccanismi di regolazione rappresentano parametri biologicamente rilevanti. Sebbene le loro implicazioni per le patologie umane richiedano ulteriori approfondimenti, l'assenza di un riscaldamento apprezzabile dei tessuti non giustifica il fatto di ignorare effetti biologici osservati sperimentalmente.

AMICA esorta le agenzie sanitarie federali a valutare sistematicamente queste evidenze, esaminandone la riproducibilità, le condizioni di esposizione, i potenziali meccanismi biologici e le implicazioni per la salute a lungo termine. **Tali risultati devono essere valutati sulla base del loro valore scientifico, anziché essere esclusi perché mettono in discussione i presupposti termici su cui si fondano gli attuali limiti di esposizione.**

Campi elettromagnetici pulsati e limiti dei parametri di esposizione basati su valori mediati nel tempo

Una criticità fondamentale delle attuali linee guida sull'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF) è il ricorso a misurazioni mediate nel tempo, che potrebbero non caratterizzare adeguatamente la rilevanza biologica dei **segnali pulsati e modulati**.

Belyaev (2005) ha esaminato evidenze sperimentali secondo cui le risposte biologiche all'esposizione alle microonde possono dipendere da caratteristiche del segnale diverse dall'intensità media, comprese la frequenza e la modulazione.

Anche Pall ha messo in discussione l'adeguatezza delle valutazioni dell'esposizione basate prevalentemente sull'intensità media, sostenendo che i picchi di breve durata e le variazioni temporali del segnale possono avere rilevanza biologica. Ha inoltre proposto l'attivazione dei canali del calcio voltaggio-dipendenti come possibile meccanismo coinvolto negli effetti biologici non termici (Pall, 2013).

Sebbene l'ipotesi relativa ai **canali del calcio voltaggio-dipendenti** sia ancora oggetto di indagine scientifica e non sia universalmente riconosciuta come un meccanismo accertato degli effetti delle radiofrequenze sulla salute, essa offre una

spiegazione verificabile sperimentalmente che dovrebbe essere approfondita anziché respinta.

AMICA ritiene che le valutazioni regolatorie debbano prendere esplicitamente in considerazione la pulsazione e la modulazione dei segnali, l'intensità di picco e la durata dell'esposizione, anziché presumere che il rispetto dei limiti basati su valori mediati nel tempo sia sufficiente a dimostrare la sicurezza biologica.

Esposizione cronica ed evidenze sperimentali relative alle emissioni radar

Le evidenze provenienti da indagini epidemiologiche e sperimentali sull'esposizione alle emissioni radar sollevano serie preoccupazioni riguardo all'adeguatezza degli standard di sicurezza basati prevalentemente sugli effetti termici. Particolare attenzione deve essere dedicata all'esposizione cronica, alla pulsazione dei segnali, alle alterazioni genetiche ed epigenetiche e alle possibili conseguenze sulla riproduzione e sullo sviluppo.

Brizzi e Marinelli (2018) hanno studiato le conseguenze sanitarie dell'esposizione a un radar militare a Potenza Picena, in Italia, esaminando 756 ricoveri ospedalieri registrati tra il 1986 e il 1991. Lo studio ha preso in considerazione **tumori, malattie cardiovascolari**, aborti spontanei, malformazioni congenite e gravi disturbi comportamentali, confrontando l'incidenza delle patologie nelle diverse aree residenziali caratterizzate da differenti livelli stimati di esposizione alle emissioni radar.

I ricercatori hanno riportato associazioni statisticamente significative tra una maggiore esposizione alle emissioni radar e un aumento del rischio di tumori e malattie cardiovascolari. Questi risultati sollevano importanti interrogativi sulle conseguenze a lungo termine per la salute dell'esposizione residenziale alle emissioni radar pulsate.

Anche le indagini sperimentali condotte da Marinelli e colleghi nelle aree residenziali di Potenza Picena hanno evidenziato **alterazioni della vitalità cellulare** delle cellule esposte alle radiazioni del radar. I ricercatori hanno descritto l'attivazione dei processi apoptotici in seguito a esposizioni di breve durata e un aumento dei segnali di sopravvivenza cellulare dopo esposizioni prolungate, superiori alle 24 ore.

Queste osservazioni suggeriscono che la durata dell'esposizione e le caratteristiche del segnale possano influenzare le risposte biologiche indipendentemente da un significativo riscaldamento dei tessuti.

Henry Lai, intervenendo sugli effetti biologici delle emissioni radar e delle stazioni radio base della telefonia mobile durante il convegno scientifico di Potenza Picena del 2013, ha sottolineato la rilevanza dell'esposizione cronica a intensità relativamente basse e la possibilità che la forma d'onda e la frequenza influenzino gli effetti biologici.

Le **alterazioni epigenetiche** sono particolarmente rilevanti perché le modificazioni della regolazione genica possono influenzare lo sviluppo biologico senza alterare la sequenza del DNA. Stabilire se le esposizioni alle emissioni radar possano produrre modificazioni epigenetiche ereditarie o contribuire all'insorgenza di patologie nei figli dei lavoratori esposti rimane un'importante questione scientifica ancora irrisolta.

AMICA APS ritiene che questi risultati giustifichino l'adozione immediata di misure precauzionali contro l'esposizione cronica non necessaria alle emissioni radar pulsate, insieme a indagini indipendenti sui tumori, sulle malattie cardiovascolari, sugli esiti riproduttivi e sui potenziali effetti intergenerazionali.

Le valutazioni della sicurezza delle emissioni radar devono caratterizzare esplicitamente la struttura degli impulsi, l'intensità di picco, la frequenza di ripetizione e la durata dell'esposizione. Il rispetto dei tradizionali limiti basati su valori mediati nel tempo non deve essere considerato una prova sufficiente della sicurezza biologica a lungo termine.

Neurological, reproductive, and endocrine effects

Studi sperimentali hanno inoltre riportato potenziali effetti dell'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF) sulle funzioni neurologiche, sulla biologia della riproduzione, sulla regolazione endocrina e sull'attività enzimatica, comprese alterazioni dell'equilibrio ossidativo, della segnalazione cellulare e dei parametri fisiologici.

Sebbene i risultati presentino differenze nella qualità metodologica e nella riproducibilità, la loro potenziale rilevanza per la salute umana non può essere determinata esclusivamente in base alla presenza o all'assenza di un riscaldamento apprezzabile dei tessuti.

AMICA chiede revisioni scientifiche indipendenti e trasparenti di questi ambiti di ricerca, al fine di adottare limiti di esposizione più cautelativi.

Ipersensibilità elettromagnetica (EHS) e popolazioni vulnerabili

AMICA APS esprime particolare preoccupazione per le persone affette da Ipersensibilità Elettromagnetica (EHS), che riferiscono sintomi e limitazioni funzionali associati all'esposizione ai campi elettromagnetici e che spesso incontrano notevoli **difficoltà nell'accesso all'assistenza sanitaria**, ai servizi pubblici e ad ambienti abitativi adeguati.

Sebbene i meccanismi causali alla base dell'EHS siano ancora oggetto di dibattito scientifico, l'incertezza riguardo al rapporto di causalità non deve essere utilizzata per sminuire i sintomi dei pazienti, negare loro un'assistenza medica appropriata o escludere le persone interessate dalla vita pubblica.

Gli attuali limiti di esposizione, stabiliti per la popolazione generale, non tengono necessariamente conto delle differenze nella suscettibilità individuale. I bambini, le donne in gravidanza, le persone con patologie preesistenti (come neuropatie, sclerosi multipla, fibromialgia o neuropatia delle piccole fibre) e le persone che riferiscono di soffrire di EHS meritano pertanto una particolare attenzione nelle valutazioni di salute pubblica.

AMICA esorta le agenzie sanitarie federali a garantire a queste persone un'assistenza sanitaria adeguata e una protezione contro le discriminazioni, nonché a sostenere l'adozione di ragionevoli misure di adattamento ambientale, compreso l'accesso alle tecnologie cablate e ad ambienti caratterizzati da una ridotta esposizione ai campi elettromagnetici.

La **tutela delle popolazioni vulnerabili**, infatti, deve costituire un obiettivo esplicito della valutazione dei rischi associati ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF) e delle politiche di salute pubblica, anziché essere rinviata fino alla completa risoluzione di tutte le incertezze relative alla suscettibilità individuale..

Conclusioni e raccomandazioni

Le evidenze complessive provenienti dagli studi sperimentali sulla cancerogenicità, dalle indagini epidemiologiche, dalle ricerche cellulari e molecolari e dagli studi sui campi elettromagnetici pulsati sollevano serie preoccupazioni riguardo all'adeguatezza degli attuali limiti di esposizione alle radiofrequenze.

La questione centrale dal punto di vista normativo non è se sia stato dimostrato in modo conclusivo che ogni effetto biologico segnalato provochi una malattia. La questione è **se gli standard esistenti abbiano valutato adeguatamente l'intero insieme delle evidenze scientificamente rilevanti** prima di essere presentati alla popolazione come strumenti di protezione della salute.

AMICA APS chiede pertanto al Dipartimento della Salute e dei Servizi Umani degli Stati Uniti di avviare una rivalutazione complessiva e indipendente dei limiti di esposizione alle radiofrequenze, con particolare attenzione alla cancerogenicità, agli effetti biologici non termici, all'esposizione cronica, alla pulsazione e alla modulazione dei segnali e alle popolazioni vulnerabili.

Questa rivalutazione deve essere condotta da esperti privi di significativi conflitti di interesse pertinenti alla materia, utilizzando criteri trasparenti che garantiscano la piena considerazione dei risultati scientifici che mettono in discussione i presupposti su cui si fonda l'attuale regolamentazione.

In attesa di tale rivalutazione, le agenzie sanitarie federali dovrebbero promuovere **misure precauzionali** per ridurre le esposizioni evitabili alle radiofrequenze, compreso l'utilizzo di alternative cablate ovunque sia praticabile e l'adozione di ulteriori misure di protezione per le popolazioni vulnerabili.

La tutela della salute pubblica non deve essere rinviata fino alla risoluzione di ogni incertezza. Le evidenze disponibili giustificano sia una rigorosa rivalutazione scientifica sia l'adozione di misure preventive proporzionate.

Riferimenti bibliografici

- Batista Napotnik, T., Reberšek, M., & Miklavčič, D. (2016). Bioelectrochemistry review of biological effects associated with nanosecond electric pulses. *Bioelectrochemistry*, 110, 1–12.
- Belyaev, I. Y. (2005). Non-thermal biological effects of microwaves. *Microwave Review*, 11(2), 13–29.
- Bortkiewicz, A., Gadzicka, E., & Zmyślony, M. (1996). Heart rate variability in workers exposed to medium-frequency electromagnetic fields. *Journal of the Autonomic Nervous System*, 59(3), 91–97. [https://doi.org/10.1016/0165-1838\(96\)00009-4](https://doi.org/10.1016/0165-1838(96)00009-4)
- Bortkiewicz, A., Zmyślony, M., Gadzicka, E., & Szymczak, W. (1996). Evaluation of selected parameters of circulatory system function in various occupational groups exposed to high-frequency electromagnetic fields. II. Electrocardiographic changes. *Medycyna Pracy*, 47(3), 241–252.
- Brizzi, M., & Marinelli, F. (2018). Increased risk of cancer and heart diseases due to the exposure to the radar EMF among the population of Potenza Picena, Italy (1986–91). *European Journal of Oncology*, 23(4), 204–210.
- Coureau, G., et al. (2014). Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(7), 514–522. <https://doi.org/10.1136/oemed-2013-101754>

- Falcioni, L., et al. (2018). Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environmental Research*, 165, 496–503. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.037>
- Hardell, L., & Carlberg, M. (2015). Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma – Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997–2003 and 2007–2009. *Pathophysiology*, 22(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2014.10.001>
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2013). Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 102.
- INTERPHONE Study Group. (2010). Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *International Journal of Epidemiology*, 39(3), 675–694. <https://doi.org/10.1093/ije/dyq079>
- Lai, H., & Singh, N. P. (1995). Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics*, 16(3), 207–210.
- Lai, H., & Singh, N. P. (1996). Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *International Journal of Radiation Biology*, 69(4), 513–521.
- Marinelli, F., et al. (2004). Exposure to 900 MHz electromagnetic field induces an unbalance between pro-apoptotic and pro-survival signals in T-lymphoblastoid leukemia CCRF-CEM cells. *Journal of Cellular Physiology*, 198(2), 324–332.
- National Toxicology Program. (2018). Toxicology and Carcinogenesis Studies in B6C3F1/N Mice Exposed to Whole-Body Radio Frequency Radiation at a Frequency of 1,900 MHz and Modulations of GSM and CDMA Used by Cell Phones. NTP Technical Report 596.
- National Toxicology Program. (2018). Toxicology and Carcinogenesis Studies in Hsd Dawley SD Rats Exposed to Whole-Body Radio Frequency Radiation at a Frequency of 900 MHz and Modulations of GSM and CDMA Used by Cell Phones. NTP Technical Report 595.
- Pall, M. L. (2013). Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 17(8), 958–965. <https://doi.org/10.1111/jcmm.12088>
- Vangelova, K., Deyanov, C., & Israel, M. (2006). Cardiovascular risk in operators under radiofrequency electromagnetic radiation. *International*

Valutazione dell'esposizione umana e sorveglianza della salute pubblica

Domanda 7 — Quali metodi scientifici sono attualmente disponibili per caratterizzare accuratamente l'esposizione alle radiofrequenze a livello individuale e di popolazione?

