



WLAN

Data: 21° dicembre 2021

Una WLAN (Wireless Local Area Network) è una rete senza fili che trasmette dati elettronici tra gli apparecchi ad essa collegati mediante radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza. Questi apparecchi di norma comunicano con il router, che funge da centrale d'accesso e li connette sia tra loro che ad Internet.



Le radiazioni elettromagnetiche emesse dagli apparecchi WLAN dipendono soprattutto dalla quantità di dati da trasmettere e dalle proprietà di trasmissione e di ricezione nella rete WLAN. Anche in caso di potenza di trasmissione massima, le radiazioni massime emesse da un apparecchio WLAN sono tuttavia modeste e si riducono rapidamente con l'aumentare della distanza dallo stesso. Misurazioni effettuate in laboratorio indicano che a una distanza di 20 cm risultano circa 10 volte inferiori e a una distanza di un metro circa 40 volte inferiori al valore limite. Queste caratteristiche comportano che nello stesso luogo possono operare anche numerosi apparecchi WLAN o reti WLAN vicine senza che ciò generi radiazioni elettromagnetiche accresciute.

Diversi studi evidenziano che le radiazioni emesse da apparecchi WLAN cui sono esposti bambini e adulti nella vita di tutti i giorni sono esigue. Secondo uno studio svizzero, in media sono circa 1500 volte inferiori al valore limite. I valori di radiazione massimi misurati sono circa 400 volte inferiori al valore limite. Numerosi studi esaminano se queste radiazioni modeste possano determinare rischi per la salute. In questo frangente, gli studi di qualità effettuati negli ultimi anni non forniscono né elementi certi né indizi attendibili.

Gli studi disponibili non forniscono né elementi certi né indizi attendibili quanto alla pericolosità per la salute delle radiazioni ad alta frequenza prodotte da reti WLAN. Non è dunque necessario che tutti i gruppi di popolazione adottino misure di protezione contro le radiazioni elettromagnetiche emesse da queste reti.

I seguenti suggerimenti sono dunque rivolti esclusivamente a quanti desiderino ridurre le radiazioni elettromagnetiche degli apparecchi WLAN per motivi personali:

- collocare il router al centro dell'area da servire in modo che tutti gli apparecchi WLAN abbiano una buona ricezione;
- spegnere il router e la ricezione WLAN degli apparecchi connessi quando la rete WLAN non viene usata;
- collocare il router a un metro di distanza dai luoghi di lavoro, soggiorno o riposo;
- se è possibile regolare la potenza di trasmissione del router, ridurla al minimo necessario per permettere a tutti gli apparecchi collegati di mantenere la connessione;
- utilizzare apparecchi con le attuali tecnologie di trasmissione Wi-Fi 6, Wi-Fi 5 o Wi-Fi 4 (standard



IEEE 802.11ax, 802.11ac o 802.11n) che hanno un'elevata efficienza di trasmissione dati.

Ulteriori avvertenze e accorgimenti

- Gli apparecchi WLAN visualizzano tutte le reti senza fili nelle vicinanze che hanno un'irradiazione sufficiente a permettere una connessione. A seconda delle specifiche tecniche, gli apparecchi WLAN possono connettersi fra loro anche a basse intensità d'irradiazione. Non è dunque possibile desumere il livello di radiazioni nel punto in cui è collocato il proprio apparecchio WLAN in base al numero e alla potenza delle reti WLAN vicine visualizzate.
- La misurazione delle radiazioni emesse da una rete WLAN richiede procedure complesse e alquanto costose. Gli strumenti di misura portatili disponibili sul mercato non sono idonei a misurare le radiazioni prodotte dai dispositivi WLAN.
- Gli apparecchi WLAN devono funzionare unicamente con l'antenna integrata o con un'antenna specificata dal fabbricante. Utilizzandone una con un guadagno d'antenna maggiore, può essere superata la potenza di trasmissione consentita.



1 Struttura e applicazioni

Una rete WLAN è in genere costituita da un router WLAN che assicura l'accesso ad Internet. L'access point integrato nel router collega via radio gli apparecchi compatibili WLAN tra loro o con Internet. Oggigiorno è comune trovare prodotti contenenti moduli di ricetrasmisione WLAN nei seguenti settori:

- reti informatiche: tablet, e-reader, smartphone, smart-watch, laptop, computer, access point, adattori WLAN, ripetitori WLAN, stampanti, scanner, dischi rigidi WLAN, ecc.;
- casa e hobby: apparecchi radiotelevisivi, impianti di home cinema, apparecchi audio, console per videogiochi, macchine fotografiche e videocamere, telecamere di sorveglianza e baby monitor, dispositivi di regolazione per impianti di riscaldamento e di domotica, sistemi di illuminazione intelligente, talvolta anche elettrodomestici;
- multimedia: apparecchi radiotelevisivi, beamer;
- telefonia WLAN: telefoni WLAN, telefoni IP, smartphone con Wi-Fi calling.

