



WLAN

Data:

9 agosto 2019

Una WLAN (Wireless Local Area Network) è una rete informatica che trasmette i dati scambiati tra gli apparecchi ad essa collegati mediante radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza. I dispositivi allacciati – computer, laptop, smartphone, fotocamere digitali, telefoni senza fili, scanner, proiettori, televisori e altre periferiche dotate di connessioni WLAN – comunicano in genere con una centrale d'accesso, l'access point o router, che connette gli apparecchi collegati sia tra loro che ad Internet.



Le radiazioni elettromagnetiche emesse dagli apparecchi WLAN dipendono dalla potenza di trasmissione e dall'entità del flusso di dati che circola in rete. Anche in caso di flusso di dati massimo, le radiazioni massime emesse sono tuttavia modeste e si riducono peraltro rapidamente con l'aumentare della distanza dal trasmettitore tanto da risultare 10 volte inferiori al valore limite di pericolosità per la salute a una distanza di 20 cm e 40 volte inferiori già a distanza di 1 m. In una stessa area possono dunque operare numerose reti WLAN contemporaneamente senza che ciò generi un carico di radiazioni sostanzialmente accresciuto per l'intera popolazione. Uno studio effettuato nel Canton Zurigo ha inoltre evidenziato che il carico medio di radiazioni prodotte da reti WLAN cui le persone sono esposte nella vita di tutti i giorni è di oltre 5000 volte inferiore all'attuale valore limite di pericolosità per la salute.

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 non sono dunque da intendersi quali misure di protezione raccomandate, ma sono essenzialmente rivolte a quanti desiderino comunque ridurre le radiazioni ad alta frequenza delle reti WLAN per motivi personali:

- collocare l'access point al centro dell'area da servire in modo che tutti gli apparecchi collegati abbiano una buona ricezione;
- spegnere gli apparecchi WLAN o l'access point quando non li si usa;
- collocare l'access point a un metro di distanza dai luoghi di lavoro, soggiorno o riposo al fine di ridurre ulteriormente l'irradiazione;
- se è possibile regolare la potenza di trasmissione dell'access point, ridurla al minimo necessario per permettere a tutti gli apparecchi collegati di mantenere la connessione;
- utilizzare apparecchi conformi ai moderni standard WLAN 802.11n e 802.11ac 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 quale sia il carico di radiazioni nel punto in cui è collocato un dato apparecchio WLAN in base al numero e alla potenza delle reti WLAN visualizzate.
- La misurazione del carico di radiazioni emesse da una rete WLAN richiede procedure complesse e alquanto costose. Gli strumenti di misura portatili disponibili sul mercato non sono pertanto idonei a misurare le radiazioni prodotte da questo tipo di dispositivi.
- Sugli apparecchi mobili alimentati a batteria, come ad esempio gli smartphone, regolate le impostazioni di risparmio energetico in modo che l'apparecchio spenga il modulo WLAN quando lo schermo non è attivo in modo da evitare che la continua ricerca di una rete scarichi inutilmente le batterie.
- 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 o WiFi è in genere costituita da un access point o router che collega via radio dei prodotti compatibili WLAN tra loro o con Internet. Oggigiorno è comune trovare prodotti contenenti moduli di ricetrasmisione WLAN nei seguenti settori:

- reti informatiche: desktop, laptop, tablet, dischi rigidi WLAN, stampanti, scanner, ecc.;
- casa e hobby: apparecchi radiotelevisivi, impianti di home cinema, apparecchi audio, console per videogiochi, macchine fotografiche e cineprese digitali (action-, web-, foto- e videocamere), telecamere di sorveglianza e baby monitor, dispositivi di regolazione per impianti di riscaldamento e di domotica, sistemi di illuminazione, talvolta anche elettrodomestici;
- multimedia: apparecchi radiotelevisivi, beamer e lettori di e-book;
- telecomunicazioni: smartphone, telefoni wireless, telefoni VoIP (Voice over IP).

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 collegati in rete con l'ausilio di cosiddetti ripetitori (chiamati anche extender o booster) oppure grazie a strutture d'interconnessione 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 lampade o stazioni base di telefoni wireless.

