



L'elettrosmog nell'ambiente



Ufficio federale
dell'ambiente,
delle foreste e
del paesaggio
UFAFP

Gli impianti per l'approvvigionamento di corrente, le apparecchiature elettriche e un vasto numero di impianti di trasmissione per diverse applicazioni radio producono radiazioni non ionizzanti (RNI). Questo inquinamento elettromagnetico, a seconda dell'intensità, può mettere in pericolo la salute. Con l'ordinanza sulle radiazioni non ionizzanti (ORNI) il Consiglio federale ha perciò inteso proteggere la popolazione dalle conseguenze negative di tali radiazioni.

La presente pubblicazione descrive le fonti principali dell'elettrosmog, fornisce una valutazione dei rischi, illustra le lacune nel campo della ricerca e offre consigli per la riduzione delle radiazioni nella propria sfera individuale.

UFAFP, giugno 2005

L'elettrosmog nell'ambiente

Precauzioni per tutelare la salute

Le molteplici applicazioni delle moderne tecnologie dell'informazione e della comunicazione negli ultimi anni hanno profondamente cambiato le nostre abitudini di vita. La rapida diffusione della telefonia mobile o di Internet sono soltanto due esempi.

L'uso di apparecchi elettrici e applicazioni radio è in costante aumento: a casa, sul posto di lavoro o durante i nostri spostamenti. Il lato negativo di questo sviluppo è rappresentato dalla crescente diffusione nell'ambiente di radiazioni non ionizzanti (RNI). Per proteggere la salute dalle loro conseguenze negative, il Consiglio federale nel febbraio 2000 ha adottato l'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI). Per gli impianti di allacciamento, come ad esempio le linee di corrente, le antenne della telefonia mobile o i trasmettitori radiotelevisivi, l'ordinanza prescrive dei valori limite d'immissione che proteggono la popolazione dagli effetti nocivi oggi scientificamente dimostrati. Inoltre essa contiene norme più severe per gli impianti situati in prossimità dei luoghi dove le persone soggiornano a lungo. In questi casi le radiazioni vengono limitate in modo ancora più severo a scopo precauzionale.

La materia relativamente complessa, l'assenza di organi sensoriali nell'uomo che gli consentano di percepire le radiazioni, le lacune nella ricerca e le incertezze relative ai rischi per la salute lasciano spazio a speculazioni e a paure diffuse. Con la presente pubblicazione l'UFAFP intende fornire un contributo per una discussione concreta. Vengono illustrate nel modo più oggettivo possibile le attuali conoscenze riguardanti l'impatto delle RNI sulla salute umana. Inoltre abbiamo tentato di visualizzare e rendere più concrete le invisibili radiazioni che ci accompagnano nella vita di tutti i giorni.

La pubblicazione fa appello alla responsabilità del singolo, poiché l'elettromog ha spesso un'origine domestica. Infatti le RNI presenti all'interno di molte abitazioni non provengono da impianti di allacciamento esterni ma dagli apparecchi elettrici usati in ambito domestico. In questi casi la protezione garantita dallo Stato incontra dei limiti. È perciò nell'interesse personale del singolo sapere utilizzare le possibilità offerte dalla tecnica moderna nel modo più razionale possibile.



Philippe Roch
Direttore dell'UFAFP

Indice

Lo spettro elettromagnetico

In questo grafico sono evidenziati i diversi tipi di onde elettromagnetiche in base alla loro frequenza. L'elettromog è un termine generale che designa le radiazioni non ionizzanti generate dalla tecnologia, con una frequenza compresa fra 0 hertz e 300 gigahertz.

> **pagine 4 – 5**

Elettromog e salute



È stato dimostrato che le radiazioni non ionizzanti di forte intensità nuocciono alla salute. Sono stati inoltre rilevati degli effetti biologici anche ad intensità molto inferiori ai valori limite consigliati a livello internazionale. Poiché la scienza non dispone ancora di dati certi sulla nocività di questi effetti, la precauzione è la ricetta migliore.

> **pagine 6 – 13**

Ordinanza RNI



L'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI), in vigore da febbraio 2000, fissa dei valori massimi per l'esposizione di breve periodo alle radiazioni emesse dagli impianti di allacciamento. Inoltre, i valori limite degli impianti, fissati in via precauzionale, riducono l'esposizione di lungo periodo nelle zone abitate per numerose fonti di emissione.

> **pagine 14 – 19**

Approvvigionamento elettrico



Il trasporto e l'utilizzo dell'elettricità comportano necessariamente la formazione di campi elettrici e magnetici. Il maggior carico inquinante si registra in prossimità delle stazioni di trasformazione e delle linee dell'alta tensione.