AMICA APS ritiene che gli strumenti scientifici necessari per misurare l'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF) siano già disponibili. Tuttavia, sono necessari nuovi metodi e strumenti di misurazione per caratterizzare la pulsazione, la modulazione e l'intensità di picco dei segnali, caratteristiche che possono influenzare le risposte biologiche ma che non vengono adeguatamente rilevate dalle tradizionali misurazioni basate su valori mediati nel tempo.

Questo aspetto è particolarmente importante per il 5G, nel quale la tecnologia di **beamforming** dirige i segnali a radiofrequenza verso i singoli utenti. È pertanto necessario sviluppare sistemi di **dosimetria personale** per misurare l'esposizione effettivamente ricevuta dagli utilizzatori di dispositivi mobili, comprese l'intensità del segnale, la densità di potenza, la pulsazione e la modulazione. Il solo monitoraggio ambientale convenzionale non è in grado di caratterizzare adeguatamente queste esposizioni dinamiche e direzionate verso gli utenti.

I metodi attualmente disponibili comprendono misurazioni calibrate a banda larga e selettive in frequenza, analisi dello spettro, misuratori personali dell'esposizione, stazioni di monitoraggio continuo e modelli spaziali dell'esposizione. Questi strumenti dovrebbero essere integrati con tecniche più avanzate, capaci di rilevare le caratteristiche temporali e spaziali delle moderne trasmissioni wireless.

AMICA APS chiede l'istituzione di un servizio indipendente di monitoraggio dell'esposizione alle radiofrequenze e di **sorveglianza sanitaria**, finanziato con fondi pubblici, coordinato a livello nazionale e attuato attraverso le autorità sanitarie pubbliche locali. Tale servizio dovrebbe integrare misurazioni oggettive dell'esposizione con dati sanitari georeferenziati, adeguatamente tutelati sotto il profilo della riservatezza, per indagare le potenziali associazioni tra esposizione a lungo termine e incidenza delle malattie.

L'indagine epidemiologica condotta da Brizzi e Marinelli (2018) a Potenza Picena, in Italia, offre un esempio di come sia possibile esaminare la distribuzione delle patologie nelle popolazioni residenti in prossimità di sorgenti fisse di emissioni elettromagnetiche, sebbene gli impianti radar e le infrastrutture per le telecomunicazioni presentino caratteristiche tecniche differenti.

Il monitoraggio dell'esposizione alle radiofrequenze deve essere finalizzato alla sorveglianza della salute pubblica, non semplicemente a dimostrare il rispetto degli attuali limiti normativi.

AMICA APS chiede inoltre una moratoria precauzionale sull'introduzione di nuove tecnologie che comportino un'ulteriore esposizione alle radiofrequenze, compresi i sistemi radar per i veicoli a guida autonoma e le costellazioni di satelliti commerciali, in attesa di valutazioni indipendenti degli effetti sulla salute e sull'ambiente e dell'adozione di un limite massimo vincolante di 0,6 V/m per l'esposizione a lungo termine della popolazione.

Tale limite dovrebbe applicarsi **all'esposizione cumulativa derivante da tutte le sorgenti di radiofrequenza** rilevanti, anziché separatamente a ciascuna tecnologia o operatore. Nessuna nuova infrastruttura wireless dovrebbe essere installata senza garanzie contro ulteriori aumenti dell'esposizione involontaria della popolazione.

Domanda 8 — Quali miglioramenti dovrebbero essere apportati alle metodologie di valutazione dell'esposizione per rispecchiare più fedelmente le condizioni di esposizione reali?

Le attuali valutazioni dell'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF) sono concepite principalmente per dimostrare il rispetto dei limiti normativi. Le misurazioni di breve durata, basate su valori mediati nel tempo, non sono in grado di caratterizzare adeguatamente l'esposizione prolungata e cumulativa né il comportamento dinamico delle moderne tecnologie wireless.

AMICA APS chiede l'adozione di protocolli di misurazione standardizzati che rispecchino **le effettive condizioni di esposizione nelle abitazioni**, nelle scuole, negli ospedali e nei luoghi di lavoro. Le valutazioni dovrebbero comprendere l'intensità di picco, la pulsazione e la modulazione dei segnali, la durata dell'esposizione, la presenza simultanea di più frequenze e le variazioni dell'attività di trasmissione.

Particolare attenzione deve essere dedicata al beamforming del 5G, che dirige i segnali a radiofrequenza verso i singoli utenti anziché trasmetterli uniformemente

sull'intera area di copertura. Le misurazioni convenzionali effettuate in postazioni fisse potrebbero pertanto non rilevare l'esposizione effettivamente sperimentata dagli utilizzatori di dispositivi mobili. Sono necessari nuovi metodi di dosimetria personale per misurare l'esposizione dinamica e direzionata verso gli utenti, comprese l'intensità del segnale, la densità di potenza, la pulsazione e la modulazione, **in condizioni operative realistiche**.

Le valutazioni dell'esposizione residenziale a lungo termine dovrebbero ricostruire la storia espositiva, documentando le modifiche alle configurazioni delle antenne, alla potenza di trasmissione, alle frequenze e alle infrastrutture circostanti. La sola distanza da una stazione radio base non costituisce un indicatore affidabile dell'esposizione effettiva.

AMICA APS esorta le agenzie sanitarie federali a istituire **un sistema indipendente di monitoraggio continuo dei campi elettromagnetici a radiofrequenza**, coordinato da istituzioni pubbliche e supportato da una banca dati nazionale delle misurazioni attuali e storiche. Questi dati dovrebbero essere collegati, nel rispetto di rigorose garanzie di tutela della riservatezza, ai sistemi di sorveglianza epidemiologica, per indagare le possibili associazioni tra esposizione cumulativa e incidenza delle malattie.

La valutazione dell'esposizione deve andare oltre la semplice verifica del rispetto dei limiti normativi, per determinare l'intensità effettiva, le caratteristiche e la durata dell'esposizione della popolazione, fornendo una base scientifica per la ricerca sanitaria e l'adozione di misure preventive.

Domanda 9 — Quali informazioni tecniche e relative all'esposizione dovrebbero essere rese disponibili ai consumatori, ai residenti, ai lavoratori, alle scuole, agli operatori sanitari e alle autorità locali?

AMICA APS ritiene che le persone abbiano **il diritto fondamentale di conoscere** l'entità e le caratteristiche dei campi elettromagnetici a radiofrequenza ai quali sono esposte, soprattutto quando l'esposizione è involontaria e proviene da infrastrutture per le telecomunicazioni installate in prossimità di abitazioni, scuole, luoghi di lavoro o strutture sanitarie.

Gli operatori delle telecomunicazioni dovrebbero essere obbligati per legge a rendere pubblici l'ubicazione, le frequenze operative, la potenza di trasmissione, l'orientamento delle antenne, le caratteristiche delle emissioni e la storia operativa di ogni stazione radio base per la telefonia mobile. Le informazioni divulgate

dovrebbero comprendere anche la pulsazione e la modulazione dei segnali, le emissioni di picco, l'attivazione di ulteriori bande di frequenza, i cambiamenti tecnologici e le modifiche che incidono sulle condizioni di esposizione.

I residenti e le autorità locali dovrebbero ricevere una comunicazione preventiva delle installazioni previste o delle modifiche sostanziali alle infrastrutture esistenti, accompagnata da **informazioni tecniche accessibili** e dai risultati di valutazioni indipendenti dell'esposizione.

Le misurazioni dell'esposizione ambientale dovrebbero essere pubblicamente disponibili attraverso una banca dati nazionale gestita in modo indipendente, corredata da mappe locali dettagliate che riportino i valori misurati dell'intensità del campo elettrico, le variazioni temporali e, ove tecnicamente possibile, il contributo delle singole sorgenti trasmettenti.

La banca dati dovrebbe conservare le misurazioni storiche e la documentazione delle modifiche apportate alle infrastrutture, consentendo ai residenti e ai ricercatori di ricostruire la storia dell'esposizione a lungo termine. Queste informazioni sono particolarmente importanti per le **indagini epidemiologiche** sulle malattie caratterizzate da periodi di latenza potenzialmente lunghi.

Le scuole, gli ospedali e le strutture residenziali di assistenza dovrebbero ricevere informazioni specifiche sugli impianti trasmettenti situati nelle vicinanze e sui livelli di esposizione misurati. Gli operatori sanitari dovrebbero poter accedere ai dati ambientali pertinenti quando indagano le possibili relazioni tra i sintomi dei pazienti e le condizioni di esposizione.

Le autorità locali devono avere accesso alle informazioni tecniche necessarie per valutare le installazioni proposte e partecipare in modo significativo alle decisioni che riguardano le proprie comunità. Le informazioni destinate ai residenti dovrebbero essere presentate con un linguaggio chiaro e accessibile, senza nascondere le incertezze scientifiche relative ai potenziali effetti sulla salute a lungo termine.

AMICA respinge un sistema normativo nel quale gli operatori delle telecomunicazioni dispongono di informazioni dettagliate sulle emissioni generate dalle proprie infrastrutture, mentre i residenti, gli operatori sanitari e le autorità pubbliche non hanno un accesso equivalente ai dati pertinenti sull'esposizione.

Domanda 10 — Quali fonti di dati o sistemi di sorveglianza esistono attualmente per monitorare i potenziali effetti avversi sulla salute associati all'esposizione alle radiofrequenze? Dovrebbero essere sviluppati ulteriori sistemi?

AMICA APS chiede l'istituzione di un sistema obbligatorio di sorveglianza epidemiologica su scala nazionale, in grado di indagare le potenziali associazioni tra l'esposizione alle emissioni a radiofrequenza delle stazioni radio base per la telefonia mobile e gli effetti sulla salute delle popolazioni residenti nelle aree circostanti.

Le risorse di sanità pubblica esistenti, tra cui i registri tumori, i sistemi di sorveglianza delle malattie, le cartelle cliniche ospedaliere, le indagini sulla salute della popolazione e le reti di monitoraggio ambientale, forniscono informazioni preziose. Tuttavia, queste risorse non vengono sistematicamente integrate con la storia dell'esposizione residenziale individuale e con i livelli di RF-EMF misurati in modo indipendente, nell'ambito di **un programma nazionale coordinato** e specificamente concepito per indagare i potenziali effetti sulla salute delle infrastrutture per le telecomunicazioni.

L'assenza di una **sorveglianza epidemiologica sistematica**, collegata ai dati sull'esposizione, rappresenta una grave lacuna nella tutela della salute pubblica, soprattutto per le popolazioni sottoposte a un'esposizione prolungata e involontaria.