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 802.11ac o 802.11n, che consentono elevate velocità di trasmissione dati.



Tabella 1: Caratteristiche dei vari standard WLAN dell'IEEE

Standard IEEE	802.11ac	802.11n	802.11a	802.11b	802.11g	802.11h
Frequenza (MHz)	a) 5150-5350 b) 5470-5825	a) 2400 – 2483,5 b) 5150-5350 c) 5470-5825	5150 – 5250	2400 – 2483,5	2400 – 2483,5	5150 – 5350 5470 - 5725
Potenza di trasmissione max. (mW)	a) 200 b) 1000	a) 100 b) 200 c) 1000	200	100	100	200/1000
Potenza di trasmissione max. (mW) senza regolazione della potenza	a) 100 b) 500	a) 100 b) 100 c) 500				
Potenza di trasmissione media beacon (mW)			1	0,5	0.5	0.5
Potenza di trasmissione media max. (mW)			< 200	< 100	< 100	< 200
Portata (m)			50	fino a 200	50	50
Regolazione della potenza	sì	sì	no	no	sì, statica	sì, dinamica
Velocità di trasmissione lorda max. (MBit/s)	866.7 per antenna (max. 8 antenne)	150 per antenna (max. 4 antenne)	54	11	54	54
Diffusione	attuale	attuale	superata	superata	superata	superata

Velocità

I moderni apparecchi WLAN sono conformi agli standard 802.11ac e 802.11n, tecnologie che lavorano con antenne beamforming capaci di orientarsi verso gli apparecchi collegati. Grazie alla tecnologia MIMO (multiple-input-multiple-output), gli apparecchi WLAN conformi a questi standard possono aggregare i segnali delle loro varie antenne per aumentare la velocità di trasmissione dati.

I più recenti standard 802.11ac e 802.11ng e h consentono velocità di trasmissione elevate. Se più apparecchi vogliono utilizzare un collegamento con l'access point simultaneamente (ad es. più computer in un'aula scolastica), la capacità di trasmissione viene ripartita tra di loro, riducendo di conseguenza la velocità di trasmissione dei singoli apparecchi utenti.



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

Irradiazioni

La potenza effettivamente irradiata dipende innanzitutto dal flusso di dati. Anche in assenza di traffico dati, l'access point trasmette comunque un segnale (il beacon) a determinati intervalli di tempo (ad es. per 0,5 ms ogni 100 ms) in modo da permettere agli altri apparecchi di sincronizzarsi. Se da un access point da 100 mW è trasmesso solo il beacon, la potenza d'irradiazione media nel lasso di tempo in questione è di 0,5 mW. Se invece il flusso di dati trasmesso è importante, la potenza irradiata media può raggiungere i 70 mW.

Poiché un apparecchio può trasmettere solo una volta cessato qualsiasi altro flusso di dati, il diagramma di irradiazione risulta molto irregolare in quanto il beacon dell'access point genera un'irradiazione pulsata relativamente uniforme con una frequenza di ripetizione, ad esempio, di 10 Hz.

Dipendenza dalla distanza

Le radiazioni emesse da un'antenna diminuiscono fortemente all'aumentare della distanza dal trasmettitore e possono inoltre essere indebolite o riflesse da barriere come ad esempio le pareti. In caso di grande distanza tra l'access point e gli apparecchi collegati o in presenza di ostacoli, la velocità di trasmissione può dunque diminuire.

3 Valori limite e misurazioni dell'esposizione

Valore SAR

La grandezza che meglio descrive l'esposizione alle radiazioni elettromagnetiche è il SAR (tasso di assorbimento specifico; dall'inglese Specific Absorption Rate), un valore (espresso in W/kg) che indica la quantità di potenza d'irradiazione (W) assorbita dal corpo umano (kg). I valori limite di SAR raccomandati dall'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) limitano in sostanza l'aumento della temperatura corporea indotto dalle radiazioni elettromagnetiche a valori non pericolosi per la salute, che variano a seconda della parte colpita dall'irradiazione: intero corpo, arti, testa o tronco. Tutti questi valori inglobano un coefficiente di sicurezza 50 in modo da proteggere anche gruppi di popolazione sensibili. Il valore limite ICNIRP 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 [1], il che significa che sul volume corporeo di 10 grammi più fortemente irradiato il valore SAR non può superare 0,02 W/kg. In alcuni studi realizzati su mandato dell'UFSP sono stati misurati il SAR e, in certi casi, il campo elettrico di un tablet, di diversi access point e schede per PC e di un PDA [2, 3]. Poiché il carico di radiazioni prodotte da una rete WLAN dipende dalla potenza di trasmissione dell'apparecchio 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. I vari standard utilizzano tipi di modulazione diversi, che determinano carichi di radiazioni differenti. Benché i moderni standard ac e n