Avendo una potenza di trasmissione e una portata limitate, le reti WLAN sono particolarmente adatte a servire aree di piccole dimensioni quali appartamenti, case unifamigliari, mezzi di trasporto o luoghi pubblici. Aree più vaste, come grandi edifici, università e scuole o interi quartieri urbani, possono essere interconnesse con l'ausilio di cosiddetti ripetitori (chiamati anche extender o booster) oppure grazie a reti più grandi, dotate di più access point. I ripetitori sono concepiti come dispositivi a sé stanti o per essere integrati in altri apparecchi quali ad esempio lampadine o stazioni base di telefoni WLAN.

2 Dati tecnici

Per le reti WLAN l'Istituto internazionale IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ha pubblicato vari standard della famiglia 802.11, le cui caratteristiche d'irradiazione figurano nella tabella 1. I prodotti moderni sono conformi agli standard Wi-Fi 6, Wi-Fi 5 e Wi-Fi 4 (equivalenti agli standard IEEE 802.11ax, 802.11ac e 802.11n).



Standard IEEE	Wi-Fi 6 802.11ax	Wi-Fi 5 802.11ac	Wi-Fi 4 802.11n	802.11 a	802.11 b	802.11 g	802.11h
Frequenza (MHz)	1. 2400 – 2483,5 2. 5150 – 5350 3. 5470 – 5725	1. 5150 – 5350 2. 5470 – 5725	1. 2400 – 2483,5 2. 5150–5350 3. 5470–5725	5150 – 5250	2400 – 2483,5	2400 – 2483,5	1. 5150 – 5350 2. 5470 – 5725
Potenza di trasmissione max. (mW) [2]:	1. 100 2. 200 3. 1000	1. 200 2. 1000	1. 100 2. 200 3. 1000	200	100	100	1. 200 2. 1000
Potenza di trasmissione max. (mW) senza regolazione della potenza [2]:	1. 100 2. 100 3. 500	1. 100 2. 500	1. 100 2. 100 3. 500				
Potenza di trasmissione media beacon (mW)	1. 0.5 2. 1 3. 2.5	1. 1 2. 2.5	1. 0.5 2. 1 3. 2.5	1	0,5	0,5	0.5
Potenza di trasmissione media max. (mW)	1. < 100 2. < 200 3. < 1000	1. < 100 2. < 500	1. < 100 2. < 200 3. < 1000	< 200	< 100	< 100	< 200
Regolazione della potenza	sì	sì	sì	no	no	sì, statica	sì, dinamica
Velocità di trasmissione lorda max. (MBit/s)	1201 per antenna (max. 8 antenne)	866.7 per antenna (max. 8 antenne)	150 per antenna (max. 4 antenne)	54	11	54	54
Diffusione	attuale	attuale	attuale	superata	superata	superata	superata

Tabella 1: Caratteristiche dei vari standard WLAN [vedere anche 1]: frequenza in MHz (megahertz), potenze di trasmissione in mW (milliwatt), velocità in Mbit/s (megabit/secondo)

Velocità

Diversamente dagli apparecchi con standard più vecchi, gli apparecchi WLAN conformi agli standard Wi-Fi 6, Wi-Fi 5 e Wi-Fi 4 utilizzano tipi di modulazione efficienti, che consentono velocità di trasmissione dati elevate. Essi dispongono di cosiddette antenne beamforming, che possono orientarsi verso gli apparecchi collegati. Grazie alla tecnologia MIMO (multiple-input-multiple-output), varie antenne di questo tipo possono essere aggregate per aumentare la velocità di trasmissione dati. Se più apparecchi utilizzano un collegamento con l'access point simultaneamente (ad es. più computer in un'aula scolastica), la velocità di trasmissione viene ripartita tra di loro, riducendo di



conseguenza le velocità di trasmissione dei relativi apparecchi.

