

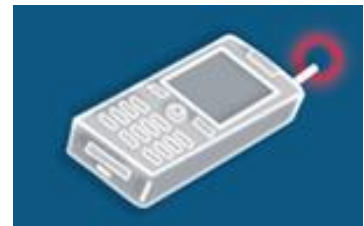


Telefono cellulare e smartphone

Data:

9. luglio 2019

L'utilizzo degli smartphone è aumentato parecchio negli ultimi anni. Il 97 per cento [1] della popolazione svizzera a partire dai 16 anni dispone oggi di un telefono cellulare o uno smartphone. Le abitudini di utilizzo sono però radicalmente cambiate. I cosiddetti telefonini vengono infatti molto più usati per le applicazioni Internet mobili che per telefonare.



La voce e i dati sono trasmessi mediante radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza dal terminale mobile alla stazione di base e viceversa. Quest'ultima assicura il collegamento alla rete per le telecomunicazioni per mezzo di diverse tecnologie, come il classico segnale radio, la tecnologia Bluetooth e le reti locali senza fili (WLAN). La testa o la mano della persona che tiene il dispositivo all'orecchio per telefonare o in mano per altre funzionalità, come navigare in Internet, sono quindi esposte alle radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza di queste tecnologie [2], oltre ai campi elettromagnetici a bassa frequenza generati dalle correnti che fluiscono nella batteria e nelle componenti elettroniche.

Un telefono cellulare trasmette soltanto durante una conversazione o se sta effettuando traffico dati. In assenza di conversazioni o di trasferimento dati, un telefono cellulare acceso invia soltanto un segnale a intervalli di qualche minuto per comunicare la propria posizione. Pertanto a riposo l'esposizione alla radiazione è trascurabile. La radiazione diminuisce rapidamente con l'aumentare della distanza dal dispositivo.

La potenza dell'esposizione durante l'uso del telefono cellulare dipende da diversi fattori:

- se la qualità del collegamento – visualizzata sul display con barrette verticali – è buona, il telefono cellulare emette una quantità di radiazioni inferiore rispetto a quelle prodotte in caso di collegamento disturbato. Una buona qualità del collegamento si ottiene quando tra la stazione di base e il telefono vi è il minor numero possibile di ostacoli che possono attenuare il segnale;
- l'esposizione diminuisce rapidamente aumentando la distanza, ad esempio mediante l'uso di dispositivi vivavoce (auricolari);
- La quantità di radiazioni assorbita dalla testa durante una telefonata – espressa dal tasso di assorbimento specifico TAS – varia in base al modello di telefono cellulare: minore è il valore TAS, minore è la radiazione assorbita dalla testa. Il valore TAS indicato nelle istruzioni per l'uso o in Internet è il valore massimo che il dispositivo raggiunge, nell'uso quotidiano può essere inferiore [3]. L'Ufficio federale della radioprotezione tedesco pubblica un elenco dei valori TAS dei telefoni cellulari.



A seconda della tecnologia si producono campi elettromagnetici di potenza diversa. Telefonare con la tecnologia UMTS (3G) e LTE (4G) invece della GSM (2G) o ricorrere a un dispositivo vivavoce riduce considerevolmente le radiazioni a cui è esposta la testa [2]. I telefoni cellulari UMTS e LTE regolano la loro potenza in modo molto più efficiente rispetto ai dispositivi GSM. I telefoni cellulari LTE (4G) utilizzano in media per trasmettere soltanto l'1 per cento della potenza di trasmissione massima possibile («Output Power Levels of 4G User Equipment and implications on realistic RF EMF exposure assessments», 2018), pur essendo in grado di trasferire una quantità di dati molto maggiore rispetto ai dispositivi UMTS.

L'introduzione attualmente in corso del 5G avviene in gamme di frequenza già utilizzate per la telefonia cellulare e le reti WLAN.

Vi sono ancora incertezze in merito agli effetti sulla salute in caso di esposizione prolungata ai campi magnetici ad alta frequenza dei telefoni cellulari. Non sono invece da attendersi conseguenze negative a breve termine.

Lo stesso vale per l'esposizione ai campi magnetici a bassa frequenza delle componenti elettroniche e della batteria.

I seguenti consigli permettono di attenuare l'esposizione alle radiazioni emesse dai telefoni cellulari e dagli smartphone.

- Per ridurre il carico di radiazioni alla testa, utilizzare cuffiette/auricolari o un **dispositivo vivavoce** senza filo con trasmettitore Bluetooth a bassa classe di potenza (2 o 3).
- Preferire reti di telefonia mobile moderne, come la LTE (4G) o l'UMTS (3G), che emettono meno radiazioni della più datata GSM. A questo proposito, verificare le impostazioni del cellulare o rivolgersi al rivenditore.
- All'interno di edifici o in treno, utilizzare se possibile una rete WLAN per telefonare e trasmettere dati. A questo proposito, verificare le impostazioni del cellulare.
- Diffidare dei dispositivi di protezione e di schermatura che dovrebbero ridurre l'esposizione alle radiazioni, ma che possono peggiorare la qualità del collegamento obbligando il telefonino ad emettere radiazioni più intense.
- I portatori di dispositivi medici elettronici **impiantati** dovrebbero mantenere una distanza di 30 cm tra il dispositivo e il telefono cellulare.