Diverse indagini epidemiologiche hanno riportato risultati che meritano ulteriori approfondimenti:

- Eger et al. (2004), nello studio tedesco condotto a Naila, hanno riportato un aumento dell'incidenza dei tumori tra i residenti che vivevano entro 400 metri da un impianto di trasmissione per la telefonia mobile.
- Wolf e Wolf (2004) hanno riportato un aumento dell'incidenza dei tumori tra i residenti nelle vicinanze di una stazione trasmittente per la telefonia cellulare in Israele.
- Hutter et al. (2006) hanno esaminato i sintomi soggettivi, i disturbi del sonno e le prestazioni cognitive, riscontrando associazioni tra l'esposizione misurata e determinati sintomi, in particolare la cefalea, a livelli inferiori agli attuali limiti di riferimento.
- Abdel-Rassoul et al. (2007) hanno riportato una maggiore prevalenza di alcuni sintomi neurocomportamentali tra i residenti nelle vicinanze delle stazioni radio base per la telefonia mobile.

- Dode et al. (2011) hanno esaminato la distribuzione geografica della mortalità per neoplasie in relazione all'ubicazione delle stazioni radio base per la telefonia mobile a Belo Horizonte, in Brasile.
- Balmori (2022) ha esaminato gli studi sulle popolazioni residenti nelle vicinanze delle stazioni radio base per la telefonia mobile, comprese le indagini che hanno riportato sintomi, alterazioni biochimiche ed esiti relativi alle patologie tumorali.

Questi studi presentano notevoli differenze per disegno sperimentale, valutazione dell'esposizione, dimensioni del campione e qualità metodologica. Nessuno di essi, considerato singolarmente, dimostra un rapporto di causalità, ma i risultati ottenuti giustificano ulteriori indagini indipendenti attraverso un sistema coordinato di sorveglianza epidemiologica.

AMICA propone che le autorità sanitarie pubbliche locali istituiscano servizi dedicati di epidemiologia ambientale, coordinati a livello nazionale da un'istituzione indipendente di sanità pubblica e operanti in collaborazione con le agenzie di monitoraggio ambientale.

Come priorità iniziale della sorveglianza, si dovrebbe prestare particolare **attenzione alle popolazioni residenti entro 500 metri dagli impianti trasmissivi**, senza considerare tale distanza come una soglia di rischio scientificamente accertata. L'esposizione effettiva deve essere valutata attraverso misurazioni indipendenti, anziché sulla sola base della distanza.

Il sistema di sorveglianza dovrebbe integrare i registri dei tumori e delle malattie, le misurazioni ambientali delle radiofrequenze, la storia dell'esposizione residenziale e professionale, la documentazione relativa all'installazione e alle modifiche delle infrastrutture e i dati clinici longitudinali, nel rispetto di adeguate garanzie di tutela della riservatezza.

I suoi obiettivi principali dovrebbero essere l'identificazione della distribuzione geografica e temporale delle malattie, l'indagine sui cambiamenti degli esiti sanitari successivi all'installazione o alla modifica delle infrastrutture per le telecomunicazioni e la valutazione delle potenziali relazioni esposizione-risposta, tenendo conto dei pertinenti fattori confondenti.

Registri delle malattie e identificazione dei cluster di malattie

I registri tumori, i registri delle malattie neurologiche e le altre banche dati sanitarie pertinenti dovrebbero essere integrati con le informazioni geografiche e

storiche sull'esposizione alle radiofrequenze, attraverso procedure epidemiologiche che garantiscano la tutela della riservatezza.

Particolare attenzione dovrebbe essere dedicata ai tumori cerebrali, agli schwannomi, alle neoplasie ematologiche, ai disturbi neurologici, ai disturbi del sonno e agli altri esiti sanitari individuati come potenzialmente rilevanti nella letteratura scientifica.

L'identificazione di concentrazioni geografiche o temporali anomale di casi di malattia dovrebbe determinare l'avvio di indagini epidemiologiche formali, comprendenti confronti con popolazioni di riferimento opportunamente selezionate, valutazioni indipendenti dell'esposizione e l'esame dei potenziali fattori confondenti.

Monitoraggio dell'esposizione professionale

I lavoratori impegnati nell'installazione, nella manutenzione e nella gestione delle infrastrutture per le telecomunicazioni dovrebbero essere inclusi in programmi specifici di sorveglianza sanitaria dei lavoratori.

Tali programmi dovrebbero documentare l'intensità e la durata dell'esposizione, le frequenze, la pulsazione e la modulazione dei segnali, le emissioni di picco e gli esiti sanitari pertinenti all'esposizione professionale, prevedendo un adeguato monitoraggio longitudinale nel tempo.

Monitoraggio ambientale

Dovrebbe essere istituito un sistema di monitoraggio ambientale continuo delle radiofrequenze nelle aree residenziali, nelle scuole, negli ospedali e nei luoghi di lavoro situati in prossimità degli impianti per le telecomunicazioni.

Le misurazioni dovrebbero essere effettuate da istituzioni pubbliche indipendenti, utilizzando procedure standardizzate e strumenti calibrati, con particolare attenzione alle variazioni temporali, all'esposizione cumulativa derivante da più sorgenti e alle caratteristiche rilevanti dei segnali.

La documentazione storica dell'esposizione dovrebbe essere conservata per supportare le indagini sulle malattie caratterizzate da periodi di latenza potenzialmente lunghi.

Studi di coorte longitudinali

Dovrebbero essere istituiti studi prospettici di coorte sulla popolazione per indagare le potenziali conseguenze a lungo termine dell'esposizione ambientale alle radiofrequenze.

I partecipanti dovrebbero essere sottoposti a valutazioni ripetute dell'esposizione e a controlli sanitari sistematici nel corso del tempo. Gli studi dovrebbero includere gruppi di confronto appropriati e tenere conto dell'età, delle condizioni socioeconomiche, delle esposizioni professionali, dei fattori legati allo stile di vita e di altri potenziali fattori confondenti rilevanti.

Biomonitoraggio

Ove scientificamente giustificato e clinicamente appropriato, il biomonitoraggio dovrebbe indagare lo stress ossidativo, i processi infiammatori, le alterazioni endocrine e altri parametri biologici individuati nella ricerca sperimentale sulle radiofrequenze.

Queste misurazioni dovrebbero essere utilizzate come strumenti di ricerca, a meno che la loro validità come indicatori di danno correlato all'esposizione alle radiofrequenze non sia stata scientificamente accertata.

Sistema di segnalazione degli eventi avversi

Gli operatori sanitari e i cittadini dovrebbero avere accesso a un sistema nazionale dedicato alla segnalazione di sintomi e malattie sospettati di essere associati all'esposizione ai campi elettromagnetici.

Le segnalazioni dovrebbero essere registrate e valutate sistematicamente e, ove appropriato, approfondite attraverso valutazioni cliniche e misurazioni indipendenti dell'esposizione. **Ai pazienti non deve essere richiesto di dimostrare un rapporto di causalità prima di poter presentare le proprie segnalazioni o prima che queste possano essere prese in considerazione per ulteriori indagini.**

Responsabilità e costi sociali delle infrastrutture per le telecomunicazioni

AMICA APS ritiene che la sorveglianza epidemiologica debba perseguire anche un interesse pubblico più ampio: **identificare i potenziali costi sanitari, sociali ed economici associati all'esposizione ambientale derivante dalle infrastrutture per le telecomunicazioni.**

Qualora indagini scientifiche indipendenti accertino che determinate esposizioni contribuiscono all'insorgenza di malattie o a danni ambientali, i costi che ne derivano non devono ricadere esclusivamente sulle persone colpite, sulle loro famiglie e sui sistemi sanitari finanziati con fondi pubblici.

Le aziende di telecomunicazioni dovrebbero essere chiamate a rispondere finanziariamente dei danni alla salute e all'ambiente scientificamente attribuibili alle loro attività, conformemente alla legislazione applicabile. Tale responsabilità dovrebbe comprendere le cure mediche, la riabilitazione, il sostegno alle persone con disabilità, gli interventi di risanamento ambientale e le altre conseguenze dimostrabili.

AMICA chiede pertanto l'istituzione di un meccanismo indipendente per valutare l'impatto sanitario ed economico delle esposizioni associate alle telecomunicazioni, accertare le responsabilità laddove supportate dalle evidenze e garantire che i costi dei danni dimostrati siano sostenuti dagli operatori responsabili.

L'industria delle telecomunicazioni dovrebbe inoltre contribuire al finanziamento del monitoraggio ambientale indipendente e della sorveglianza della salute pubblica attraverso contributi obbligatori previsti dalla normativa. Tale finanziamento non deve conferire alcuna influenza sulle priorità della ricerca, sui metodi scientifici, sull'interpretazione dei dati o sulla pubblicazione dei risultati.

I profitti generati dalle infrastrutture wireless non devono essere privatizzati mentre i costi degli eventuali danni che ne derivano vengono trasferiti ai pazienti e ai sistemi sanitari pubblici.

Domanda 11 — La valutazione dell'esposizione o del rischio dovrebbe essere differenziata per le popolazioni vulnerabili?

AMICA APS ritiene che le valutazioni dell'esposizione e del rischio debbano tenere esplicitamente conto delle differenze nella **vulnerabilità biologica, nell'età, nelle condizioni di salute, nella durata dell'esposizione e nella possibilità di evitare le esposizioni involontarie.**

Non si può presumere che un unico limite di esposizione garantisca una protezione adeguata a tutti i gruppi della popolazione, soprattutto quando gli standard esistenti si basano prevalentemente sulla prevenzione degli effetti termici accertati.

Bambini. I bambini necessitano di una protezione particolare a causa dello sviluppo ancora in corso del loro sistema nervoso, delle loro caratteristiche anatomiche e fisiologiche e della prospettiva di un'esposizione cumulativa nell'arco dell'intera vita. Le infrastrutture wireless presenti all'interno o in prossimità delle scuole dovrebbero essere sottoposte a valutazioni indipendenti dell'esposizione e negli ambienti scolastici dovrebbe essere data priorità ai sistemi di comunicazione cablati.

Donne in gravidanza. Lo sviluppo prenatale comporta processi biologici complessi che possono essere vulnerabili alle perturbazioni ambientali. Le valutazioni del rischio dovrebbero considerare esplicitamente l'esposizione materna e fetale, anziché presumere che gli standard sviluppati principalmente sulla base dell'esposizione degli adulti tengano adeguatamente conto della suscettibilità prenatale.

Anziani. Le persone anziane possono presentare patologie croniche, una ridotta capacità fisiologica di adattamento e un'esposizione prolungata negli ambienti residenziali o sanitari. Particolare attenzione dovrebbe essere dedicata agli ospedali, alle strutture residenziali di assistenza e alle condizioni di esposizione a lungo termine.

Persone con dispositivi medici impiantati. Le valutazioni dell'esposizione devono affrontare le questioni relative alla compatibilità elettromagnetica e alle potenziali interferenze con pacemaker, defibrillatori impiantabili, neurostimolatori e altri dispositivi medici elettronici. Questi rischi richiedono valutazioni specifiche per ciascun dispositivo e non devono essere confusi con gli effetti biologici studiati nella tossicologia delle radiofrequenze.

Lavoratori professionalmente esposti. I lavoratori impiegati nel settore delle telecomunicazioni e in altre attività che comportano l'esposizione alle radiofrequenze possono essere sottoposti a esposizioni ripetute a livelli superiori a quelli riscontrati nella popolazione generale. La tutela della salute dei lavoratori dovrebbe comprendere il monitoraggio personale dell'esposizione, la documentazione della storia espositiva, un'adeguata sorveglianza sanitaria e valutazioni indipendenti degli ambienti di lavoro. Il rapporto di lavoro non deve essere interpretato come un consenso a rischi per la salute evitabili.

Persone con patologie preesistenti. Non si dovrebbe presumere automaticamente che le persone affette da patologie neurologiche, cardiovascolari, immunitarie o da altre malattie croniche presentino la stessa suscettibilità degli adulti sani. Laddove le evidenze scientifiche siano ancora incomplete, dovrebbero essere disponibili ragionevoli misure di riduzione dell'esposizione.

Persone con Ipersensibilità Elettromagnetica (EHS). AMICA APS ritiene che le persone affette da EHS richiedano particolare attenzione da parte delle istituzioni sanitarie e delle autorità pubbliche.