Radiazioni elettromagnetiche

Le radiazioni elettromagnetiche di una rete WLAN dipendono innanzitutto dal flusso di dati e pertanto sono irregolari. In assenza di traffico dati, l'access point trasmette tipicamente il cosiddetto beacon durante 0,5 millisecondi ogni 100 millisecondi. Questo segnale permette agli apparecchi connessi di sincronizzarsi con l'access point. I beacon di un access point generano radiazioni elettromagnetiche pulsate la cui frequenza dipende dalla durata di tempo tra due beacon; con l'impostazione predefinita consueta degli access point, è di 10 hertz.

Se un access point con potenza di trasmissione di 100 milliwatt trasmette solo il beacon, la potenza d'irradiazione media nel lasso di tempo in questione è di 0,5 milliwatt. Se invece il flusso di dati trasmesso è importante, la potenza irradiata media può raggiungere i 70 milliwatt.

Gli apparecchi WLAN sono tuttavia estremamente sensibili, il che consente agli stessi di connettersi fra loro anche in caso di debole irradiazione.

Dipendenza dalla distanza

Le radiazioni elettromagnetiche emesse dagli apparecchi WLAN diminuiscono fortemente sia all'aumentare della distanza, sia a causa di ostacoli come pareti, soffitti o vetrate. Di conseguenza, in caso di grande distanza tra l'access point e gli apparecchi collegati la velocità di trasmissione può diminuire.

3 Radiazioni elettromagnetiche di reti WLAN

3.1 Valore SAR

Il tasso di assorbimento specifico o valore SAR (dall'inglese Specific Absorption Rate), espresso in watt/chilo (W/kg), indica la quantità di radiazioni elettromagnetiche (esprese come potenza d'irradiazione in watt) assorbita da una determinata massa del corpo umano (kg). I valori limite di SAR raccomandati dall'UE, usati anche in Svizzera per la valutazione della sicurezza dei prodotti [3], limitano in sostanza l'aumento della temperatura corporea indotto dall'assorbimento a valori non pericolosi per la salute, che variano a seconda della parte colpita dall'irradiazione: intero corpo, arti, testa o tronco. Il valore limite raccomandato più severo è quello previsto per il tronco e la testa, che è pari a 2 W/kg misurato su un volume corporeo di 10 grammi [3], il che significa che sul volume corporeo di 10 grammi più fortemente irradiato il valore SAR non può superare 0,02 W/kg. Con i valori SAR si possono valutare principalmente gli apparecchi solitamente usati sulla superficie del corpo o nelle immediate vicinanze del corpo. I valori limite raccomandati inglobano un coefficiente di sicurezza 50, affinché anche i gruppi di popolazione sensibili siano protetti.

In due studi realizzati su mandato dell'UFSP sono stati misurati i valori SAR di un tablet, di diversi access point e schede per PC e di un PDA [4, 5]. Poiché le radiazioni prodotte dagli apparecchi WLAN dipendono dalla loro potenza di trasmissione e dalla velocità di trasmissione dei dati, tutte le



misurazioni sono state effettuate a potenza e velocità di trasmissione massime nelle immediate vicinanze degli apparecchi (tabella 2).

Valori SAR massimi		
Standard	Apparecchio	SAR (W/kg)
802.11ax	Nessuna misurazione disponibile	
802.11ac	Access point 5 GHz	0,070
802.11ac	Tablet 5 GHz	0,511
802.11n	Access point 2,4 GHz	0,256
802.11n	Access point 5 GHz	0,096
802.11n	Tablet 2,4 GHz	0,398
802.11n	Tablet 5 GHz	0,697
802.11a	Access point	0,54
802.11a	Scheda PC	0,07
802.11b	Access point	0,73
802.11b	Scheda PC	0,43
802.11b	PDA	0,067
802.11g	Access point	0,27
802.11g	Scheda PC	0,11

Tabella 2: Valori SAR massimi misurati su un fantoccio nelle immediate vicinanze degli apparecchi [4,5].

Benché i moderni standard 802.11ac e 802.11n presentino una velocità di trasmissione sostanzialmente superiore a quella dei vecchi standard 802.11a, b e g, le loro radiazioni presso gli access point sono relativamente inferiori rispetto agli standard più vecchi. Ciò grazie alle cosiddette antenne beamforming e MIMO, che possono aggregare e direzionare l'irradiazione di più antenne verso gli apparecchi collegati.

3.2 Campo elettrico

Le radiazioni elettromagnetiche di apparecchi che non sono indossati sulla superficie del corpo né usati nelle sue immediate vicinanze, come ad esempio i router WLAN, possono essere valutate in base al loro campo elettrico ad alta frequenza (elettromagnetico). Rispetto ai valori SAR, i campi elettrici sono decisamente più facili da determinare. Il valore limite raccomandato per i campi elettrici nella banda di frequenza degli apparecchi WLAN è fissato a 61 V/m (volt per metro). Se il campo elettrico di un apparecchio rispetta tale valore, di norma è rispettato anche il valore limite del tasso di assorbimento specifico (SAR).