> [pagine 20 – 27](#)

Apparecchi elettrici fra le mura domestiche



Nella maggior parte delle abitazioni l'elettrosmog ha un'origine domestica. Il singolo può perciò adottare dei semplici accorgimenti per ridurre sensibilmente il carico inquinante all'interno della propria abitazione. Gli apparecchi elettrici sempre accesi, come ad esempio le radiosvegli, non dovrebbero trovarsi in prossimità di luoghi dove le persone soggiornano per ore.

> [pagine 28 – 33](#)

Ferrovia



I campi magnetici lungo le linee ferroviarie sono soggetti a forti variazioni. Le locomotive che accelerano o che frenano incrementano il flusso di corrente, rafforzando l'intensità dei campi. Più treni passano su una tratta, maggiore è il carico inquinante.

> [pagine 34 – 37](#)

Telefonia mobile



Migliaia di stazioni di base in Svizzera garantiscono una copertura praticamente capillare dei servizi di telefonia mobile. Il lato negativo è rappresentato dall'incremento delle radiazioni ad alta frequenza emesse dalle antenne.

> [pagine 38 – 45](#)

Impianti radiotelevisivi, ponti radio, radio amatoriale



I potenti impianti di trasmissione per i programmi radiofonici e televisivi si trovano principalmente in luoghi sopraelevati. In prossimità della loro zona critica non vi sono abitazioni, perciò generalmente il valore limite dell'impianto può essere rispettato senza problemi.

> [pagine 46 – 51](#)

Applicazioni radio negli edifici



Anche in ambito domestico si utilizzano sempre più spesso applicazioni radio come ad esempio telefoni cordless, cuffie senza cavo, babyphone o stazioni WLAN per l'accesso ad Internet senza filo. Nonostante la potenza di trasmissione sia relativamente ridotta, questi apparecchi possono essere la fonte principale di radiazioni ad alta frequenza negli interni.

> [pagine 52 – 55](#)

Indice analitico, glossario, nota editoriale

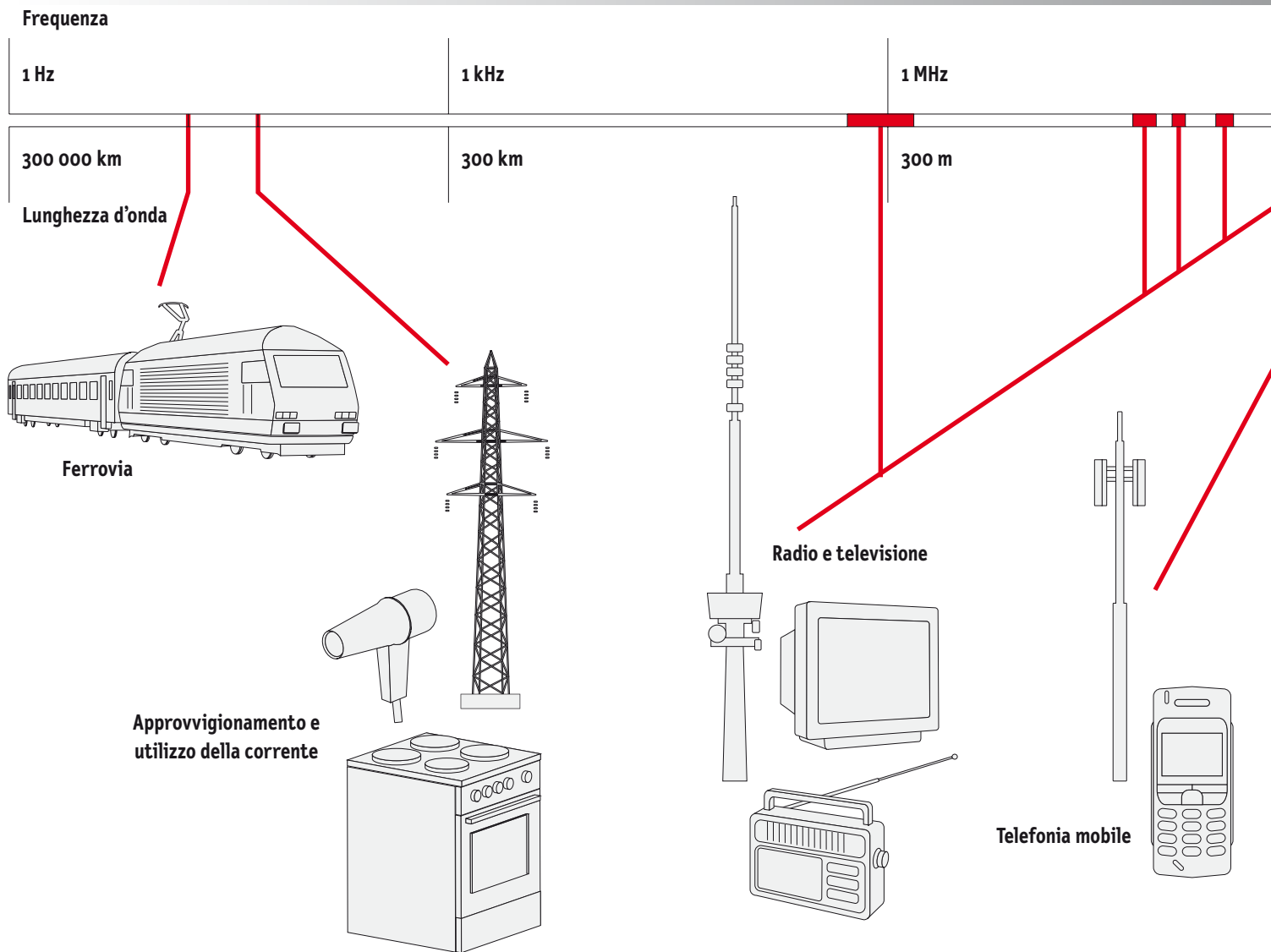
> [pagina 56](#)