presentino una velocità di trasmissione sostanzialmente superiore a quella dei vecchi standard a, b e g, grazie alle antenne beamforming la loro irradiazione può essere direzionata verso gli apparecchi collegati e aggregare i segnali di più antenne, per cui il loro carico di radiazioni, specie nel caso dell'access point, è relativamente inferiore rispetto agli standard più vecchi.

Tabella 2: Valori SAR massimi misurati su un fantoccio nelle immediate vicinanze degli apparecchi [2,3].

Valori SAR massimi		
Standard	Apparecchio	SAR (W/kg)
802.11ac	Access Point 5 GHz	0,070
	Tablet 5 GHz	0,511
802.11 n	Access Point 2,4 GHz	0,256
	Access Point 5 GHz	0,096
	Tablet 2,4 GHz	0,298
	Tablet 5 GHz	0,697
802.11a	Access Point	0,54
	Scheda PC	0,07
802.11b	Access Point	0,73
	Scheda PC	0,43
802.11g	PDA	0,067
	Access Point	0,27
	Scheda PC	0,11

Campo elettrico

Per gli apparecchi utilizzati lontano dal corpo è possibile misurare anche il campo elettrico. Il valore limite raccomandato dall'ICNIRP per la banda di frequenza entro cui trasmettono gli apparecchi WLAN è fissato a 61 V/m (volt per metro) in modo da garantire il rispetto del valore limite del tasso di assorbimento specifico (SAR).