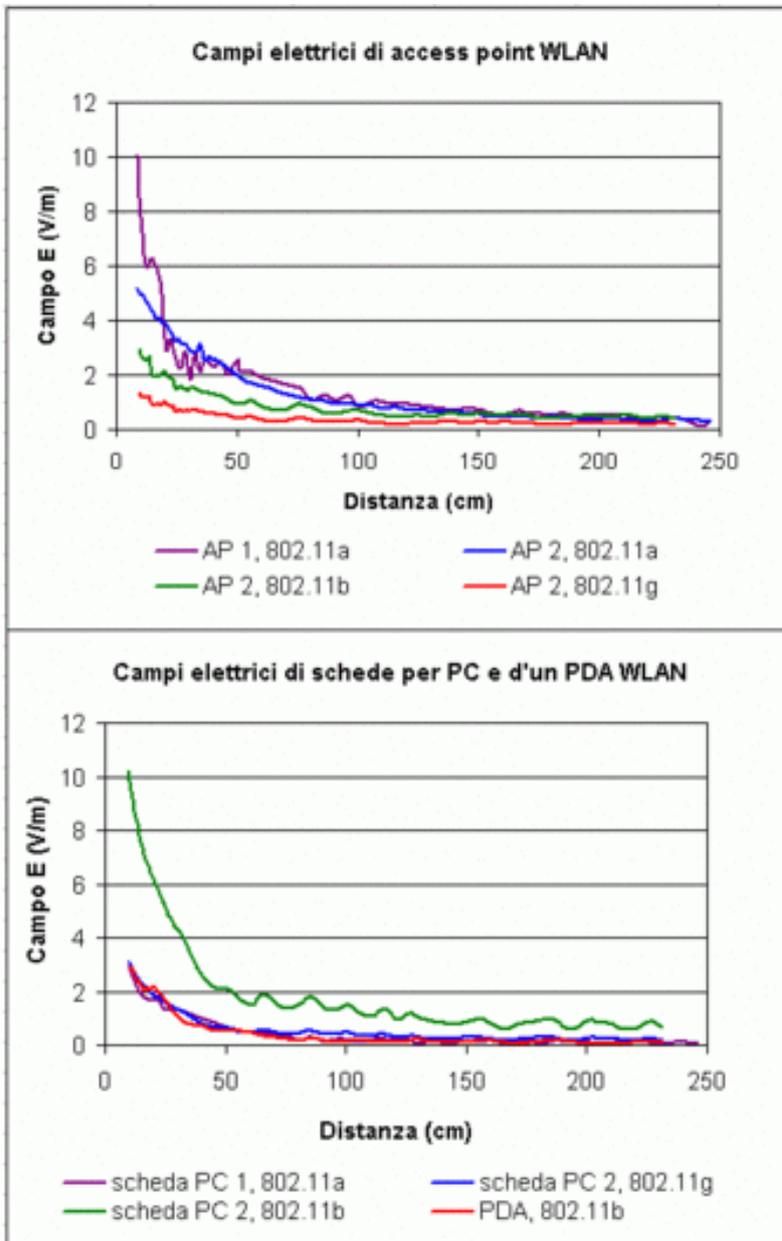


Figura 1: Campo elettrico (campo E) in funzione della distanza di due access point WLAN (AP), due schede WLAN per PC e un PDA. L'access point 2 supporta gli standard 802.11 a, b e g, la scheda PC 2 l'802.11 b e g.

I risultati di uno studio realizzato su mandato dell'UFSP dimostrano [4] che i campi elettrici diminuiscono rapidamente man mano che ci si allontana dal trasmettitore (figura 1) e che a tutte le distanze rimangono al di sotto del valore limite raccomandato [3]. A una distanza di 20 cm, presso tutti gli apparecchi sono minori del 10 per cento del valore limite raccomandato e a una distanza di un metro sono minori del 2,5 per cento del valore limite raccomandato. I risultati di queste misurazioni non sono generalizzabili a tutti gli apparecchi WLAN. Poiché le potenze di trasmissione degli apparecchi WLAN sono disciplinate a livello giuridico [2], si suppone tuttavia che i campi elettrici di altri apparecchi



WLAN siano di entità simile.