Altri consigli:

- **Non telefonare MAI mentre si guida**, nemmeno con un dispositivo vivavoce, perché il rischio di distrazione è sempre alto.
- **Non usare MAI un telefono cellulare** quando si cammina o si pedala se si attraversano o si utilizzano vie di circolazione.



1 Stazioni di base

Per informazioni dettagliate sulle radiazioni emesse dalle stazioni di base potete rivolgervi all'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) [4] o a un servizio cantonale competente sulle RNI.

Ulteriori informazioni sul 5G sono disponibili sui siti web dell'UFAM e dell'Ufficio federale delle comunicazioni (UFKOM).

2 Tecnologie di telefonia mobile: panoramica

Il sistema GSM (Global System for Mobile Communication) [5], noto anche come seconda generazione di telefonia mobile (2G), è uno standard digitale di telefonia mobile utilizzato soprattutto per la telefonia e la trasmissione di brevi messaggi di testo (i cosiddetti SMS, acronimo di Short Message System). Le tecnologie GPRS (General Packet Radio System) ed EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) sono evoluzioni del sistema GSM e permettono il traffico di dati o l'accesso a Internet.

Lo standard UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) [6] è considerato la tecnologia di terza generazione di telefonia mobile (3G). Esso vanta una velocità di trasmissione di dati superiore al sistema GSM ed è più indicato per i servizi dati e multimedia, ma è anche utilizzato per la telefonia e gli SMS. Con la tecnologia LTE (Long Term Evolution) [7], che rappresenta la quarta generazione di telefonia mobile (4G), la velocità di trasmissione dati è stata di nuovo considerevolmente aumentata. Al momento è in corso l'introduzione della tecnologia 5G.

Nel 2012 è stato toccato il picco della diffusione mondiale dei cellulari GSM. Come si può vedere nella figura 1, la quota di mercato degli smartphone UMTS e in seguito LTE è sensibilmente aumentata negli ultimi anni.

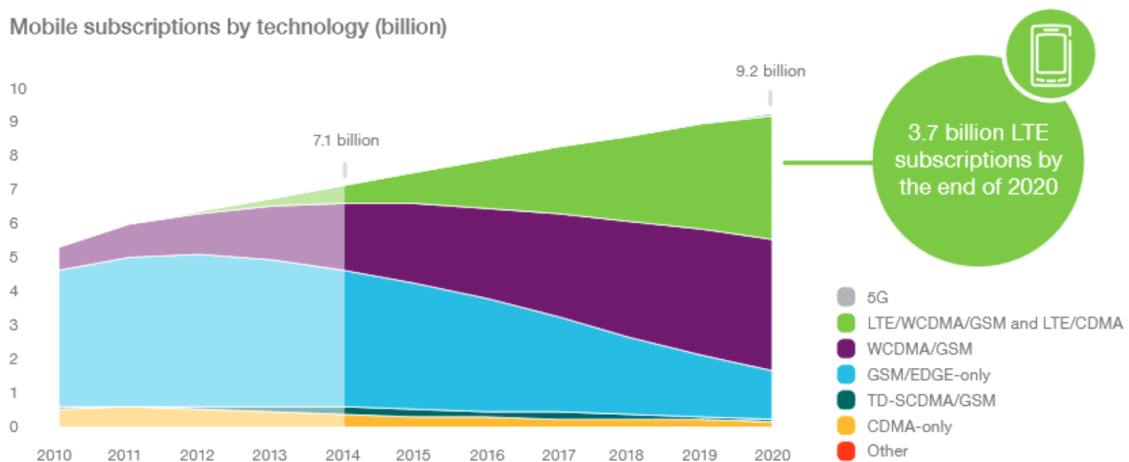


Figura 1: evoluzione delle diverse tecnologie di rete a livello mondiale.

Lo standard LTE supporta di norma tutte le bande di frequenza delle reti di seconda e terza generazione, ma lavora soprattutto nelle gamme di frequenza attorno ai 2,6 GHz e agli 800 MHz (tabella 1).



La tabella 1 riporta le gamme di frequenza attualmente disponibili in Svizzera e la rispettiva larghezza di banda [5, 6, 7].

| Banda di frequenza | Larghezza di banda | Utilizzo | Potenza di trasmissione di picco | Potenza di trasmissione media (comune telefonata) |
|--------------------|-------------------------------|----------------|----------------------------------|---|
| 800 MHz | 2x30 MHz | | 250 mW | Zona rurale: 1,5 mW. In città inferiore |
| 900 MHz | 2x35 MHz | 2G | 2 W | 250 mW |
| 1800 MHz | 2x75 MHz | Finora 2G e 3G | 1 W | 125 mW |
| 2100 MHz | 1x20 MHz 2x60 MHz 1x15 MHz | Finora 2G e 3G | 250 mW | Zona rurale: 1,5 mW. In città inferiore |
| 2600 MHz | 2x70 MHz 1x50 MHz | Finora 3G | 250 mW | Zona rurale: 1,5 mW. In città inferiore |
| 3400-3800 MHz | 400 MHz | | 250 mW | Zona rurale: 1,5 mW. In città inferiore |

3 Breve descrizione del funzionamento delle diverse tecnologie di telefonia mobile

Ulteriori e più dettagliate informazioni sono disponibili sul sito www.bakom.admin.ch.