Letture consigliate, link

> [pagina 57](#)

Lo spettro elettromagnetico

Campi a bassa frequenza



L'illustrazione mostra sinteticamente l'intero spettro elettromagnetico. Nel nostro ambiente naturale e domestico le onde elettromagnetiche si presentano sotto diverse forme, ad esempio i campi elettrici e magnetici generati dalle linee dell'alta tensione, le radiazioni dei trasmettitori radiotelevisivi e per la telefonia mobile, la luce visibile o i raggi X. Da un punto di vista fisico queste radiazioni si differenziano per la loro frequenza, ovvero per il numero di oscillazioni al secondo. A seconda della frequenza, le radiazioni hanno diverse proprietà di diffusione e diversi effetti sull'uomo.

Suddivisione dello spettro di frequenze

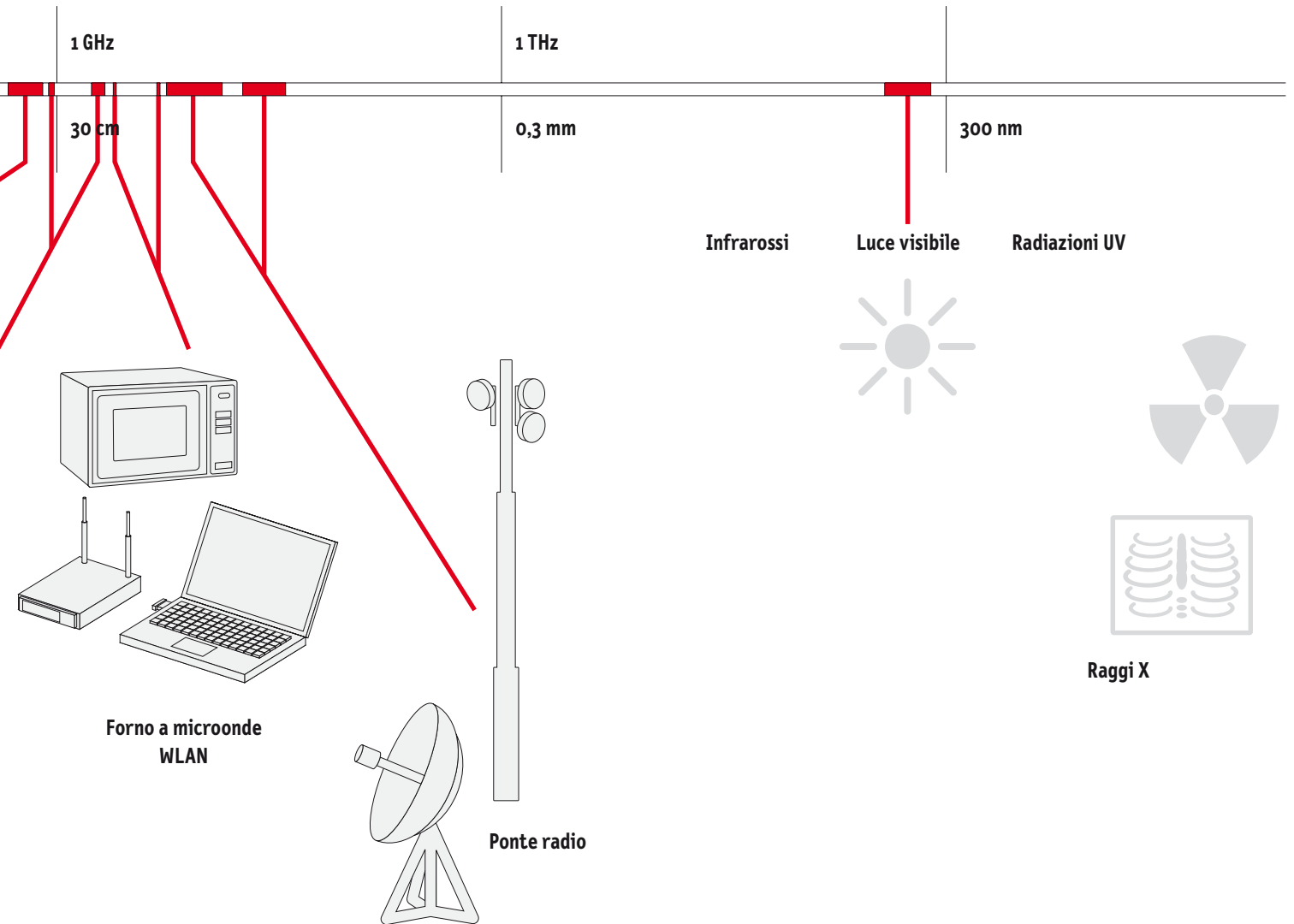
Lo spettro di frequenze delle onde elettromagnetiche viene suddiviso approssimativamente in radiazioni ionizzanti e non ionizzanti. Per le radiazioni non ionizzanti si distingue fra radiazioni a bassa e ad alta frequenza, radiazioni a infrarossi, luce visibile e radiazioni ultraviolette. Le radiazioni a bassa e ad alta frequenza generate dalla tecnologia vengono definite anche con il termine elettrosmog.