3.3 Radiazioni elettromagnetiche di apparecchi WLAN nella vita quotidiana

Attualmente non esistono misurazioni continue ed estese a tutto il territorio delle radiazioni elettromagnetiche cui è esposta la popolazione. Indizi utili emergono da studi che hanno misurato le radiazioni elettromagnetiche in luoghi definiti o con l'aiuto di persone che portavano su di sé un cosiddetto dosimetro nel corso della giornata. I dosimetri misurano continuamente, a brevi intervalli di tempo, le quote delle radiazioni di singole tecnologie radio. In base ai diari delle persone sulle loro attività giornaliere è possibile associare le quote delle radiazioni a diverse situazioni quotidiane e a varie tecnologie radio.

I risultati di ricerche di elevata qualità che analizzano la situazione europea degli anni 2015-2018 sono stati riassunti in uno studio sinottico [6]. Le seguenti indicazioni fanno riferimento a questo lasso di tempo. La maggior parte delle ricerche indica la media temporale delle radiazioni elettromagnetiche misurate. Lo studio sinottico indica che nella vita quotidiana le radiazioni elettromagnetiche si situano considerevolmente al di sotto del valore limite raccomandato. Nella maggior parte delle situazioni quotidiane, gli apparecchi WLAN vi contribuiscono in minima parte. Al chiuso, concorrono al 3 per cento circa delle radiazioni elettromagnetiche totali. Nelle scuole, la quota di radiazioni delle reti WLAN nella maggior parte dei casi non supera il 5 per cento delle radiazioni elettromagnetiche totali; uno studio ha rilevato una quota di radiazioni delle reti WLAN pari al 30 per cento delle radiazioni elettromagnetiche totali.

In alcune ricerche, oltre ai valori medi sono evidenziati anche i rispettivi valori misurati massimi. Studi effettuati a Stoccolma [7, 8] dimostrano che le radiazioni elettromagnetiche massime misurate nel centro storico e nella stazione centrale sono almeno 180 volte al di sotto dei valori limite raccomandati e nella maggior parte dei luoghi sono ancora più basse. Uno studio dalla città di Örebro [9] ha misurato le radiazioni elettromagnetiche nelle scuole. Il valore massimo dovuto agli apparecchi WLAN è circa 50 volte inferiore e il valore medio circa 1800 volte inferiore al valore limite raccomandato. Una ricerca svolta in Slovenia [10] indica che le radiazioni elettromagnetiche cui sono esposti i bambini in media sono 1000 volte inferiori e il valore massimo misurato è 25 volte inferiore al valore limite raccomandato. In un ulteriore studio, le misurazioni degli apparecchi WLAN nella banda a 5 GHz in un ufficio mostrano che il valore massimo è circa 30 volte inferiore e le radiazioni elettromagnetiche medie sono circa 250 volte inferiori al valore limite raccomandato [11].

Studi dalla Svizzera

In Svizzera sono stati condotti numerosi studi sulle radiazioni elettromagnetiche cui sono esposte le persone nella vita quotidiana. Uno studio condotto nel Cantone di Zurigo [12], per il quale 115 soggetti hanno indossato un dosimetro per 2-3 giorni, mostra che la media temporale delle radiazioni elettromagnetiche totali era al di sotto del valore limite raccomandato. Le principali sorgenti di irradiazione sono risultati essere in primo luogo i telefoni cellulari, seguiti in secondo luogo dalle stazioni radio base per la telefonia mobile. Le radiazioni elettromagnetiche medie degli apparecchi WLAN contribuivano per il 5 per cento alle radiazioni elettromagnetiche totali. In abitazioni con apparecchi WLAN erano pari a 0,04 V/m e in abitazioni senza apparecchi WLAN a 0,02 V/m; erano pertanto tra 1500 e 3000 volte inferiori al valore limite raccomandato. I valori massimi misurati erano circa 400 volte inferiori al



valore limite raccomandato.

Un altro studio condotto in Svizzera su 90 giovani di età compresa tra i 13 e i 17 anni ha mostrato anch'esso risultati analoghi [13]. La quota degli apparecchi WLAN era pari al 3,5 per cento delle radiazioni elettromagnetiche totali. Il valore massimo era circa 600 volte inferiore e le radiazioni elettromagnetiche medie erano circa 2000 volte inferiori al valore limite raccomandato. L'analisi dettagliata mostra inoltre che le radiazioni elettromagnetiche prodotte da apparecchi WLAN dipendevano solo marginalmente dal fatto che questi fossero utilizzati a scuola o casa e dipendevano inoltre in scarsa misura dal fatto che i giovani si connettessero ad Internet dal loro cellulare attraverso la rete WLAN, attraverso servizi di Internet mobile per tramite delle stazioni radio base per la telefonia mobile oppure non potessero connettersi affatto.