3.1 Potenza di trasmissione

GSM

Nelle celle radio GSM [5], i segnali tra telefono cellulare e stazione di base sono trasmessi su una determinata frequenza portante sotto forma di brevi pacchetti suddivisi in otto intervalli temporali. Il primo intervallo o canale di controllo trasmette ai telefoni cellulari i dati di sistema della rete, sincronizzandoli con la stazione di base. La stazione di base emette in permanenza a piena potenza il canale di controllo, affinché i telefoni cellulari possano trovare la cella nel momento in cui vengono accesi, durante il roaming o l'handover. Anche se nella cella non avviene alcuna conversazione, tale canale è emesso a piena potenza su tutti gli otto intervalli. Gli altri sette possono essere utilizzati per le conversazioni.



L'esposizione alle radiazioni attraverso un telefono cellulare dipende molto dalla potenza di trasmissione, che è legata a sua volta alla qualità del collegamento radio tra telefono cellulare e stazione di base. Se la qualità è buona, il telefono cellulare deve emettere meno radiazioni che in caso di collegamento di scarsa qualità. Quest'ultimo caso si verifica per lo più all'interno degli edifici, poiché le pareti e le finestre moderne a risparmio energetico ostacolano il passaggio delle radiazioni. La qualità di un collegamento radio diminuisce inoltre con l'aumentare della distanza tra il telefono cellulare e la stazione di base, motivo per cui nelle città, in cui vi sono numerose stazioni di base su uno spazio ridotto, la qualità dei collegamenti è migliore rispetto alle zone rurali (tabella 2).

Con il sistema GSM, oltre alla qualità del collegamento è importante anche quanto spesso avviene il passaggio tra le singole celle radio o i gruppi di celle radio (i cosiddetti cluster). Durante la creazione del collegamento e a ogni passaggio da una cella all'altra o da un cluster all'altro, il telefono cellulare trasmette per un breve lasso di tempo alla potenza massima. Una volta stabilito il collegamento, la potenza si riduce e di riflesso diminuiscono anche le radiazioni a cui è esposta la persona al telefono.

Tabella 2: GSM: riduzione della potenza della radiazione in caso di collegamento di buona qualità e di pochi cambiamenti di cella [9].

| Confronto | Riduzione della potenza di trasmissione |
|--------------------------|--|
| Esterno vs interno | 68 % |
| Città vs zona rurale | 10 % |
| Da fermi vs in movimento | 45 % |

Benché il controllo della potenza possa consentire di mantenere la potenza di trasmissione effettiva di un cellulare nettamente al di sotto della potenza di trasmissione massima, diversi studi dimostrano che in realtà non è così. Uno studio italiano [9] ha misurato per due-sei mesi la potenza di trasmissione utilizzata quotidianamente dai cellulari GSM di sei persone. Nonostante la riduzione di potenza possibile a seconda della banda di frequenza, le potenze di trasmissione effettive dei telefoni cellulari rimangono comunque pari al 67 rispettivamente 50 per cento della potenza massima. Risultati simili emergono anche da uno studio svedese [10]. Si presume che l'elevata intensità delle radiazioni derivi dal fatto che, anche qualora l'utente telefoni da fermo, le stazioni di base passano frequentemente da una cella all'altra per ottimizzare lo sfruttamento della rete [9] (tabella 3).



Tabella 3: GSM 900/1800 MHz: percentuale di tempo durante il quale il cellulare trasmette alla massima potenza.

| | | Potenza di trasmissione massima (in percentuale), 900/1800 MHz |
|-------------|-------------|---|
| Studio [10] | Città | 25 |
| | Zona rurale | 50 |
| Studio [9] | Città | 48 / 39 |
| | Zona rurale | 60 / 49 |

UMTS

I telefoni cellulari UMTS regolano la loro potenza in modo molto più efficiente rispetto ai dispositivi GSM. Nello stabilire il collegamento, si avvalgono della potenza minima e la intensificano quel tanto che basta per stabilire un collegamento di qualità sufficiente. Per la trasmissione della voce e dei dati, è utilizzato un metodo completamente diverso dal GSM: il WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), che consente a tutti gli utenti di una rete di comunicare sulla stessa frequenza. I singoli canali sono separati per mezzo di un codice assegnato a ogni utente al momento del collegamento. Questa procedura rende l'UMTS completamente diverso dagli altri sistemi radio (GSM, LTE, DECT, TETRA ecc.), nei quali i singoli utenti attivi in una cella sono separati con frequenze o intervalli diversi.

Le stazioni di base UMTS sono costituite da cluster. All'interno di un cluster il cellulare non deve cambiare cella. In caso di cambiamento di cella necessario tra cluster diversi, l'apparecchio non si regola mai sulla potenza massima. Qualora le reti UMTS siano lacunose può capitare che il cellulare debba commutarsi sul sistema GSM, con conseguente aumento della potenza di trasmissione. Le misurazioni effettuate durante le conversazioni telefoniche [11] hanno rilevato una netta riduzione della potenza di trasmissione effettiva rispetto alla potenza di trasmissione massima possibile.

La potenza di trasmissione è correlata alla quantità di dati inviati dal cellulare: infatti durante il caricamento di file è stata misurata una potenza di trasmissione nettamente più elevata rispetto alla semplice telefonata che implica uno scambio di dati minimo (tabella 4).