Molte di queste persone riferiscono sintomi gravi e limitazioni funzionali significative, che compromettono la loro capacità di vivere, lavorare, viaggiare e accedere ai servizi essenziali negli ambienti in cui sono presenti apparecchiature di trasmissione wireless.

Sebbene i meccanismi causali alla base dell'EHS rimangano oggetto di controversia scientifica, **l'incertezza relativa a tali meccanismi non deve giustificare la svalutazione dei sintomi dei pazienti né il rifiuto di cure mediche appropriate e di ragionevoli misure di adattamento ambientale.**

AMICA chiede pertanto che sia garantito l'accesso ad ambienti a bassa esposizione, ad alternative di comunicazione cablate, a strutture sanitarie opportunamente adattate e a misure pratiche per ridurre l'esposizione involontaria. Alle persone interessate non dovrebbe essere richiesto di dimostrare l'esistenza di un meccanismo biologico universalmente riconosciuto prima che vengano prese in considerazione le loro limitazioni funzionali e le loro esigenze di adattamento ambientale.

Intervento normativo immediato: riduzione dei limiti di esposizione della popolazione a 0,6 V/m

Il miglioramento della ricerca e della sorveglianza epidemiologica non deve diventare un motivo per rinviare l'adozione di misure preventive. AMICA APS chiede alle autorità federali degli Stati Uniti di stabilire immediatamente un limite precauzionale di esposizione della popolazione pari a 0,6 V/m, dando particolare priorità alle abitazioni, alle scuole, agli ospedali, alle strutture residenziali di assistenza e agli altri ambienti nei quali le persone trascorrono periodi prolungati.

Questa proposta trova sostegno, come obiettivo di politica precauzionale, nella **Risoluzione 1815 (2011) dell'Assemblea parlamentare del Consiglio d'Europa**

(PACE), I potenziali pericoli dei campi elettromagnetici e i loro effetti sull'ambiente.

Il paragrafo 8.2.1 raccomanda soglie preventive per l'esposizione a lungo termine alle microonde negli ambienti interni, non superiori **a 0,6 V/m, con una progressiva riduzione verso 0,2 V/m nel medio termine.**

Questi valori costituiscono raccomandazioni di politica precauzionale, non soglie stabilite sperimentalmente che garantiscano l'assenza di effetti biologici. Né rappresentano standard internazionali di esposizione giuridicamente vincolanti.

Tuttavia, forniscono una base concreta per un approccio normativo maggiormente protettivo nei confronti dell'esposizione cronica e involontaria.

AMICA chiede l'adozione di 0,6 V/m come limite precauzionale giuridicamente vincolante per l'esposizione a lungo termine della popolazione, accompagnato da una progressiva riduzione verso 0,2 V/m, da un monitoraggio ambientale indipendente e da una sorveglianza epidemiologica obbligatoria.

L'attuazione di queste misure dovrebbe imporre agli operatori delle telecomunicazioni di ridurre le emissioni evitabili, adottare soluzioni tecniche che comportino una minore esposizione e dimostrare il rispetto dei limiti attraverso misurazioni verificate in modo indipendente. Le valutazioni dell'esposizione dovrebbero considerare il contributo complessivo delle sorgenti di radiofrequenza rilevanti, anziché esaminare ciascun impianto isolatamente.

La tutela della salute pubblica non può dipendere esclusivamente dalla riduzione volontaria delle emissioni da parte delle aziende di telecomunicazioni.

Il principio fondamentale deve essere che **lo sviluppo tecnologico sia al servizio della salute umana** e della protezione dell'ambiente, anziché imporre alle popolazioni di accettare un'esposizione involontaria crescente senza un'adeguata valutazione indipendente delle sue conseguenze.

Riferimenti scientifici

- Abdel-Rassoul, G., et al. (2007). Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *NeuroToxicology*, 28(2), 434–440. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2006.07.012>
- Balmori, A. (2022). Evidence for a health risk by RF on humans living around mobile phone base stations: From radiofrequency sickness to cancer.

Environmental Research, 214, 113851.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113851>

- Brizzi, M., & Marinelli, F. (2018). Increased risk of cancer and heart diseases due to the exposure to the radar EMF among the population of Potenza Picena, Italy (1986–91). *European Journal of Oncology*, 23(4), 204–210.
- Dode, A. C., et al. (2011). Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil. *Science of the Total Environment*, 409(19), 3649–3665. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.051>
- Eger, H., Hagen, K., Lucas, B., Vogel, P., & Voit, H. (2004). Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz. *Umwelt Medizin Gesellschaft*, 17(4).
- Hutter, H.-P., Moshhammer, H., Wallner, P., & Kundi, M. (2006). Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occupational and Environmental Medicine*, 63(5), 307–313. <https://doi.org/10.1136/oem.2005.020784>
- Parliamentary Assembly of the Council of Europe (PACE). (2011). Resolution 1815: The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment, particularly paragraph 8.2.1.
- Santini, R., et al. (2002). Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile: I/Incidences de la distance et du sexe. *Pathologie Biologie*, 50(6), 369–373.
- Wolf, R., & Wolf, D. (2004). Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. *International Journal of Cancer Prevention*, 1(2).

Domanda 12 — Quali evidenze scientifiche esistono riguardo ai potenziali effetti avversi sulla salute associati all'esposizione alle radiofrequenze a livelli inferiori agli attuali limiti federali?

AMICA APS ritiene che le evidenze scientifiche accumulate nel corso di diversi decenni mettano in discussione il presupposto secondo cui i campi elettromagnetici a radiofrequenza siano biologicamente innocui ogniqualvolta l'esposizione rimanga al di sotto degli attuali limiti federali.

La questione scientifica centrale non riguarda semplicemente la quantità di energia elettromagnetica assorbita dall'organismo, ma anche il modo in cui l'esposizione varia nel tempo. **La pulsazione e la modulazione dei segnali**, le frequenze di ripetizione degli impulsi e i campi elettrici indotti sono parametri potenzialmente

rilevanti che devono essere adeguatamente caratterizzati nella ricerca biologica e nella valutazione del rischio.

Gli attuali limiti di esposizione alle radiofrequenze si concentrano prevalentemente sulla prevenzione degli effetti avversi accertati associati al riscaldamento dei tessuti. Tuttavia, studi sperimentali hanno riportato alterazioni biologiche in condizioni di esposizione che non producono un riscaldamento apprezzabile.

Lai e Singh (1995, 1996) hanno riportato **rottture a singolo e doppio filamento del DNA** nelle cellule cerebrali di ratti esposti a campi elettromagnetici a radiofrequenza. Marinelli e colleghi (2004) hanno studiato le alterazioni dei meccanismi di segnalazione coinvolti nell'apoptosi e nella sopravvivenza cellulare in seguito all'esposizione a campi elettromagnetici a 900 MHz. Altre indagini sperimentali hanno esaminato lo stress ossidativo, l'attività enzimatica, la segnalazione del calcio e i meccanismi di regolazione cellulare.

Particolare attenzione dovrebbe essere dedicata al lavoro di Martin L. Pall (2013), che ha proposto l'ipotesi secondo cui i campi elettromagnetici possano influenzare **i canali del calcio voltaggio-dipendenti (VGCC)**, innescando potenzialmente risposte biochimiche che coinvolgono il calcio intracellulare, l'ossido nitrico, il perossinitrito e lo stress ossidativo.

Sebbene la rilevanza di questo meccanismo proposto per gli effetti sulla salute umana in condizioni di esposizione ambientale alle radiofrequenze rimanga oggetto di controversia scientifica, esso illustra perché l'assenza di un riscaldamento misurabile dei tessuti non possa, di per sé, dimostrare l'assenza di attività biologica.

AMICA esorta pertanto le agenzie sanitarie federali a rivalutare le evidenze scientifiche relative agli effetti biologici a livelli inferiori agli attuali limiti di esposizione, con particolare attenzione ai meccanismi non termici e alla potenziale influenza della pulsazione e della modulazione dei segnali.

La pulsazione come fattore determinante della risposta biologica

È necessario operare una distinzione fondamentale tra la frequenza portante di un campo elettromagnetico e le caratteristiche temporali del segnale trasmesso.

I sistemi radar, le apparecchiature Wi-Fi e le reti di telecomunicazione mobile generano segnali con differenti modalità di pulsazione, modulazione e trasmissione intermittente. Queste caratteristiche possono influenzare le risposte biologiche indipendentemente dall'intensità media dell'esposizione.

Belyaev (2005) ha esaminato le evidenze sperimentali che indicano come le risposte biologiche alle microonde dipendano non soltanto dalla densità di potenza, ma anche dalle caratteristiche del segnale.

La **Risoluzione scientifica di Potenza Picena (20 aprile 2013)**, adottata a seguito della conferenza internazionale Radar, Radiofrequenze e Rischi per la Salute, ha affrontato specificamente la rilevanza biologica dell'esposizione alle radiofrequenze pulsate. I suoi firmatari, tra cui Henry Lai, Fiorenzo Marinelli, Olle Johansson e Nesrin Seyhan, hanno concluso che le emissioni radar pulsate possono produrre effetti biologici differenti da quelli associati ai campi non pulsati.

La Risoluzione ha evidenziato potenziali alterazioni dell'attività enzimatica e della regolazione del DNA, compresa la metilazione genomica, e ha riportato osservazioni sperimentali su cellule in coltura esposte alle emissioni radar nelle aree residenziali di Potenza Picena. Tali osservazioni comprendevano l'attivazione dell'apoptosi in seguito a esposizioni di breve durata e l'attivazione di meccanismi di segnalazione che favoriscono la sopravvivenza cellulare dopo esposizioni superiori a 24 ore.

La Risoluzione ha invitato i governi e le autorità sanitarie pubbliche a rivedere i limiti di esposizione per tenere conto degli effetti biologici dei segnali a **radiofrequenza pulsati**, compresi quelli che si verificano a livelli inferiori a quelli associati al danno termico.

La pulsazione è importante. Gli effetti biologici di un segnale elettromagnetico non possono essere valutati adeguatamente sulla sola base della sua potenza mediata nel tempo. Ciò non dimostra che ogni segnale pulsato sia dannoso, ma impone di studiare le caratteristiche degli impulsi anziché escluderle dalla valutazione del rischio.

AMICA APS esorta pertanto le agenzie sanitarie federali a richiedere una **caratterizzazione esplicita della pulsazione, della modulazione, dell'intensità di picco, della frequenza di ripetizione degli impulsi e della durata dell'esposizione negli studi sperimentali e nelle valutazioni normative, anziché basarsi prevalentemente sui valori medi della densità di potenza o del SAR.**

Evidenze relative all'esposizione residenziale alle stazioni radio base per la telefonia mobile

Le indagini epidemiologiche condotte su popolazioni residenti nelle vicinanze delle stazioni radio base per la telefonia mobile hanno riportato associazioni con effetti

avversi sulla salute a livelli di esposizione ambientale inferiori agli attuali limiti normativi.

Hutter e colleghi (2006) hanno studiato residenti esposti alle emissioni delle stazioni radio base per la telefonia mobile in ambienti urbani e rurali. Sebbene i livelli di esposizione misurati fossero notevolmente inferiori ai limiti di riferimento allora vigenti, i ricercatori hanno riportato associazioni tra l'esposizione alle radiofrequenze e alcuni **sintomi soggettivi, in particolare la cefalea**.

Abdel-Rassoul e colleghi (2007) hanno riportato una maggiore frequenza di **sintomi neurocomportamentali** tra i residenti nelle vicinanze delle stazioni radio base per la telefonia mobile rispetto a una popolazione di controllo.

Eger e colleghi (2004) e Wolf e Wolf (2004) hanno riportato **un aumento dell'incidenza dei tumori** tra le popolazioni residenti in prossimità di impianti per le telecomunicazioni. Tuttavia, i limiti relativi al disegno degli studi, alla valutazione dell'esposizione e al controllo dei fattori confondenti restringono le conclusioni che è possibile trarre riguardo al rapporto di causalità.

Balmori (2022), esaminando le ricerche sulle popolazioni residenti nelle vicinanze delle stazioni radio base per la telefonia mobile, ha individuato studi che riportavano sintomi, alterazioni biologiche ed esiti relativi alle patologie tumorali associati all'esposizione residenziale.