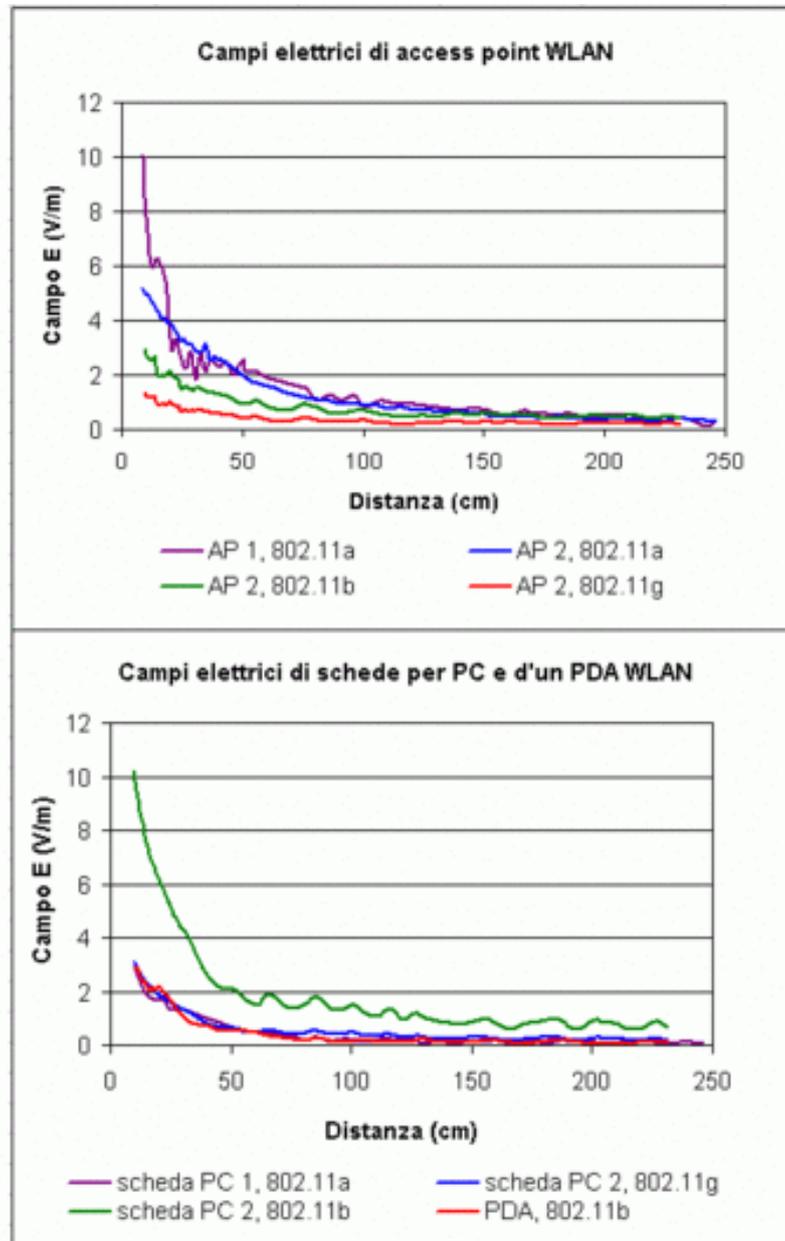


Figura 1: Campo elettrico (campo E) in funzione della distanza di due access point WLAN (AP), due schede PC e un PDA. L'access point 2 supporta gli standard 802.11 a, b e g, la scheda PC 2 l'802.11 b e g.

Man mano che ci si allontana dal trasmettitore, i campi elettrici diminuiscono fortemente (figura 1) pur rimanendo sempre al di sotto del valore limite di 61 V/m raccomandato dall'ICNIRP. A una distanza di 20 cm nessuno degli apparecchi arriva a sviluppare più del 10 % del valore limite raccomandato e a 1 m nessuno lo supera neanche del 2,5 %.

Esposizione media della popolazione a radiazioni da apparecchi WLAN

In Svizzera sono stati condotti numerosi studi sull'esposizione media reale della popolazione a diverse



fonti di radiazioni ad alta frequenza. Uno studio condotto nel Canton Zurigo [4] su 115 soggetti ha mostrato che il livello di esposizione totale era molto basso, cioè complessivamente pari a 0,18 V/m ovvero a circa il 3 per mille del valore limite raccomandato dall'ICNIRP per i campi ad alta frequenza. Ai soggetti dello studio è stato fatto indossare per un periodo di 2-3 giorni un dosimetro che registrava le radiazioni ad alta frequenza delle singole fonti di esposizione. Tra queste, le principali sorgenti di irradiazione sono risultate essere, in primo luogo, i telefoni cellulari seguiti, in secondo luogo, dalle stazioni base per dispositivi wireless. L'irradiazione da WLAN contribuiva solo per il 5 per cento all'irradiazione totale, ovvero per un fattore di ben 5000 volte inferiore al valore limite raccomandato all'ICNIRP. I carichi medi prodotti da apparecchi WLAN erano inoltre pari a 0,04 V/m in abitazioni con rete WLAN e di 0,02 V/m in abitazioni senza rete WLAN, ovvero rispettivamente 1500 e 3000 volte inferiori ai valori limite raccomandati dall'ICNIRP.

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 [5]. Il carico totale di radiazioni ad alta frequenza era pari a 0.15 V/m, cui gli apparecchi WLAN contribuivano per una quota del 3,5 %. L'analisi dettagliata dell'irradiazione da WLAN mostrava inoltre che l'esposizione dei giovani alle radiazioni prodotte da apparecchi WLAN dipendeva solo marginalmente dal fatto che questi fossero utilizzati a scuola o casa e dipendeva inoltre in scarsa misura dal fatto che i giovani potessero connettersi ad Internet dal loro cellulare attraverso la rete WLAN, attraverso servizi di Internet mobile, attraverso stazioni di base wireless o non potessero connettersi affatto.