Tabella 4: potenza di trasmissione UMTS in singole situazioni di misura [11].

| | Potenza di trasmissione media (μW) | Potenza di trasmissione media (% della potenza di trasmissione massima) |
|-----------------------------------|--|--|
| Telefonata da fermi | 4,6 | 0,004 |
| Telefonata in movimento | 9,5 | 0,008 |
| Caricamento di dati | 135,9 | 0,11 |
| Scaricamento di dati + telefonata | 61,5 | 0,05 |

La potenza di trasmissione massima dei dispositivi UMTS è di 250 mW, nella prassi le potenze effettive si situano tuttavia ben al di sotto di questo valore. Secondo le simulazioni di produttori e gestori di rete, la potenza di trasmissione media dei telefoni cellulari UMTS nelle zone rurali è di circa 1,5 mW e nelle città persino inferiore [12]. I telefoni cellulari UMTS trasmettono quindi con potenze parecchio inferiori a quelle dei telefoni cellulari GSM.

LTE

Lo standard LTE [8] supporta tutte le frequenze di telefonia mobile. L'innovazione principale rispetto allo standard UMTS è l'introduzione di nuove procedure di accesso al canale nel downlink e nell'uplink. Queste procedure complesse consentono il funzionamento del sistema con larghezze di banda del canale scalabili da 1,4 MHz a 20 MHz. In questo modo, l'LTE può essere utilizzato in modo flessibile nelle larghezze di banda assegnate di volta in volta senza avere bisogno, come l'UMTS, di blocchi contigui di almeno 5 MHz o suoi multipli. La tecnica è molto complessa: grazie a una ripartizione ottimizzata e agile dei segnali portanti a livello di tempo e frequenza, lo standard LTE offre un chiaro vantaggio in termini di efficienza e di velocità rispetto alle tecnologie in uso finora.

Lo standard LTE assicura una velocità di trasmissione dei dati notevolmente maggiore e un'efficienza spettrale migliore dei predecessori, nonché tempi di latenza (tempo di transito di un pacchetto di dati dal mittente al ricevente) più brevi. Con l'LTE, la latenza è al massimo di 5 millisecondi (latenza media UMTS: da 70 a 140 millisecondi), a tutto vantaggio della reattività della rete e dei servizi in tempo reale, come VoIP (Voice over IP) e applicazioni video.

5G

Il 5G è il nuovo standard internazionale di telefonia mobile che consente velocità di trasmissione massime fino a 10 GBit/s e tempi di reazione inferiori. Nelle gamme di frequenza attualmente disponibili la tecnologia radio del 5G è paragonabile a quella del 4G e viene utilizzata la stessa tecnica di modulazione. Tuttavia la larghezza di banda disponibile per il 5G è di gran lunga superiore. Le bande di frequenza per il 5G recentemente messe all'asta si collocano in una gamma di frequenze in cui operano già le odierne applicazioni di telecomunicazione ad alta frequenza.

4 Misurazioni dell'esposizione

4.1 Valore TAS delle radiazioni ad alta frequenza



Figura 2: testa di manichino per la determinazione del valore TAS. Fonte dell'immagine: [13].

L'esposizione del corpo alle radiazioni è descritta al meglio attraverso il tasso d'assorbimento specifico TAS. Il valore TAS (in W/kg) indica la potenza della radiazione (W) assorbita dal corpo umano (kg). Tale valore è determinato per ogni modello di telefono in uno scenario del «caso peggiore» con l'ausilio di una testa di manichino (figura 2) e confrontato con il valore limite della ICNIRP (Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti), fissato a 2 W/kg [14]. Informazioni sui valori TAS dei singoli telefoni cellulari sono pubblicate su diversi portali Internet, come: ((BfS-Link)). Il valore limite di 2 W/kg deve essere rispettato da tutti i dispositivi venduti in Svizzera.

Nel quadro del progetto europeo FP7 [2], l'esposizione alle radiazioni di diverse tecnologie di trasmissione mobili a diverse distanze è stata rapportata all'essere umano. È apparso evidente che l'esposizione può essere ridotta tenendo il telefono cellulare lontano dall'orecchio ad almeno 20 cm di distanza, ad esempio ricorrendo a un dispositivo vivavoce. Anche le nuove tecnologie di trasmissione emettono meno radiazioni: con il passaggio dalla telefonia GSM (2G) all'UMTS (3G), rispettivamente alla WLAN, il valore TAS si riduce.

Secondo lo studio SEAWIND [2], si è maggiormente esposti alle radiazioni quando il telefono cellulare è portato sul corpo come punto di accesso mobile WLAN (il cosiddetto tethering). Anche applicazioni dati con il massimo trasferimento di dati emettono in genere maggiori radiazioni rispetto alle conversazioni telefoniche (figura 3).