Sebbene queste indagini differiscano per qualità metodologica e non dimostrino, singolarmente, l'esistenza di rapporti causali, i loro risultati giustificano indagini epidemiologiche sistematiche e una valutazione precauzionale, soprattutto perché le associazioni riportate sono state osservate in condizioni di esposizione generalmente considerate conformi ai limiti esistenti.

AMICA esorta le agenzie sanitarie federali a condurre studi indipendenti che comprendano misurazioni oggettive dell'esposizione, la ricostruzione della storia dell'esposizione residenziale a lungo termine e popolazioni di confronto appropriate. Il rispetto degli attuali limiti di esposizione non deve essere utilizzato come motivo per escludere dalle valutazioni del rischio per la salute pubblica risultati epidemiologici potenzialmente rilevanti.

Evidenze sperimentali di cancerogenicità

Il National Toxicology Program (NTP) degli Stati Uniti (2018) ha riportato evidenze chiare di attività cancerogena nei ratti maschi esposti a radiazioni a radiofrequenza

modulate secondo gli standard GSM e CDMA, principalmente sulla base dell'insorgenza di schwannomi maligni del cuore.

Falcioni e colleghi (2018), nello studio dell'Istituto Ramazzini, hanno riportato un aumento statisticamente significativo degli **schwannomi cardiaci** nei ratti maschi esposti a un segnale GSM a 1,8 GHz con un'intensità di campo elettrico pari a 50 V/m, inferiore al livello di riferimento ICNIRP applicabile a quella frequenza.

I risultati dello studio Ramazzini sono particolarmente rilevanti perché l'indagine ha esaminato un'esposizione a lungo termine in campo lontano, rappresentativa delle emissioni delle stazioni radio base per la telefonia mobile. L'insorgenza di tipologie tumorali correlate in due programmi sperimentali indipendenti rafforza le evidenze che giustificano una rivalutazione dei pericoli cancerogeni delle radiofrequenze.

Questi studi mettono in discussione il presupposto secondo cui il rispetto degli standard esistenti sia sufficiente a escludere i pericoli cancerogeni a lungo termine.

AMICA APS chiede pertanto una rivalutazione immediata e indipendente dei limiti federali di esposizione alle radiofrequenze, che tenga conto delle evidenze sperimentali di cancerogenicità, dell'esposizione cronica, degli effetti biologici non termici, della pulsazione e della modulazione dei segnali e della vulnerabilità di specifici gruppi della popolazione.

Domanda 13 — Secondo le evidenze scientifiche, in che modo le tecnologie wireless emergenti ed esistenti influenzano le modalità di esposizione cumulativa?

AMICA APS ritiene che l'espansione delle tecnologie wireless stia trasformando l'ambiente elettromagnetico attraverso la proliferazione delle sorgenti trasmettenti, delle bande di frequenza, degli schemi di modulazione e delle modalità di esposizione intermittente.

La questione fondamentale non riguarda semplicemente il numero crescente di dispositivi wireless, ma la presenza simultanea di segnali elettromagnetici caratterizzati da frequenze, strutture degli impulsi, cicli di trasmissione e distribuzioni spaziali differenti.

Le valutazioni dell'esposizione cumulativa devono caratterizzare il contributo complessivo delle sorgenti di radiofrequenza rilevanti, comprese le loro variazioni temporali, le intensità di picco, la pulsazione e la modulazione, anziché basarsi

esclusivamente su misurazioni isolate o su valori della densità di potenza mediati nel tempo.

Le conseguenze biologiche dell'esposizione simultanea a più segnali rimangono insufficientemente caratterizzate. La possibilità che differenti condizioni di esposizione producano risposte biologiche additive, sinergiche o di altro tipo deve essere indagata sperimentalmente, anziché essere dedotta esclusivamente dalle misurazioni convenzionali della potenza.

AMICA esorta pertanto le agenzie sanitarie federali a sviluppare metodologie standardizzate per valutare l'esposizione reale derivante da molteplici tecnologie wireless e a sostenere ricerche indipendenti sulla potenziale rilevanza biologica dell'esposizione combinata e prolungata.

a. Reti mobili di quinta generazione (5G)

L'introduzione delle reti mobili di quinta generazione solleva importanti preoccupazioni per la salute pubblica, sia per le evidenze biologiche associate alle radiofrequenze già utilizzate dalle precedenti generazioni di tecnologie wireless, sia per le notevoli incertezze scientifiche che riguardano le applicazioni più recenti a frequenze più elevate.

Il 5G introduce caratteristiche tecniche che complicano la valutazione dell'esposizione, tra cui l'utilizzo di più bande di frequenza, i sistemi di antenne massive multiple-input multiple-output (MIMO), il **beamforming**, le modalità di trasmissione dinamiche e, in alcune configurazioni, reti dense di **piccole celle** (small cells). Il beamforming produce emissioni variabili nello spazio e nel tempo, che non sempre possono essere adeguatamente caratterizzate attraverso misurazioni statiche o parametri convenzionali di esposizione mediati nel tempo.

Un'importante valutazione scientifica commissionata dal Parlamento europeo fornisce solide ragioni di preoccupazione. Nel rapporto Health impact of 5G, Belpoggi (2021) ha esaminato le evidenze epidemiologiche e sperimentali relative alla cancerogenicità e agli effetti riproduttivi e sullo sviluppo dei campi elettromagnetici a radiofrequenza.

Per le frequenze comprese tra 450 MHz e 6 GHz, che includono le bande utilizzate dal 5G e dalle precedenti generazioni di telecomunicazioni mobili, la revisione ha individuato evidenze limitate di cancerogenicità nell'uomo ed evidenze sufficienti negli animali da esperimento. Integrando questi risultati, Belpoggi ha concluso che i campi elettromagnetici a radiofrequenza in questo intervallo di frequenze dovrebbero essere considerati **probabilmente cancerogeni per l'Uomo**.

La valutazione ha inoltre individuato evidenze sufficienti di effetti avversi sulla fertilità maschile, sia negli studi epidemiologici sull'uomo sia nelle indagini sperimentali sugli animali, insieme a evidenze che sollevano preoccupazioni riguardo alla fertilità femminile e allo sviluppo prenatale.

Queste conclusioni sono particolarmente rilevanti perché il 5G opera contemporaneamente alle reti di telecomunicazione esistenti, contribuendo a creare un ambiente sempre più complesso, caratterizzato dall'esposizione simultanea e prolungata alle radiofrequenze.

Per le frequenze più elevate, comprese tra 24 e 100 GHz, la revisione non ha individuato studi adeguati in grado di valutare la cancerogenicità o i pericoli per la riproduzione e lo sviluppo. **L'assenza di evidenze adeguate non costituisce una prova di sicurezza, soprattutto quando si prevede di utilizzare queste frequenze per applicazioni commerciali su larga scala.**

Alle frequenze delle onde millimetriche, l'energia elettromagnetica viene assorbita prevalentemente dai tessuti superficiali, rendendo la pelle e le altre superfici esposte importanti bersagli per indagini dosimetriche e biologiche indipendenti. Le ricerche di Feldman e colleghi hanno esplorato il modo in cui le strutture anatomiche presenti nella pelle possano influenzare le interazioni elettromagnetiche a queste frequenze.

Belpoggi (2021) ha inoltre individuato importanti incertezze riguardo alla valutazione dell'esposizione derivante dalle reti 5G a funzionamento dinamico e ha raccomandato di prendere in considerazione una moratoria sull'implementazione delle onde millimetriche, in attesa di ricerche adeguate.

AMICA ha sostenuto **l'Appello per una moratoria precauzionale sull'ulteriore diffusione del 5G, promosso nel 2017** da un gruppo di scienziati guidato dai professori Rainer Nyberg e Lennart Hardell: <https://www.5gappeal.eu/>

L'appello e le risposte istituzionali che ne sono seguite sono stati successivamente esaminati in una pubblicazione scientifica sottoposta a revisione paritaria:

Hardell, L., & Nyberg, R. (2020). Appeals that matter or not on a moratorium on the deployment of the fifth generation, 5G, for microwave radiation. *Molecular and Clinical Oncology*, 12(3), 247–257. <https://doi.org/10.3892/mco.2020.1984>

AMICA APS ritiene che l'introduzione delle nuove tecnologie 5G non debba procedere sulla base di un presupposto di sicurezza, quando alle frequenze più basse sono state individuate importanti preoccupazioni relative alla

cancerogenicità e agli effetti sulla riproduzione e sullo sviluppo, mentre alle frequenze più elevate continuano a mancare indagini adeguate.

AMICA esorta pertanto le agenzie sanitarie federali a richiedere valutazioni indipendenti prima dell'introduzione di nuove bande di frequenza e di nuovi sistemi di trasmissione 5G, che comprendano la cancerogenicità, la tossicità riproduttiva e dello sviluppo, l'esposizione cronica, la pulsazione e la modulazione dei segnali, il beamforming, l'intensità di picco e l'esposizione cumulativa derivante da molteplici sorgenti trasmettenti.

b. Telefonia mobile di sesta generazione (6G)

Lo sviluppo delle reti mobili di sesta generazione solleva ulteriori preoccupazioni riguardo all'introduzione di nuove sorgenti e modalità di esposizione involontaria alle radiofrequenze, prima che le loro conseguenze biologiche a lungo termine siano state adeguatamente studiate.

I sistemi 6G proposti potrebbero incorporare ulteriori bande di frequenza, potenzialmente estese fino agli intervalli sub-terahertz, architetture di antenne sempre più complesse, modalità di trasmissione altamente dinamiche e una maggiore integrazione tra le reti di comunicazione terrestri e satellitari.

Sebbene le specifiche tecniche definitive e gli scenari di implementazione siano ancora in fase di sviluppo, queste innovazioni potrebbero introdurre condizioni di esposizione sostanzialmente differenti da quelle studiate per le precedenti generazioni di tecnologie wireless.

AMICA APS ritiene che **le incertezze scientifiche già individuate in relazione al 5G non debbano essere riprodotte o amplificate con il 6G**. Le nuove bande di frequenza, gli schemi di modulazione e le tecnologie di trasmissione dovrebbero essere sottoposti a valutazioni indipendenti della sicurezza biologica e ambientale prima della loro introduzione commerciale.

Tali valutazioni dovrebbero indagare l'esposizione cronica, la potenziale cancerogenicità, la tossicità riproduttiva e dello sviluppo, la pulsazione e la modulazione dei segnali, le intensità di picco e l'esposizione cumulativa derivante da più sorgenti.

AMICA chiede una moratoria precauzionale sull'introduzione commerciale dei sistemi 6G fino al completamento di adeguate indagini indipendenti sulla sicurezza, condotte prima dell'immissione sul mercato, e alla definizione di limiti di esposizione giuridicamente vincolanti.

L'assenza di evidenze adeguate di danno non deve essere interpretata come una prova di sicurezza, né il rispetto di standard sviluppati per le precedenti generazioni di tecnologie wireless deve essere automaticamente considerato sufficiente a dimostrare la sicurezza delle nuove tecnologie.

c. Wi-Fi

Il Wi-Fi rappresenta una fonte significativa di esposizione ambientale involontaria alle radiofrequenze, a causa della sua diffusione nelle abitazioni, nelle scuole, nei luoghi di lavoro, nei mezzi di trasporto pubblico e nelle strutture sanitarie.

I sistemi Wi-Fi utilizzano la trasmissione intermittente di pacchetti di dati, producendo emissioni variabili nel tempo, le cui caratteristiche temporali dipendono dall'attività della rete, dai protocolli di comunicazione e dalla configurazione dei dispositivi. La valutazione dell'esposizione dovrebbe pertanto considerare **la pulsazione e la modulazione dei segnali, le modalità di trasmissione e l'intensità di picco**, anziché basarsi esclusivamente sull'intensità media del campo.

Cappucci e colleghi (2022) hanno riportato alterazioni nella regolazione degli elementi trasponibili e nella stabilità genomica di *Drosophila melanogaster* in seguito all'esposizione sperimentale a campi elettromagnetici a radiofrequenza associati al Wi-Fi.