4 Conseguenze per la salute

Allo stato attuale delle conoscenze, le radiazioni elettromagnetiche generate dagli apparecchi WLAN sono troppo deboli per indurre, in seguito all'assorbimento, un aumento della temperatura corporea suscettibile di provocare rischi acuti per la salute. Gli eventuali effetti a lungo termine legati all'utilizzo di questa tecnologia per lunghi periodi di tempo attualmente non sono stati studiati sufficientemente, per cui non è possibile fare affermazioni fondate. Gli studi disponibili non forniscono tuttavia né elementi certi né indizi attendibili quanto alla pericolosità per la salute delle radiazioni ad alta frequenza prodotte da reti WLAN.

Negli ultimi anni sono state condotte numerose ricerche sugli effetti biologici e sanitari delle radiazioni elettromagnetiche inferiori al valore limite raccomandato. Uno studio sinottico realizzato dall'Università di Basilea su mandato dell'UFSP ha riassunto i risultati delle ricerche che hanno esaminato le radiazioni delle reti WLAN [14]. L'Università di Basilea ha selezionato a tal fine 23 studi in totale. Gli studi condotti sulle cellule e sugli animali avevano come obiettivo l'analisi dei meccanismi biologici che fanno seguito alle radiazioni delle reti WLAN. Gli studi sperimentali svolti sull'uomo e gli studi epidemiologici servivano per poter riconoscere gli eventuali rischi delle tipiche esposizioni alle radiazioni delle reti WLAN nella vita quotidiana. Sono state incluse nello studio sinottico le ricerche che hanno analizzato le radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza con caratteristiche tipiche delle reti WLAN (frequenze nella banda a 2,4 GHz e a 5 GHz, nessuna radiazione a onda continua, modulazione tipica delle reti WLAN nonché pulsazione a bassa frequenza presente) e che soddisfano i seguenti criteri minimi di qualità: (a) studi su cellule e su animali: determinazione dosimetrica dell'esposizione; (b) studi su cellule e su animali e studi sperimentali sull'uomo: almeno in singolo cieco con gruppo/i di trattamento e di controllo nonché esposizione misurata o modellata; (c) studi epidemiologici: definizione dei criteri di inclusione e di esclusione nonché considerazione delle interferenze. Sono stati esclusi tutti gli studi che non soddisfano questi requisiti di qualità, che non hanno impiegato radiazioni tipiche delle reti WLAN o che interessano piante, funghi e batteri.

I risultati degli studi sulle cellule non indicano né processi cellulari disturbati né proprietà genotossiche delle radiazioni delle reti WLAN.

Gli studi sugli animali hanno esaminato prevalentemente gli effetti sulla riproduzione e sullo sviluppo di roditori. Diversi studi di un gruppo di ricercatori indicano che nella maggioranza dei casi non si sono



manifestati effetti significativi delle radiazioni. Nelle madri si è constatato in parte un aumento dell'assunzione di cibo dovuto alle radiazioni, ma non legato al dosaggio, durante il periodo di lattazione; tuttavia non si sono rilevati effetti delle radiazioni sul loro peso e sulla loro misure del corpo, sul numero di ovuli fertili, sul tasso di mortalità dei feti, sul numero di cuccioli nati morti e nati vivi, sulla grandezza della cucciolata e su anomalie macroscopiche. Nel cervello degli animali giovani non sono state rilevate alterazioni dovute alle radiazioni della gliosi e del tasso di apoptosi quali marcatori di neurotossicità. Nel sangue degli animali appena nati non vi erano indizi di un aumento dello stress ossidativo causato dalle radiazioni. Negli animali giovani non vi sono stati effetti delle radiazioni sul peso e sulla massa corporea, sulla distanza anogenitale (indicatore tra l'altro di salute riproduttiva), su indicatori di stress come le proteine da shock termico né su anomalie macroscopiche. Non si sono nemmeno manifestati effetti delle radiazioni sullo sviluppo fisico e funzionale né sul comportamento. Un altro studio sulla fertilità dei ratti mostra che nello sperma le radiazioni delle reti WLAN non hanno provocato difetti morfologici né una mobilità, una concentrazione o una spermiogenesi alterate. Anche il peso dei testicoli e della prostata non ha subito alterazioni. Gli animali esposti alle radiazioni presentavano (a) una maggiore percentuale di spermatozoi con difetti nella testa, (b) una diminuzione del peso degli epididimi e delle vescicole seminali, (c) alterazioni nel tessuto connettivo degli organi genitali nonché (d) una riduzione del diametro dei tubuli seminiferi. Diversi studi sul sistema immunitario sostanzialmente non indicavano alterazioni dovute alle radiazioni dei parametri immunitari di animali esposti alle radiazioni delle reti WLAN in fase prenatale o postnatale. Fa eccezione una produzione ridotta di interferone gamma nei topi di sesso maschile, riscontrata tuttavia con un carico di radiazioni elevato, non presente tipicamente negli apparecchi WLAN.