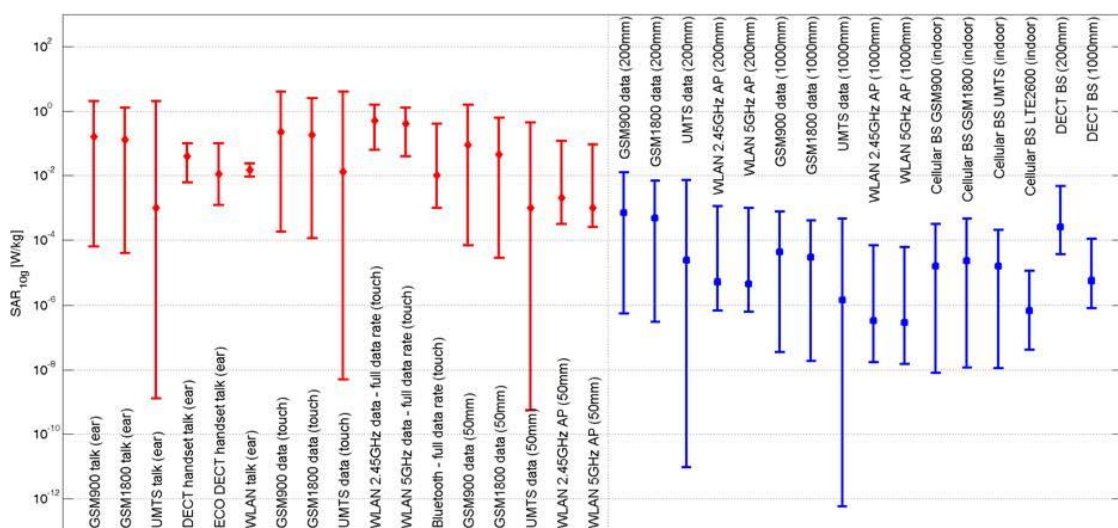


Figura 3: stima dell'esposizione alle radiazioni emesse da diverse tecnologie di trasmissione mobili a diverse distanze (rosso: vicino al corpo / blu: distanti da 20 cm a 1 m).



4.2 Dispositivi vivavoce, auricolari

Auricolari con cavo: Diversi studi hanno paragonato l'esposizione della testa alle radiazioni emanate dai telefoni cellulari utilizzati con o senza auricolari. Avvalendosi di modelli di calcolo e misurazioni su teste di manichino con tecnologie GSM alle frequenze di 900 MHz, Bit-Babik et al. [15] hanno dimostrato che gli auricolari consentono di ridurre in ogni caso le radiazioni cui è esposta la testa. Dalle misurazioni è emerso che l'uso degli auricolari riduce di 8-20 volte il valore TAS alla testa rispetto alle telefonate in cui il cellulare è appoggiato direttamente all'orecchio. La radiazione è ridotta ulteriormente se il telefono e il cavo sono situati vicini al resto del corpo, in modo da distribuire la radiazione. Nelle loro ricerche su tecnologie GSM alle frequenze di 1800 MHz, Troulis et al. [16] hanno dimostrato che tale assorbimento della radiazione riduce l'efficienza del cellulare che deve pertanto incrementare la potenza di trasmissione. L'importante è quindi che l'antenna del cellulare (di solito situata sul retro dell'apparecchio) sia tenuta lontana dal corpo per non compromettere la qualità del collegamento. In generale è possibile affermare che con l'uso degli auricolari la testa e il cervello risultano meno esposti alle radiazioni. Uno studio condotto nel quadro del programma di ricerca tedesco sulla telefonia mobile [17] ha rilevato in condizioni di «caso peggiore» con il sistema GSM a 1800 MHz un valore TAS più elevato in una piccola parte dell'orecchio interno, ma giunge comunque alla conclusione che, nel complesso, con gli auricolari l'esposizione della testa alle radiazioni si riduce.

4.3 Auricolari Bluetooth

Su mandato dell'UFSP sono stati esaminati due auricolari Bluetooth [18]. In questi dispositivi, il collegamento tra l'auricolare e il cellulare non avviene mediante cavo ma attraverso un segnale radio (per maggiori informazioni si rimanda alla pagina «Bluetooth» dell'UFSP). I due auricolari esaminati presentano valori TAS di 0,001 e 0,003 W/kg, cioè inferiori di 30 e 10 volte al valore TAS del cellulare con la radiazione più esigua attualmente in commercio (TAS 0,03).

4.4 Prodotti schermanti

Manning et al. [19] hanno testato in uno studio diversi prodotti schermanti. Gli adesivi e i cuscinetti da applicare sul ricevitore hanno avuto effetti minimi. A seconda dei casi, i valori TAS sono scesi o aumentati lievemente. Anche la qualità del collegamento è stata compromessa solo leggermente. I copri antenna hanno determinato un calo dei valori TAS fino al 99 per cento, riducendo però in pari misura anche la qualità del collegamento. Alcune custodie hanno permesso di abbassare i valori TAS senza compromettere la qualità del collegamento, altre hanno invece ridotto in ugual misura i TAS e la qualità del collegamento. La forma della custodia risulta fondamentale e il suo effetto varia per esempio a seconda che avvolga anche la tastiera o la lasci scoperta.

Nel loro studio Oliver et al. [20] hanno testato nove tipi di mini adesivi finalizzati a ridurre i valori TAS. Nessuno di essi si è rivelato utile in questo senso. Infatti il punto di massima concentrazione dei valori TAS sul manichino è rimasto invariato anche con l'uso dell'adesivo.

4.5 Campi magnetici a bassa frequenza nella tecnologia GSM

Nella tecnologia GSM, il cellulare trasmette e riceve soltanto a intervalli di 4,6 ms per 577 μ s. A questo ritmo l'elettricità fluisce nella batteria determinando una componente di radiazione a bassa frequenza pari a 217 Hz. Su incarico dell'UFSP sono state esaminate le componenti di radiazione a bassa frequenza di cinque diversi modelli di cellulare [21]. I valori dei campi magnetici sono risultati elevati specialmente nei multipli di 217 Hz (tabella 5, figura 3).