Sebbene questi risultati sperimentali richiedano una replicazione indipendente e non possano essere direttamente estrapolati agli effetti sulla salute umana, sollevano interrogativi riguardo a potenziali risposte biologiche che meritano ulteriori approfondimenti.

AMICA APS esorta le agenzie sanitarie federali a **promuovere la sostituzione del Wi-Fi con connessioni Ethernet cablate ovunque sia praticabile**, in particolare nelle scuole, negli ospedali, nelle strutture residenziali di assistenza e negli ambienti frequentati da bambini o da persone con Ipersensibilità Elettromagnetica.

Negli edifici pubblici e nelle strutture scolastiche dovrebbe essere data priorità alle infrastrutture di comunicazione cablate, come misura precauzionale concreta per ridurre l'esposizione evitabile alle radiofrequenze senza compromettere l'accesso ai servizi digitali.

d. Comunicazioni satellitari

L'espansione dei satelliti commerciali rappresenta un ulteriore passo verso la continua proliferazione delle sorgenti di radiofrequenza in un ambiente elettromagnetico già saturo di trasmissioni wireless.

La preoccupazione non riguarda soltanto le emissioni dei satelliti stessi, ma si estende alle infrastrutture terrestri necessarie al loro funzionamento, comprese le stazioni di collegamento a terra (gateway), i terminali trasmettenti degli utenti e le reti wireless associate.

Le evidenze sperimentali già disponibili sui danni al DNA, sullo stress ossidativo e sulle alterazioni della regolazione cellulare associati alle radiofrequenze forniscono motivi sufficienti per opporsi all'espansione incontrollata di nuove infrastrutture che emettono radiofrequenze. Non è più scientificamente ragionevole considerare ogni nuova tecnologia come una sorgente isolata, la cui sicurezza possa essere dedotta semplicemente dal rispetto degli attuali limiti di esposizione basati sugli effetti termici.

L'introduzione di ulteriori frequenze e sistemi trasmettenti solleva inoltre interrogativi sugli effetti biologici combinati delle esposizioni simultanee, comprese le possibili interazioni additive o sinergiche che le tradizionali valutazioni di conformità ai limiti normativi non sono concepite per chiarire.

AMICA APS chiede pertanto una **moratoria sull'ulteriore diffusione su larga scala delle infrastrutture commerciali di comunicazione satellitare**, fino a quando valutazioni indipendenti non avranno accertato un'adeguata protezione dall'esposizione cumulativa e non saranno stati adottati limiti precauzionali giuridicamente vincolanti.

e. Internet delle Cose (IoT)

L'Internet delle cose (IoT) contribuisce alla **progressiva densificazione dell'ambiente** elettromagnetico attraverso la proliferazione di sensori wireless, elettrodomestici, moduli di comunicazione e dispositivi automatizzati.

Sebbene i singoli trasmettitori possano funzionare a potenze relativamente basse, la loro diffusione su larga scala introduce ulteriori frequenze, trasmissioni ripetute e modalità di esposizione sovrapposte in ambienti nei quali le persone sono già sottoposte a un'esposizione continua o ricorrente alle radiofrequenze.

Le evidenze sperimentali di alterazioni genetiche e cellulari associate all'esposizione alle radiofrequenze rendono la proliferazione incontrollata dei trasmettitori wireless inaccettabile dal punto di vista delle politiche precauzionali. La valutazione separata di ciascun dispositivo non può dimostrare la sicurezza biologica dell'ambiente di esposizione complessivo.

I potenziali effetti additivi e sinergici tra segnali differenti devono essere studiati, anziché ignorati per il solo fatto che i singoli dispositivi rispettano i limiti esistenti.

AMICA chiede pertanto di arrestare l'espansione non necessaria delle infrastrutture IoT wireless e di rendere obbligatoria l'adozione di alternative cablate ovunque sia tecnicamente possibile.

f. Tecnologie wireless indossabili

Le tecnologie indossabili (wearable) sollevano particolari preoccupazioni perché comportano un'esposizione ripetuta o prolungata alle radiofrequenze in stretta prossimità dei tessuti biologici.

I trasmettitori Bluetooth, Wi-Fi e cellulari possono funzionare vicino alla pelle e ad altri tessuti per periodi prolungati, mentre gli utilizzatori sono contemporaneamente esposti a numerose altre sorgenti ambientali di radiofrequenza.

Alla luce delle evidenze sperimentali riguardanti i danni al DNA, lo stress ossidativo e le alterazioni della segnalazione cellulare, l'introduzione di ulteriori dispositivi che emettono radiofrequenze, progettati per essere mantenuti a contatto continuo con il corpo, non può essere giustificata esclusivamente dimostrando il rispetto degli attuali limiti di esposizione.

Le potenziali conseguenze dell'esposizione prolungata in prossimità del corpo, comprese le interazioni con altri segnali ambientali, richiedono indagini biologiche indipendenti.

AMICA esorta le autorità federali a limitare l'introduzione di tecnologie indossabili wireless non necessarie, in particolare quelle destinate ai bambini, e a richiedere valutazioni indipendenti della sicurezza prima dell'immissione sul mercato, prima di autorizzare nuove applicazioni che comportino ulteriori esposizioni.

g. Case intelligenti ed elettrodomestici connessi

Le case intelligenti possono introdurre numerosi trasmettitori wireless proprio negli ambienti in cui le persone trascorrono la maggior parte della propria vita, comprese le camere da letto e gli altri spazi occupati per periodi prolungati.

Router, contatori intelligenti (smart meter), telecamere di sicurezza, termostati ed elettrodomestici connessi possono generare trasmissioni sovrapposte durante il giorno e la notte, anche quando le loro funzionalità wireless non sono effettivamente necessarie.

Le evidenze esistenti sugli effetti genetici e cellulari associati alle radiofrequenze costituiscono una ragione convincente per impedire l'ulteriore densificazione dell'ambiente elettromagnetico residenziale. Le implicazioni biologiche dell'esposizione simultanea a molteplici segnali non possono essere adeguatamente valutate esaminando separatamente ciascun elettrodomestico.

La possibilità di risposte biologiche additive o sinergiche rafforza la necessità di ridurre le sorgenti non necessarie, anziché introdurne continuamente di nuove.

AMICA chiede pertanto l'adozione di sistemi domotici interamente cablati, la disponibilità obbligatoria di opzioni per disattivare le trasmissioni wireless e il divieto di imporre la connettività wireless laddove esistano alternative tecnicamente praticabili.

h. Città intelligenti

I progetti di città intelligenti (smart city) rischiano di trasformare i quartieri residenziali e gli spazi pubblici in ambienti caratterizzati da reti sempre più dense di sensori wireless, contatori intelligenti (smart meter), apparecchiature di sorveglianza, antenne per le telecomunicazioni e sistemi di comunicazione automatizzati.

La principale **preoccupazione per la salute pubblica riguarda il progressivo accumulo di sorgenti di radiofrequenza**, operanti a frequenze differenti e con diverse modalità di pulsazione e modulazione, in aree nelle quali l'esposizione è in larga misura involontaria.

I risultati sperimentali riguardanti i danni al DNA, lo stress ossidativo e le alterazioni della regolazione cellulare forniscono già motivi sufficienti per respingere il presupposto che la continua aggiunta di infrastrutture wireless sia biologicamente innocua.

Inoltre, la possibilità di effetti additivi o sinergici derivanti dall'esposizione simultanea a molteplici segnali rimane insufficientemente studiata. Le valutazioni di conformità condotte separatamente per i singoli impianti non possono chiarire tale questione.

AMICA APS chiede pertanto una moratoria sull'ulteriore diffusione su larga scala delle infrastrutture wireless per le città intelligenti, la priorità alle infrastrutture cablate e valutazioni indipendenti dell'esposizione cumulativa prima dell'autorizzazione di qualsiasi ulteriore sistema che emetta radiofrequenze.

Le autorità pubbliche dovrebbero perseguire l'innovazione tecnologica riducendo le emissioni elettromagnetiche non necessarie, anziché aumentare continuamente il numero di sorgenti trasmettenti alle quali le popolazioni sono involontariamente esposte.

i. Veicoli a guida automatica

I veicoli autonomi e connessi introducono ulteriori sorgenti di radiofrequenza attraverso radar automobilistici, comunicazioni cellulari, Wi-Fi, Bluetooth e sistemi di comunicazione tra veicoli e altri elementi dell'ambiente circostante (vehicle-to-everything, V2X).

I radar automobilistici, compresi i sistemi operanti intorno ai 77 GHz, utilizzano caratteristiche di trasmissione differenti da quelle delle telecomunicazioni mobili convenzionali e richiedono indagini biologiche specifiche.

L'introduzione su larga scala di questi sistemi potrebbe aggiungere ulteriori sorgenti di esposizione alle radiofrequenze lungo le strade, nei quartieri residenziali e negli ambienti urbani densamente popolati, interessando non soltanto gli occupanti dei veicoli, ma anche i pedoni, i ciclisti e i residenti nelle vicinanze.

Alla luce delle evidenze sperimentali di alterazioni genetiche e cellulari associate all'esposizione alle radiofrequenze, AMICA ritiene che l'introduzione di nuove tecnologie che emettono radiofrequenze non possa proseguire senza averne prima dimostrato la sicurezza biologica in condizioni realistiche di utilizzo.

Particolare preoccupazione desta il funzionamento simultaneo di numerosi sistemi trasmettenti, i cui potenziali effetti biologici combinati e sinergici non sono stati adeguatamente caratterizzati.

AMICA chiede pertanto una moratoria sull'introduzione su larga scala di nuovi sistemi automobilistici che emettono radiofrequenze, fino al completamento di indagini indipendenti sulla sicurezza biologica e alla definizione di limiti precauzionali di esposizione giuridicamente vincolanti.

Lo sviluppo tecnologico dovrebbe privilegiare **soluzioni che riducano al minimo le emissioni elettromagnetiche aggiuntive**, anziché aumentare ulteriormente la densità delle sorgenti in un ambiente di esposizione già complesso..

j. Dispositivi medici wireless

Il crescente utilizzo delle tecnologie wireless in ambito sanitario solleva una contraddizione fondamentale: le strutture sanitarie stanno introducendo ulteriori emissioni di radiofrequenza in ambienti la cui finalità primaria è proteggere la salute, compresa quella dei pazienti che possono essere particolarmente vulnerabili alle esposizioni ambientali.

Studi sperimentali hanno riportato **danni genetici, stress ossidativo e alterazioni della regolazione cellulare associati alle radiofrequenze**. Alla luce di queste evidenze, l'introduzione sistematica di sistemi di comunicazione wireless negli ospedali, nelle cliniche e nei dispositivi medici non può essere considerata automaticamente sicura per il solo fatto che le loro emissioni rispettano gli attuali limiti di esposizione.

L'utilizzo di apparecchiature che emettono radiofrequenze per la trasmissione ordinaria dei dati è particolarmente difficile da giustificare quando sono disponibili sistemi cablati clinicamente equivalenti. Non esiste alcuna necessità medica di esporre i pazienti a emissioni wireless evitabili semplicemente per trasmettere informazioni che potrebbero essere veicolate attraverso un cavo.

Particolare attenzione deve essere rivolta ai dispositivi impiantati, ai sistemi di monitoraggio indossabili, alle apparecchiature poste accanto al letto dei pazienti e alle infrastrutture wireless presenti nei reparti ospedalieri. Deve inoltre essere valutata la compatibilità elettromagnetica con i dispositivi medici impiantati, sebbene i rischi di interferenza siano distinti dalla questione degli effetti biologici.

AMICA APS chiede che le strutture sanitarie diano priorità ai sistemi cablati di monitoraggio medico e di comunicazione, riducano al minimo le trasmissioni wireless non necessarie e garantiscano ambienti clinici a bassa esposizione per i pazienti con Ipersensibilità Elettromagnetica.

L'innovazione sanitaria non deve creare esposizioni ambientali evitabili proprio nei luoghi in cui le persone cercano protezione dalle malattie.

k. Contatori digitali senza fili

I contatori intelligenti wireless (smart meter) rappresentano una fonte di preoccupazione particolarmente seria perché introducono trasmettitori a radiofrequenza negli ambienti residenziali, spesso senza un consenso effettivo o la possibilità di controllo da parte degli occupanti.