Gli studi sperimentali sull'uomo includevano esami sia cognitivi sia fisiologici. Uno studio sull'attività neurale ha constatato come conseguenza delle radiazioni delle reti WLAN differenze specifiche tra i sessi in relazione all'attenzione per compiti cognitivi. In un altro studio sullo stato di veglia e sulla vigilanza i soggetti non presentavano alterazioni dovute alle radiazioni nell'elettroencefalografia (EEG) in stato di veglia né cambiamenti nel tempo di reazione, nelle sospensioni o nella variabilità delle risposte ai compiti dati. Nemmeno la stanchezza autovalutata era influenzata dalle radiazioni. Nelle persone elettrosensibili, due studi di un gruppo di ricercatori non hanno riscontrato effetti delle radiazioni sulla frequenza respiratoria, sulla variabilità della frequenza cardiaca, sulla pressione sanguigna, sui test di conduttanza cutanea né sui componenti della saliva α -amilasi, cortisolo e immunoglobulina A. Una ricerca sul sonno non ha rilevato effetti delle radiazioni sui flussi cerebrali (EEG). Fanno eccezione onde alfa meno pronunciate durante il sonno NREM, che non hanno però influito sulla valutazione soggettiva della qualità del sonno da parte dei soggetti né sulla struttura del sonno. Un altro studio non ha riscontrato nei soggetti effetti delle radiazioni sul tempo di reazione, sulla memoria a breve termine né sulla capacità di argomentazione.

Gli studi epidemiologici hanno interessato sia i giovani sia gli adulti. Uno studio indica che i giovani che a casa dispongono di una rete WLAN si svegliano significativamente meno spesso durante la notte. Lo studio non ha riscontrato effetti legati alle radiazioni su cefalee, avvilimento, depressione, acufene, problemi ad addormentarsi, stanchezza a scuola, dolori al pollice derivanti dalla scrittura sugli apparecchi né problemi comportamentali. Uno studio più ampio sul sonno dei bambini non ha rilevato effetti legati alle radiazioni sull'inizio del sonno, sulla durata del sonno, sui risvegli notturni, sulle parasonnie o sulla sonnolenza diurna. Tuttavia, nei bambini che abitavano in abitazioni dotate di rete WLAN si è manifestata una maggiore paura del sonno. In uno studio sull'elettrosensibilità, le radiazio-



ni delle reti WLAN erano la causa dei disturbi menzionata più spesso dai partecipanti. In una delle 36 persone esaminate era individuabile una correlazione significativa tra i sintomi e le radiazioni delle reti WLAN. Un altro studio non ha trovato una correlazione tra lo stress ossidativo nel sangue e nella placenta delle donne partorienti, subito dopo la nascita dei loro bambini, e le radiazioni di apparecchi WLAN presenti nel luogo di lavoro o a casa.

5 Regolamentazione giuridica

Apparecchi WLAN

Gli apparecchi WLAN soggiacciono all'ordinanza svizzera sugli impianti di telecomunicazione (OIT) [15]. L'OIT stabilisce i requisiti fondamentali concernenti la protezione della salute e della sicurezza delle persone che utilizzano impianti di telecomunicazione o sono esposte alle radiazioni degli stessi. Tali requisiti sono concretizzati in norme svizzere ed europee i cui valori limite corrispondono ai valori riportati nella raccomandazione del Consiglio europeo del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz [3].

Hotspot WLAN

Gli hotspot WLAN sono spazi in cui l'accesso a Internet è possibile tramite WLAN e che sono accessibili al pubblico (stazioni, aeroporti, ecc.) o sono messi a disposizione di una cerchia di utenti limitata (alberghi, ecc.). Gli access point degli hotspot pubblici sono impianti di trasmissione stazionari e rientrano pertanto nel campo d'applicazione dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) [16].