Hotspot WLAN

Uno spazio provvisto di un accesso a Internet WLAN è detto hotspot. Gli hotspot possono essere pubblici (stazioni, aeroporti, ecc.) o a disposizione di una cerchia ristretta di utenti (alberghi). Per servire gli ambienti interni di un edificio, gli access point sono normalmente montati sul soffitto o alle pareti, raramente anche in pavimenti cavi; per servire gli ambienti esterni, sono invece collocati su una facciata o sul tetto. In un hotspot possono essere installati più access point.

Anche i valori limite d'immissione degli hotspot sono nettamente al di sotto del valore limite di 61 V/m raccomandato dall'ICNIRP.

4 Conseguenze per la salute

Allo stato attuale delle conoscenze e in base alle misurazioni dell'esposizione disponibili, le radiazioni ad alta frequenza generate dalle reti WLAN sono troppo deboli per indurre, mediante assorbimento, un aumento della temperatura suscettibile di avere effetti acuti sulla salute. Gli effetti a lungo termine e quelli atermici non sono stati tuttavia ancora studiati sufficientemente. Per il momento, dagli studi disponibili sulle ripercussioni dei CEM ad alta frequenza a basso dosaggio, al di sotto dei valori limite in vigore non emergono rischi sanitari attribuibili alle reti WLAN.

Se utilizzati vicino al corpo, singoli apparecchi WLAN come laptop, cellulari e PDA possono provocare esposizioni prolungate alle radiazioni. Al momento sussistono tuttavia incertezze quanto alle conse-



guenze per la salute di tali esposizioni e ampi studi internazionali sono in corso in relazione alle radiazioni dei cellulari. Opportune misure precauzionali, descritte nell'introduzione, permettono comunque di minimizzare questo carico di radiazioni.

5 Regolamentazione giuridica

Apparecchi WLAN

Gli apparecchi WLAN soggiacciono all'ordinanza sugli impianti di telecomunicazione (OIT) [6], che stabilisce i requisiti fondamentali concernenti la protezione della salute e della sicurezza delle persone che utilizzano o sono esposte alle radiazioni di impianti di telecomunicazione. Tali requisiti sono concretizzati in norme svizzere ed europee i cui valori limite corrispondono ai valori riportati nella raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz [7] e a quelli che l'Unione europea ha recepito dai valori limite raccomandati dall'ICNIRP [1].

Hotspot

Gli access point degli hotspot pubblici sono impianti di trasmissione stazionari e rientrano nel campo d'applicazione dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) [8].

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. Negli hotspot in cui l'intero corpo umano è esposto alle radiazioni uniformemente devono invece essere rispettati i valori limite d'immissione meno severi dell'ORNI.

Negli hotspot in cui la vicinanza delle antenne alle persone fa sì che il corpo non sia più irradiato uniformemente o che l'esposizione sia limitata solo a singole parti del corpo non è più applicabile il valore limite d'immissione dell'ORNI. In questo caso, si applicano i requisiti dell'ordinanza sugli impianti di telecomunicazione (OIT) [6], rispettivamente il valore limite dell'ICNIRP di 2 W/kg per il tasso d'assorbimento specifico [1].

6 Bibliografia

1. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields up to 300 GHz. *Health Phys.* 75: 494-521. 1998.
2. Kühn, S et al. 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. 2006. IT'IS Bericht. Vedi «Ulteriori Documenti»
3. Funk, C; Kühn, S; Goren, T; Kuster, N: Dosimetric Evaluation of IEEE 802.11n and 802.11ac Devices. Final Report for Project 644, IT'IS Bericht. 2017
4. Röösl, M; Struchen, B; Eeftens, M; Roser, K: Persönliche Messungen von hochfrequenten elekt-



romagnetischen Feldern bei einer Bevölkerungsstichprobe im Kanton Zürich, su mandato dell'AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich, Zurigo, marzo 2016

5. Roser, K; Schoeni, A; Struchen, B; Zahner, M; Eeftens, M; Fröhlich, J; Rössli, M: Personal radiofrequency electromagnetic field exposure measurements in Swiss adolescents. *Environment international* 99, 2017, 303–314
6. Ordinanza del 14 giugno 2002 sugli impianti di telecomunicazione (OIT), RS 784.101.2.
7. 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>
8. Ordinanza del 23 dicembre 1999 sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI), RS 814.710

Messaggio per lo specialista:

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