A seconda della tecnologia di comunicazione utilizzata, questi dispositivi possono emettere impulsi ripetuti di radiazioni a radiofrequenza, comprese trasmissioni che avvengono indipendentemente dalle attività domestiche. La loro rilevanza biologica non può essere determinata esclusivamente sulla base di misurazioni di bassa potenza mediata nel tempo, che possono mascherare le emissioni di picco e le caratteristiche temporali delle trasmissioni.

AMICA APS ha ricevuto segnalazioni da persone che hanno manifestato l'insorgenza di sintomi compatibili con l'Ipersensibilità Elettromagnetica in seguito all'installazione o all'attivazione di contatori intelligenti wireless. Secondo l'esperienza dell'associazione, queste installazioni possono coincidere con la comparsa di sintomi precedentemente non segnalati, che talvolta costringono le persone interessate a cercare soluzioni che comportano modifiche sostanziali del proprio ambiente abitativo.

Queste osservazioni sono coerenti con le preoccupazioni sollevate da una serie di casi australiana pubblicata da Lamech (2014), che ha documentato **sintomi autoriferiti in seguito all'installazione di contatori intelligenti wireless nello Stato di Victoria, in Australia**. Lo studio ha descritto una serie di sintomi neurologici e di altra natura segnalati dai residenti interessati, richiamando l'attenzione sulle potenziali conseguenze dell'introduzione di nuove sorgenti di radiofrequenza negli ambienti domestici.

Sebbene queste evidenze osservazionali non dimostrino autonomamente un rapporto di causalità, non devono essere ignorate semplicemente perché i dispositivi rispettano gli attuali standard di esposizione. La relazione temporale riferita dalle persone interessate giustifica indagini cliniche indipendenti, misurazioni oggettive dell'esposizione e un'adeguata sorveglianza sanitaria pubblica.

Le evidenze sperimentali esistenti riguardanti le alterazioni genetiche e cellulari associate alle radiofrequenze forniscono ulteriori motivi per adottare un approccio

precauzionale, soprattutto quando nuove apparecchiature trasmettenti vengono installate in prossimità delle camere da letto o di altri spazi occupati per periodi prolungati.

AMICA ritiene inaccettabile imporre un'ulteriore esposizione alle radiofrequenze nelle abitazioni private quando le stesse funzioni essenziali di misurazione dei consumi possono essere svolte mediante tecnologie cablate.

Nessuna famiglia dovrebbe essere obbligata ad accettare un'esposizione ambientale potenzialmente evitabile come condizione per usufruire di servizi pubblici essenziali.

Valutazione globale dell'esposizione cumulativa

Per tutte queste tecnologie, la principale preoccupazione riguarda la proliferazione delle sorgenti elettromagnetiche e la crescente complessità delle modalità di esposizione.

Le attuali valutazioni di conformità ai limiti normativi generalmente non consentono di stabilire se le combinazioni di segnali con differenti modalità di modulazione producano risposte biologiche diverse da quelle osservate in condizioni sperimentali con una singola sorgente.

La pulsazione e la modulazione devono diventare parametri fondamentali nella valutazione dell'esposizione, insieme alla frequenza, all'intensità del campo, all'energia assorbita e alla durata dell'esposizione.

Le implicazioni per la salute dell'esposizione combinata richiedono ulteriori indagini, ma la mancanza di conoscenze complete non può giustificare l'esclusione di queste caratteristiche dalle valutazioni normative.

Domanda 14 — Quali evidenze scientifiche esistono riguardo ai potenziali effetti ambientali avversi associati all'esposizione alle radiofrequenze?

Le evidenze scientifiche provenienti da osservazioni sul campo e da studi sperimentali sollevano importanti preoccupazioni riguardo agli effetti dei campi elettromagnetici di origine antropica sulla fauna selvatica e sugli ecosistemi. Gli effetti segnalati comprendono alterazioni del comportamento animale, della riproduzione, dello sviluppo, della sopravvivenza, della regolazione cellulare e dell'orientamento. Sebbene la solidità delle evidenze vari a seconda delle specie e delle condizioni di esposizione, questi risultati forniscono motivi per adottare

misure precauzionali di protezione ambientale, anziché continuare a espandere le infrastrutture wireless senza adeguate valutazioni ecologiche.

AMICA APS ritiene che la protezione dell'ambiente sia stata trascurata nell'elaborazione degli standard di esposizione alle radiofrequenze. La progressiva introduzione di nuove frequenze, sistemi trasmettenti e infrastrutture wireless sta modificando l'ambiente elettromagnetico di organismi che si sono evoluti in condizioni di esposizione sostanzialmente differenti.

Le evidenze sperimentali esistenti di **alterazioni genetiche e cellulari** associate alle radiofrequenze rafforzano le preoccupazioni riguardo alle conseguenze cumulative di questa espansione. In particolare, i potenziali effetti biologici additivi o sinergici derivanti dall'esposizione simultanea a molteplici segnali rimangono insufficientemente studiati.

AMICA ritiene che la continua densificazione dell'ambiente elettromagnetico non possa essere giustificata valutando separatamente ogni nuovo trasmettitore sulla base di limiti di esposizione sviluppati principalmente per proteggere gli esseri umani dai rischi termici accertati.

Uccelli: variazioni delle popolazioni, riproduzione e orientamento

Balmori e Hallberg (2007) hanno studiato il declino delle popolazioni di passero domestico (*Passer domesticus*) a Valladolid, in Spagna, riportando un'associazione tra l'intensità dei campi elettromagnetici e l'abbondanza dei passeri.

Analogamente, Everaert e Bauwens (2007) hanno rilevato densità inferiori di passeri domestici nidificanti nelle aree residenziali belghe caratterizzate da intensità misurate del campo a radiofrequenza più elevate, associate alle stazioni radio base della telefonia mobile.

Questi risultati sollevano preoccupazioni riguardo a possibili effetti ecologici, sebbene le associazioni osservazionali non dimostrino un rapporto di causalità e debbano essere considerati anche altri fattori di pressione ambientale sulle popolazioni di uccelli.

Engels e colleghi (2014) hanno dimostrato sperimentalmente che il rumore elettromagnetico di origine antropica può interferire con l'orientamento basato sulla bussola magnetica negli uccelli migratori. Questo risultato dimostra che i disturbi elettromagnetici artificiali possono interferire con un meccanismo sensoriale di fondamentale importanza biologica. Tuttavia, le caratteristiche di frequenza delle interferenze studiate in questa ricerca differiscono da quelle delle

telecomunicazioni mobili convenzionali e non devono essere considerate equivalenti.

Nel loro insieme, queste indagini sostengono la necessità di includere il **comportamento degli uccelli, la nidificazione, il successo riproduttivo, l'orientamento e l'andamento delle popolazioni** nelle valutazioni ambientali delle infrastrutture di telecomunicazione.

AMICA chiede indagini ecologiche indipendenti prima dell'installazione di ulteriori infrastrutture wireless in habitat importanti per la riproduzione, lungo i corridoi migratori e nelle aree naturali protette.

Insetti impollinatori e altri invertebrati

Gli insetti impollinatori sono essenziali per la biodiversità, la produzione alimentare e la riproduzione delle piante da fiore. Le evidenze che suggeriscono che l'esposizione ai campi elettromagnetici possa influenzare il comportamento, la riproduzione o i processi cellulari degli insetti meritano pertanto particolare attenzione.

Sharma e Kumar (2010) hanno riportato alterazioni del comportamento delle api mellifere e di parametri biologici relativi alle colonie in condizioni di esposizione sperimentale alle radiazioni dei telefoni cellulari.

Panagopoulos e colleghi (2004) hanno riportato una riduzione della capacità riproduttiva di *Drosophila melanogaster* esposta alle radiazioni dei telefoni cellulari GSM.

Cappucci e colleghi (2022) hanno riportato alterazioni nella regolazione degli elementi trasponibili e nella stabilità genomica di *Drosophila melanogaster* in seguito all'esposizione a campi a radiofrequenza associati al Wi-Fi.

Sebbene questi studi riguardino specie, condizioni sperimentali e parametri di valutazione differenti, forniscono evidenze di risposte biologiche che non possono essere ignorate semplicemente perché i livelli di esposizione o le caratteristiche dei segnali rientrano nei presupposti alla base degli attuali standard normativi.

I risultati riguardanti la regolazione genomica sono particolarmente rilevanti per la necessità di approfondire i possibili meccanismi non termici.

AMICA chiede un monitoraggio indipendente e a lungo termine delle popolazioni di insetti impollinatori e indagini sperimentali controllate che utilizzino segnali

wireless realistici, comprese le loro caratteristiche di modulazione, pulsazione e variazione temporale.

Riferimenti bibliografici

- Abdel-Rassoul, G., et al. (2007). Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *NeuroToxicology*, 28(2), 434–440.
- Balmori, A. (2010). Mobile phone mast effects on common frog (*Rana temporaria*) tadpoles: The city turned into a laboratory. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 29(1–2), 31–35.
<https://doi.org/10.3109/15368371003685363>
- Balmori, A. (2022). Evidence for a health risk by RF on humans living around mobile phone base stations: From radiofrequency sickness to cancer. *Environmental Research*, 214, 113851.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113851>
- Balmori, A., & Hallberg, Ö. (2007). The urban decline of the house sparrow (*Passer domesticus*): A possible link with electromagnetic radiation. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 26, 141–151.
- Belyaev, I. Y. (2005). Non-thermal biological effects of microwaves. *Microwave Review*, 11(2), 13–29.
- Cappucci, U., et al. (2022). WiFi Related Radiofrequency Electromagnetic Fields Promote Transposable Element Dysregulation and Genomic Instability in *Drosophila melanogaster*. *Cells*, 11(24), 4036.
<https://doi.org/10.3390/cells11244036>
- Eger, H., et al. (2004). Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz. *Umwelt Medizin Gesellschaft*, 17(4).
- Engels, S., et al. (2014). Anthropogenic electromagnetic noise disrupts magnetic compass orientation in a migratory bird. *Nature*, 509, 353–356.
<https://doi.org/10.1038/nature13290>
- Everaert, J., & Bauwens, D. (2007). A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on the number of breeding house sparrows (*Passer domesticus*). *Electromagnetic Biology and Medicine*, 26, 63–72.
- Falcioni, L., et al. (2018). Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environmental Research*, 165, 496–503.
- Hutter, H.-P., et al. (2006). Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations.

- Occupational and Environmental Medicine, 63(5), 307–313.
<https://doi.org/10.1136/oem.2005.020784>
- Lai, H., & Singh, N. P. (1995). Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics*, 16(3), 207–210.
 - Lai, H., & Singh, N. P. (1996). Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *International Journal of Radiation Biology*, 69(4), 513–521.
 - Lamech, F. (2014). Self-reporting of symptom development from exposure to radiofrequency fields of wireless smart meters in Victoria, Australia: A case series. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 20(6), 28–39.
 - Löscher, W., & Käs, G. (1996). Conspicuous behavioural abnormalities in a dairy cow herd near a TV and radio transmitting antenna. *Praktischer Tierarzt*, 77, 437–444.
 - Marinelli, F., et al. (2004). Exposure to 900 MHz electromagnetic field induces an unbalance between pro-apoptotic and pro-survival signals in T-lymphoblastoid leukemia CCRF-CEM cells. *Journal of Cellular Physiology*, 198(2), 324–332.
 - National Toxicology Program. (2018). NTP Technical Reports 595 and 596, studies of radiofrequency radiation exposure in rats and mice.
 - Pall, M. L. (2013). Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 17(8), 958–965.
<https://doi.org/10.1111/jcmm.12088>
 - Panagopoulos, D. J., Karabarbounis, A., & Margaritis, L. H. (2004). Effect of GSM 900-MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of *Drosophila melanogaster*. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 23(1), 29–43.
 - Parliamentary Assembly of the Council of Europe. (2011). Resolution 1815: The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment.
 - Sharma, V. P., & Kumar, N. R. (2010). Changes in honeybee behaviour and biology under the influence of cellphone radiations. *Current Science*, 98(10).