Poiché la loro potenza di trasmissione massima consentita è inferiore a 6 watt ERP, gli access point WLAN non sono sottoposti a una limitazione preventiva delle emissioni, ossia non devono attenersi a nessun valore limite più severo previsto per l'impianto. Gli hotspot in cui l'intero corpo umano è esposto alle radiazioni uniformemente devono invece rispettare i valori limite d'immissione meno severi dell'ORNI.

Se le persone sono talmente vicine alle antenne degli hotspot che il corpo non è più irradiato uniformemente, al posto del valore limite d'immissione dell'ORNI vanno applicati i requisiti dell'OIT, rispettivamente il valore limite raccomandato di 2 W/kg per il tasso d'assorbimento specifico [3].

6 Bibliografia

1. Ufficio federale delle comunicazioni UFCOM, 2017. Scheda informativa WLAN Wireless Local Area Networks <https://www.bakom.admin.ch/bakom/it/pagina-iniziale/telecomunicazione/tecnologia/wlan.html>
2. UFCOM RIR 1010 Prescrizioni tecniche relative alle interfacce 784.101.21 / RIR1010 Sistemi di trasmissione dati a banda larga <https://www.ofcomnet.ch/api/RIR/1010>
3. 1999/519/CE: Raccomandazione del Consiglio, del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz, <https://eur->



lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?qid=1563644962803&uri=CELEX:31999H0519

4. Kühn, S., Kuster, N., 2006. Development of Procedures for the EMF Exposure Evaluation from Wireless Devices in Home and Office Environments. Supplement 1: Close-to-Body and Base Station Wireless Data Communication Devices. Rapporto IT'IS. Vedi «Ulteriori documenti»
5. Funck, C., Kühn, S., Goren, T., Kuster, N., 2017. Dosimetric Evaluation of IEEE 802.11n and 802.11ac Devices. Final Report for Project 644, rapporto IT'IS. 2017
6. Jalilian, H., Eeftens, M., Ziaei, M., Rössli, M., 2019. Public exposure to radiofrequency electromagnetic fields in everyday microenvironments: An updated systematic review for Europe. *Environmental Research*, 176, 2019, 2-13.
7. Hardell, L., Koppel, T., Carlberg, M., Ahonen, M., Hedendahl, L., 2016. Radiofrequency radiation at Stockholm Central Railway Station in Sweden and some medical aspects on public exposure to RF fields. *Int. J. Oncol.* 49, 1315–1324.
8. Hardell, L., Carlberg, M., Koppel, T., Hedendahl, L., 2017. High radiofrequency radiation at Stockholm Old Town: an exposimeter study including the Royal Castle, Supreme Court, three major squares and the Swedish Parliament. *Mol. Clin. Oncol.* 6, 462–476.
9. Hedendahl, L.K., Carlberg, M., Koppel, T., Hardell, L., 2017. Measurements of radiofrequency radiation with a body-borne exposimeter in Swedish schools with wi-fi. *Front. Pub. Health* 5, 279.
10. Valič, B., Kos, B., Gajšek, P., 2015. Typical exposure of children to EMF: exposimetry and dosimetry. *Radiat. Protect. Dosim.* 163, 70–80.
11. Aminzadeh, R., Thielens, A., Bamba, A., Kone, L., Gaillot, D.P., Lienard, M., Martens, L., Joseph W., 2016. On-body calibration and measurements using personal radiofrequency exposimeters in indoor diffuse and specular environments. *Bioelectromagnetics* 37, 298–309.
12. Rössli, M., Struchen, B., Eeftens, M., Roser, K., 2016. Persönliche Messungen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern bei einer Bevölkerungsstichprobe im Kanton Zürich, su mandato dell'AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich.
13. Roser, K., Schoeni, A., Struchen, B., Zahner, M., Eeftens, M., Fröhlich, J., Rössli, M., 2017. Personal radiofrequency electromagnetic field exposure measurements in Swiss adolescents. *Environment international* 99, 2017, 303–314
14. Dongus, S., Jalilian, H., Schürmann, D., Rössli, M. Health effects of WiFi radiation: a review based on systematic quality evaluation. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. DOI: [10.1080/10643389.2021.1951549](https://doi.org/10.1080/10643389.2021.1951549)
15. Ordinanza del 14 giugno 2015 sugli impianti di telecomunicazione (OIT), RS 784.101.2.
16. Ordinanza del 23 dicembre 1999 sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI), RS 814.710

Contatto in caso di domande

Ufficio federale della sanità pubblica UFSP
str@bag.admin.ch