Tabella 5: campi magnetici a bassa frequenza e valori TAS nei cellulari GSM [21].

| | | Modello 1 | Modello 2 | Modello 3 | Modello 4 | Modello 5 |
|---|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campo magnetico a 5 mm di distanza (μT) | Davanti | 4,7 | 7,25 | 14,63 | 6,09 | 4,94 |
| | Dietro | 29,46 | 31,89 | 33,68 | 29,5 | 28,07 |
| Campo magnetico superficie (μT) | Davanti | 8,3 | 12,4 | 19,3 | 8,3 | 11,4 |
| | Dietro | 52,8 | 35,1 | 66,1 | 74,8 | 56,3 |
| Valore TAS (W/kg) | | 0,826 | 1,01 | 1,02 | 0,438 | 0,707 |

La figura 4 illustra il campo magnetico di un cellulare GSM in funzione della frequenza. Il valore limite raccomandato dall'UE [14] dipende dalla frequenza del campo magnetico. I campi magnetici con frequenze da 3 a 5 volte superiori alla frequenza di base di 217 Hz superano il valore limite.

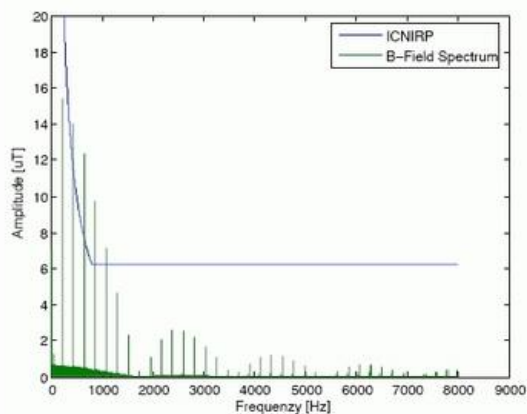


Figura 4: campo magnetico di un cellulare GSM in funzione della frequenza. Sono chiaramente visibili i multipli della frequenza di base di 217 Hz. In blu è indicato il campo magnetico che corrisponde al valore limite raccomandato dall'Unione europea per i campi magnetici.
Fonte: [21].



5 Conseguenze sulla salute

5.1 Cancro

Campi magnetici a bassa frequenza

Nei telefoni cellulari, i campi magnetici a bassa frequenza sono generati dalle correnti che fluiscono nella batteria e nelle componenti elettroniche. Non esistono studi sulle conseguenze sulla salute di questi campi magnetici. Nel 2002 l'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) ha classificato in linea generale come possibilmente cancerogeni (gruppo 2B) i campi magnetici statici e a bassa frequenza [22] sulla base di studi epidemiologici indicanti che l'esposizione a lungo termine e continua a campi magnetici a bassa frequenza di 1 μ T o persino inferiori ($<0,4 \mu$ T) potrebbe aumentare il rischio di ammalarsi di leucemia infantile o Alzheimer [6]. Non è chiaro in che misura tale rischio sussista anche con i telefoni cellulari.

Campi elettromagnetici ad alta frequenza

Nel 2011 l'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) ha classificato i campi elettromagnetici ad alta frequenza come possibilmente cancerogeni (gruppo 2B) sulla base di studi indicanti un possibile nesso tra l'uso di telefoni cellulari o senza filo e l'insorgenza di tumori al cervello [23]. La IARC giudica tuttavia limitati i dati disponibili e la loro evidenza, considerato che questi studi presentano lacune dal punto di vista della strutturazione dello studio e della stima della durata dell'esposizione.

5.2 Altre conseguenze sulla salute esaminate in relazione al telefono cellulare

Conseguenze sulle attività cerebrali

Con l'elettroencefalogramma (EEG) si registra l'attività elettrica del cervello, la quale può essere influenzata dalle radiazioni dei telefoni cellulari sia nello stato di veglia sia in quello di sonno. Non sono tuttavia chiare le ripercussioni sulla salute di tale attività cerebrale alterata.

Percezione ed elaborazione degli stimoli

Da studi condotti in passato era emerso che le radiazioni della telefonia mobile sono in grado di ridurre i tempi di reazione. In studi più recenti questi effetti sono stati osservati solo in minima parte.

Percezione di microonde

Non esistono riscontri secondo cui le radiazioni della telefonia mobile porterebbero a udire brusii.

Conseguenze sul sistema cardiovascolare

Gli effetti delle radiazioni dei cellulari sulla pressione sanguigna, sulle pulsazioni, sulla variabilità della frequenza cardiaca e sull'irrorazione sanguigna della pelle sono stati osservati solo in pochissimi



studi, che peraltro non hanno fornito risultati significativi.

Conseguenze sul benessere

Da vari sondaggi è emerso che le persone attribuiscono alle radiazioni dei cellulari sintomi in parte aspecifici (sintomi non riconducibili a una determinata malattia), come stanchezza, capogiri e mal di testa. Da studi epidemiologici non sono tuttavia emerse conferme significative di tale nesso [25-28]. Eventuali simili effetti a lungo termine sono però stati finora poco studiati e non è pertanto possibile valutare le ripercussioni delle radiazioni della telefonia mobile sul benessere generale [29].