Domanda 16 — Quali sono le più importanti lacune della ricerca sui campi elettromagnetici, sulle radiazioni a radiofrequenza e sulla salute pubblica alle quali le agenzie sanitarie federali dovrebbero dare priorità?

AMICA APS ritiene che la principale carenza della ricerca federale sulle radiofrequenze non sia l'assenza di evidenze scientifiche, ma la mancata traduzione delle evidenze esistenti sugli effetti biologici in misure efficaci di tutela della salute pubblica.

Studi sperimentali ed epidemiologici hanno riportato danni al DNA, stress ossidativo, alterazioni della segnalazione cellulare, effetti riproduttivi e neurologici e risultati rilevanti per la valutazione della cancerogenicità. Ciononostante, gli attuali standard di esposizione rimangono prevalentemente incentrati sulla prevenzione degli effetti termici accertati.

La priorità immediata deve essere rivalutare le evidenze esistenti e rafforzare la protezione normativa, anziché rinviare gli interventi in attesa di ulteriori ricerche.

Una lacuna fondamentale della ricerca riguarda gli effetti biologici dei segnali a radiofrequenza pulsati e modulati. I parametri convenzionali di esposizione, tra cui la densità di potenza media e il tasso di assorbimento specifico (SAR), non caratterizzano pienamente la durata degli impulsi, la frequenza di ripetizione, la modulazione e l'intensità di picco.

Belyaev (2005) ha esaminato le evidenze relative agli **effetti biologici non termici**, mentre Pall (2013) ha proposto l'attivazione dei canali del calcio voltaggio-dipendenti come possibile meccanismo. Sebbene questo meccanismo richieda ulteriori approfondimenti, tali risultati sostengono la necessità di una ricerca che vada oltre i modelli termici convenzionali.

La pulsazione e la modulazione devono diventare parametri fondamentali nelle valutazioni della sicurezza biologica. Le agenzie federali dovrebbero dare priorità a confronti sperimentali controllati tra segnali a onda continua e segnali pulsati, esaminando l'integrità del DNA, lo stress ossidativo, la segnalazione cellulare e gli effetti riproduttivi.

Anche la cancerogenicità richiede un'urgente rivalutazione normativa. Il National Toxicology Program (2018) ha riportato evidenze chiare di attività cancerogena nei ratti maschi, mentre Falcioni e colleghi (2018) hanno riscontrato un aumento degli schwannomi cardiaci nei ratti maschi esposti a campi a

radiofrequenza rappresentativi delle emissioni delle stazioni radio base della telefonia mobile.

Le agenzie federali dovrebbero inoltre istituire programmi permanenti di sorveglianza epidemiologica che integrino misurazioni ambientali indipendenti, ricostruzioni delle esposizioni residenziali, registri delle malattie e dati sanitari longitudinali, con particolare attenzione ai bambini, alle donne in gravidanza, alle persone affette da malattie croniche e agli individui con Ipersensibilità Elettromagnetica.

La ricerca deve sostenere la prevenzione, non diventare una giustificazione per rinviare indefinitamente l'adozione di misure precauzionali.

Domanda 17 — In che modo le agenzie sanitarie federali possono migliorare il coordinamento della ricerca sui campi elettromagnetici e sulle radiazioni a radiofrequenza?

AMICA APS chiede un quadro federale integrato per la ricerca e la regolamentazione, coordinato da istituzioni indipendenti di sanità pubblica, con responsabilità chiaramente definite per la valutazione della sicurezza biologica, il monitoraggio ambientale e la sorveglianza sanitaria della popolazione.

a. Food and Drug Administration (FDA): applicare alle tecnologie wireless i principi di sicurezza adottati per i prodotti farmaceutici

La Food and Drug Administration (FDA) dovrebbe svolgere un ruolo scientifico centrale, applicando principi di rigore paragonabile a quelli utilizzati nella valutazione della sicurezza dei prodotti farmaceutici.

Prima di essere autorizzati, i prodotti farmaceutici vengono sottoposti a una valutazione sistematica della tossicità, degli effetti biologici e dei potenziali rischi. Al contrario, le tecnologie wireless sono state diffuse su vasta scala, esponendo involontariamente le popolazioni senza equivalenti indagini indipendenti, condotte prima dell'immissione sul mercato, sulla sicurezza biologica a lungo termine.

AMICA ritiene inaccettabile questa disparità normativa. Le tecnologie in grado di produrre esposizioni biologicamente rilevanti dovrebbero essere sottoposte a valutazioni preventive della sicurezza prima della loro diffusione su larga scala.

Ciò non richiede di classificare i dispositivi wireless come medicinali, ma di applicare principi comparabili: test tossicologici indipendenti, valutazione delle

popolazioni vulnerabili, studi a lungo termine, sorveglianza successiva all'immissione sul mercato e responsabilizzazione dei produttori.

La FDA dovrebbe guidare lo sviluppo di protocolli di valutazione biologica che comprendano i danni al DNA, lo stress ossidativo, gli effetti neurologici e riproduttivi, la cancerogenicità, la pulsazione, la modulazione e l'esposizione cumulativa.

Il rispetto di limiti concepiti principalmente per prevenire gli effetti termici accertati non deve essere considerato una prova di sicurezza biologica.

AMICA chiede restrizioni alle emissioni wireless non necessarie, in particolare nelle scuole, nelle strutture per la prima infanzia e negli ospedali, dove dovrebbe essere data priorità alle alternative cablate. I sistemi wireless clinicamente necessari dovrebbero essere sottoposti ad adeguate valutazioni della sicurezza.

AMICA esorta inoltre ad adottare immediatamente, come obiettivo precauzionale per l'esposizione a lungo termine della popolazione, il valore di 0,6 V/m, da ridurre progressivamente fino a 0,2 V/m, facendo riferimento alla Risoluzione 1815 (2011) dell'Assemblea parlamentare del Consiglio d'Europa, che ha raccomandato tali valori per l'esposizione a lungo termine negli ambienti interni.

Questi valori rappresentano obiettivi di politica precauzionale, non soglie stabilite sperimentalmente che garantiscano l'assenza di effetti biologici.

I produttori dovrebbero assumersi la responsabilità di dimostrare un adeguato livello di sicurezza prima di introdurre tecnologie che aumentano l'esposizione involontaria della popolazione. Il coordinamento della ricerca federale deve essere finalizzato a questo obiettivo di prevenzione, anziché limitarsi a documentare i rischi dopo la diffusione su larga scala delle tecnologie.

b. National Institutes of Health (NIH): ricerca biologica e tossicologica indipendente

I NIH dovrebbero coordinare ricerche indipendenti sui meccanismi biologici e sulle conseguenze a lungo termine per la salute dell'esposizione alle radiofrequenze, garantendo l'assenza di conflitti di interesse rilevanti con l'industria, una caratterizzazione trasparente dell'esposizione e la replicazione indipendente dei risultati.

Deve essere data priorità agli effetti biologici della pulsazione e della modulazione, attraverso confronti sperimentali controllati tra differenti forme d'onda a parità di

livelli medi di esposizione. Le indagini dovrebbero esaminare l'integrità del DNA, lo stress ossidativo, la segnalazione cellulare, gli effetti riproduttivi e altri parametri biologici rilevanti.

I NIH dovrebbero inoltre promuovere ricerche indipendenti per approfondire i risultati sulla cancerogenicità ottenuti dal National Toxicology Program e dall'Istituto Ramazzini, nonché l'esposizione cronica e prenatale e i rischi per le popolazioni vulnerabili.

Le ulteriori ricerche non devono essere utilizzate per rinviare l'adozione di misure precauzionali già giustificate dalle preoccupazioni scientifiche esistenti.

c. Centers for Disease Control and Prevention (CDC): sorveglianza epidemiologica e tutela della salute pubblica

I CDC dovrebbero coordinare la sorveglianza dell'esposizione ambientale alle radiofrequenze su tutto il territorio nazionale, integrando misurazioni indipendenti, registri delle malattie, dati sulla salute occupazionale e studi epidemiologici longitudinali attraverso le autorità sanitarie statali e locali.

Dovrebbero istituire procedure standardizzate per indagare i sospetti cluster di malattie in prossimità delle infrastrutture di telecomunicazione e un sistema nazionale di segnalazione dei sospetti effetti avversi sulla salute associati all'esposizione ai campi elettromagnetici.

Particolare attenzione deve essere rivolta alle persone con Ipersensibilità Elettromagnetica, garantendo loro l'accesso a un'assistenza sanitaria adeguata e a ragionevoli misure di adattamento ambientale.

I CDC dovrebbero pubblicare rapporti periodici sull'andamento delle esposizioni, sugli esiti sanitari e sulle raccomandazioni per la prevenzione.

Il monitoraggio ambientale e la sorveglianza sanitaria dovrebbero essere finanziati attraverso contributi obbligatori dell'industria delle telecomunicazioni, mantenendo la governance scientifica completamente indipendente. Nei casi in cui siano accertati il nesso di causalità e la responsabilità giuridica, le aziende dovrebbero sostenere i conseguenti costi sanitari e sociali.

Un quadro federale integrato

AMICA APS chiede l'istituzione di un programma interagenzia permanente che coinvolga la FDA, i NIH, i CDC, la Federal Communications Commission (FCC) e le autorità ambientali competenti.

La FDA dovrebbe guidare la valutazione preventiva della sicurezza biologica; i NIH dovrebbero coordinare la ricerca tossicologica indipendente; e i CDC dovrebbero sovrintendere alla sorveglianza epidemiologica e alla tutela della salute pubblica. Si tratta di responsabilità proposte nell'ambito di un quadro federale rafforzato, e non di una descrizione delle competenze attualmente attribuite dalla legge a tali organismi.

La FCC non deve considerare il rispetto degli attuali limiti di esposizione come una prova conclusiva della sicurezza biologica a lungo termine, in assenza di una valutazione indipendente da parte delle agenzie sanitarie federali.

Tutti gli organismi scientifici coinvolti devono essere sottoposti a **rigorose norme sui conflitti di interesse** e all'obbligo di dichiarare integralmente i rapporti con le industrie regolamentate.

Il principio fondamentale deve cambiare: i produttori dovrebbero dimostrare un adeguato livello di sicurezza biologica prima di introdurre tecnologie che aumentano l'esposizione involontaria della popolazione, anziché imporre alle popolazioni interessate l'onere di dimostrare il danno dopo la loro diffusione.

Gli Stati Uniti applicano rigorose valutazioni preventive della sicurezza ai prodotti farmaceutici. AMICA esorta il governo federale ad applicare principi scientifici comparabili alle tecnologie wireless, comprendenti test indipendenti prima dell'immissione sul mercato, protezione delle popolazioni vulnerabili e sorveglianza successiva all'immissione sul mercato.

L'assenza di un riscaldamento significativo dei tessuti non deve più essere accettata come prova sufficiente di sicurezza biologica.

Riferimenti scientifici

- Belyaev, I. Y. (2005). Non-thermal biological effects of microwaves. *Microwave Review*, 11(2), 13–29.
- Falcioni, L., et al. (2018). Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environmental Research*, 165, 496–503. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.037>

- International Agency for Research on Cancer. (2013). Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. IARC Monographs, Volume 102.
- Lai, H., & Singh, N. P. (1995). Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics*, 16(3), 207–210.
- Lai, H., & Singh, N. P. (1996). Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *International Journal of Radiation Biology*, 69(4), 513–521.
- Marinelli, F., et al. (2004). Exposure to 900 MHz electromagnetic field induces an unbalance between pro-apoptotic and pro-survival signals in T-lymphoblastoid leukemia CCRF-CEM cells. *Journal of Cellular Physiology*, 198(2), 324–332.
- National Toxicology Program. (2018). Toxicology and Carcinogenesis Studies in B6C3F1/N Mice Exposed to Whole-Body Radio Frequency Radiation. NTP Technical Report 596.
- National Toxicology Program. (2018). Toxicology and Carcinogenesis Studies in Hsd Dawley SD Rats Exposed to Whole-Body Radio Frequency Radiation. NTP Technical Report 595.
- Pall, M. L. (2013). Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 17(8), 958–965. <https://doi.org/10.1111/jcmm.12088>
- Parliamentary Assembly of the Council of Europe. (2011). Resolution 1815: The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment, paragraph 8.2.1.