Conseguenze sul sonno

Diversi studi di laboratorio hanno analizzato l'incidenza delle radiazioni dei telefoni cellulari sulla qualità del sonno. In alcuni, le persone esposte a tali radiazioni prima di addormentarsi hanno manifestato tempi di addormentamento inferiori [30] e un'attività elettrica cerebrale alterata durante il sonno [31]. La maggior parte di questi studi non ha tuttavia constatato alcun nesso tra le radiazioni e il sonno. In studi epidemiologici non è stato riscontrato alcun legame significativo tra la qualità del sonno dichiarata dai partecipanti e l'esposizione a radiazioni ad alta frequenza [25, 27]. Capita spesso che i telefoni cellulari non vengano spenti nemmeno durante la notte e possano così influenzare la qualità del sonno. Uno studio condotto con 439 persone ha dimostrato che essere svegliati durante la notte dal telefono cellulare è associato a maggiore stanchezza, mal di testa e rapido affaticamento, ma non influisce sulle capacità cognitive (p. es. capacità di concentrazione) [32].

Bambini e disturbi della concentrazione

Pochi studi hanno analizzato il nesso tra disturbi della concentrazione nei bambini e la telefonia mobile [33]. Benché siano stati riscontrati indizi che paiono indicare un rapporto tra radiazioni ad alta frequenza e problemi comportamentali in bambini e adolescenti [33], tali risultati non sono né confermati né può essere escluso che ci siano altri fattori all'origine dei disturbi comportamentali.

Spermatozoi

Lo scarso numero di ricerche disponibili non consente di stabilire con certezza in che misura le radiazioni dei cellulari incidano sulla fertilità. La maggior parte degli studi ha analizzato gli effetti delle radiazioni sulla motilità, rispettivamente la concentrazione [34] degli spermatozoi. La stima dell'esposizione alle radiazioni è però solitamente insufficiente, il che non permette di trarre conclusioni.

Interferenze con dispositivi impiantabili

I cellulari possono compromettere le funzionalità dei pacemaker (inibizione, stimolazione sbagliata, modalità asincrona) [35-37]. Gli ultimi modelli di pacemaker [38, 39], defibrillatori impiantati [35] e stimolatori cerebrali [40] sono invece meno soggetti a interferenze. Si raccomanda tuttavia di mantenere una distanza di sicurezza di 30 cm tra il dispositivo impiantato e il cellulare, per esempio evitando di portare il cellulare nei taschini situati all'altezza del petto e telefonando sempre dal lato opposto a quello in cui è impiantato il dispositivo [35].



Incidenti stradali

È dimostrato che usare il cellulare al volante è pericoloso. Telefonare mentre si guida aumenta significativamente il rischio di incidenti con o senza vittime [40-42]. La degradazione del comportamento di guida in seguito all'uso del telefonino può essere paragonata a quella determinata da un eccessivo tasso alcolico nel sangue (0,8‰) [43]. I rischi sono maggiori non solo durante la conversazione ma anche per un certo periodo dopo la sua conclusione. L'uso di un dispositivo vivavoce non riduce questo rischio.

6 Disciplinamento giuridico

I telefoni cellulari devono essere conformi allo standard europeo EN SN 50360 [44]. Il valore TAS misurato in base alla norma EN 50361 [45] non deve superare il limite di base ICNIRP [14] di 2 W/kg. Negli apparecchi che offrono più servizi (p. es. UMTS e WLAN), il valore TAS deve essere determinato singolarmente per ogni frequenza. Se i diversi servizi presentano il massimo livello TAS in punti diversi e se gli altri servizi raggiungono una quota di TAS inferiore al 5 per cento, si tiene conto unicamente del valore TAS del servizio con il valore più elevato [46].

Le radiazioni delle stazioni di base della telefonia mobile sono disciplinate nell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) [47].



7 Bibliografia

1. gfs.Bern. Neues Nutzungsverhalten, deutliche Nutzensicht, verstärkte Sensibilität gegenüber gesundheitlichen Risiken – Schlussbericht. Studie im Auftrag von Forum Mobil, Januar 2015.
2. SEAWIND - Sound Exposure & Risk Assessment of Wireless Network Devices, FP7-Final Summary Report 2012.
3. Roser et al., Development of an RF-EMF Exposure Surrogate for Epidemiologic Research, Int J Environ. Res. Public Health 2015.
4. <http://www.handystrahlung.ch/sar.php>
5. <http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01079/01086/index.html?lang=de>
6. BAKOM, Faktenblatt GSM, Juni 2015 <http://www.bakom.admin.ch/themen/technologie/01182/index.html?lang=de>
7. BAKOM, Faktenblatt UMTS, 12. Juni 2015 <http://www.bakom.admin.ch/themen/technologie/01178/index.html?lang=de>
8. BAKOM, Faktenblatt LTE und LTE+, Juni 2015 <http://www.bakom.admin.ch/themen/technologie/01397/03794/index.html?lang=de>
9. Medienmitteilung Swisscom: <https://www.swisscom.ch/de/about/medien/press-releases/2015/10/20151008-MM-Swisscom-ruestet-ihr-Mobilfunknetz-fuer-die-Zukunft.html>
10. Ardoino L, Barbieri E, Vecchia P. Determinants of exposure to electromagnetic fields from mobile phones. Radiat Prot.Dosimetry 2004;111:403-6.
11. Lönn S et al. Output power levels from mobile phones in different geographical areas; implications for exposure assessment. Occupational and Environmental Medicine 2004;61:769-72.
12. Georg R. Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR-Werte), die während der alltäglichen Nutzung von Handys auftritt. 2006
13. Report ITU-R M.2039-2: Characteristics of terrestrial IMT-2000 systems for frequency sharing/interference analyses (11/2010).
14. European commission. Health and electromagnetic fields EU-funded research into the impact of electromagnetic fields and mobile telephones on health. 2006.
15. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys. 1998;494-521.
16. Bit-Babik G et al. Estimation of the SAR in the human head and body due to radiofrequency radiation exposure from handheld mobile phones with hands-free accessories. Radiat.Res. 2003;159:550-7.
17. Troulis SE, Scanlon WG, Evans NE. Effect of a hands-free wire on specific absorption rate for a waist-mounted 1.8 GHz cellular telephone handset. Phys Med Biol 2003;48:1675-84.
18. Kühn S et al. Bestimmung von SAR-Werten bei der Verwendung von Headsets für Mobilfunktelefone. 2008. Siehe "Weitere Informationen"
19. Kramer A et al. Development of Procedures for the Assessment of Human Exposure to EMF from Wireless Devices in Home and Office Environments. 2005.
20. Manning MI, Densley M. On the effectiveness of various types of mobile phone radiations shields. SAR Test Report 0113. 2001
21. Oliver JP, Chou CK, Balzano Q. Testing the effectiveness of small radiation shields for mobile phones. Bioelectromagnetics 2003;24:66-9.
22. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 80, 2002, Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-frequency Electric and Magnetic Fields.



23. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 102, 2012, Non-ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields.
24. Sage C, Johansson O, Sage SA. Personal digital assistant (PDA) cell phone units produce elevated extremely-low frequency electromagnetic field emissions. *Bioelectromagnetics*. 2007; 28:386-92.
25. Berg-Beckhoff G, Blettner M, Kowall B, Breckenkamp J, Schlehofer B, Schmiedel S, Bornkessel C, Reis U, Potthoff P, Schüz J. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields. *Occup Environ Med*. 2009;66(2):124-30.
26. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, Potthoff P, Schüz J, Berg-Beckhoff G. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. *Occup Environ Med*. 2009;66(2):118-23.
27. Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup Environ Med*. 2006;63(5):307-13
28. Thomas S, Kühnlein A, Heinrich S, Praml G, Nowak D, von Kries R, Radon K. Personal exposure to mobile phone frequencies and well-being in adults: a cross-sectional study based on dosimetry. *Bioelectromagnetics*. 2008;29(6):463-70.
29. Kundi M, Hutter HP. Mobile phone base stations-Effects on wellbeing and health. *Pathophysiology*. 2009 Aug;16(2-3):123-35.
30. Mann K, Röschke J. Sleep under exposure to high-frequency electromagnetic fields. *Sleep Med Rev*. 2004;8(2):95-107.
31. Huber R, Treyer V, Borbély AA, Schuderer J, Gottselig JM, Landolt HP, Werth E, Berthold T, Kuster N, Buck A, Achermann P. Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. *J Sleep Res*. 2002;11(4):289-95
32. Schoeni A, Roser K, Rösli M (2015) Symptoms and Cognitive Functions in Adolescents in Relation to Mobile Phone Use during Night. *PloS ONE* 10(7).
33. Thomas S, Heinrich S, von Kries R, Radon K. Exposure to RF-EMF and behavioural problems in Bavarian children and adolescents. *Eur J Epidemiol*. 2010;25:135-41.
34. Zilberlich A. et al. Habits of cell phone usage and sperm quality – does it warrant attention? *Reproductive BioMedicine Online*, 2015, Volume 31, Issue 3, 421-426.
35. Kainz W et al. Electromagnetic compatibility of electronic implants - review of the literature 1. *Wien.Klin.Wochenschr*. 2001;113:903-14.
36. Tandogan I et al. Effects of mobile telephones on the function of implantable cardioverter defibrillators. *Ann.Noninvasive.Electrocardiol*. 2005;10:409-13.
37. Barbaro V et al. On the mechanisms of interference between mobile phones and pacemakers: parasitic demodulation of GSM signal by the sensing amplifier. *Phys Med Biol* 2003;48:1661-71.
38. Trigano A et al. Reliability of electromagnetic filters of cardiac pacemakers tested by cellular telephone ringing. *Heart Rhythm*. 2005;2:837-41.
39. Hekmat K et al. Interference by cellular phones with permanent implanted pacemakers: an update. *Europace*. 2004;6:363-9.
40. Kainz W, Alesch F, Chan DD. Electromagnetic interference of GSM mobile phones with the implantable deep brain stimulator, ITREL-III. *Biomed.Eng Online*. 2003;2:11.
41. McEvoy P et al. Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: a case-crossover study. *BMJ* 2005.



42. Redelmeier DA, Tibshirani RJ. Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions. *N.Engl.J.Med.* 1997;336:453-8.
43. Violanti JM. Cellular phones and fatal traffic collisions. *Accid.Anal.Prev.* 1998;30:519-24.
44. Strayer DL et al. A comparison of the cell phone driver and the drunk driver. *Hum Factors.* 2006 ;48:381-91.
45. CENELEC. EN SN 50360: 2013-01 Product standard to demonstrate the compliance of mobile telephones with basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (300 MHz - 3 GHz). Deutsche Fassung EN 50360:2001 + Cor. :2006 + A1:2012.
46. DIN EN 62209-1:2007-03. Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz) (IEC 62209-1:2005); German version EN 62209-1:2006.
47. IEC. 62209-2:2010 Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz).
48. SR 814.710 Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (Stand 1.7.2012).

Messaggio per lo specialista:

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