Campi a bassa frequenza

Fra i campi a bassa frequenza si annoverano i campi elettrici e magnetici delle linee di contatto ferroviarie, delle linee dell'alta tensione o degli apparecchi elettrici usati in ambito domestico. Poiché l'energia erogata alla ferrovia ha una frequenza pari a 16,7 oscillazioni al secondo, anche i campi che essa produce hanno una frequenza di 16,7 hertz (Hz). La rete pubblica di approvvigionamento elettrico utilizza invece una frequenza di 50 Hz.

Radiazioni non ionizzanti | Radiazioni ionizzanti

Campi ad alta frequenza



Radiazioni ad alta frequenza

A partire da più di 30'000 oscillazioni al secondo circa si parla di radiazioni ad alta frequenza. In questo caso il campo elettrico e quello magnetico sono accoppiati fra loro e possono diffondersi liberamente nell'ambiente come un'onda. È il caso delle tecnologie usate per la trasmissione senza filo delle informazioni. Le applicazioni più diffuse si ritrovano negli impianti di trasmissione e ricezione radio-televisiva, nella telefonia mobile, nei ponti radio e nei radar. In questi casi si utilizzano frequenze che vanno da alcune centinaia di chilohertz, come per le onde me-

die radiofoniche, fino ad alcuni miliardi di hertz (gigahertz) nel caso degli impianti dei ponti radio.

Le radiazioni termiche (infrarossi) e la luce visibile presentano frequenze ancora maggiori. Esse non vengono considerate come elettrosmog ma fanno comunque parte delle radiazioni non ionizzanti.

Radiazioni ionizzanti

Nell'ambito delle radiazioni ultraviolette avviene il passaggio alle radiazioni ionizzanti di cui fanno parte i raggi X e i raggi gamma. Al contrario delle radiazioni non ionizzanti esse presentano un'energia sufficiente per modificare direttamente gli elementi che costituiscono gli esseri viventi (atomi, molecole).

È stato dimostrato scientificamente che le radiazioni non ionizzanti di forte intensità hanno delle ripercussioni sulla salute dell'uomo. Tuttavia, se si escludono gli infortuni sul lavoro, le persone nel nostro ambiente non sono mai esposte ad immissioni così elevate. Sono stati comunque rilevati degli effetti biologici anche ad intensità molto inferiori ai valori limite di pericolosità consigliati a livello internazionale. Poiché la scienza non dispone ancora di dati certi sulla nocività di questi effetti, la precauzione è la ricetta migliore.

**L'elettrosmog
nuoce alla salute?**

Le ripercussioni delle radiazioni a bassa frequenza > p. 7

Forti effetti di stimolazione > p. 7

Effetti subliminali > p. 7

Maggior rischio di leucemia infantile? > p. 7

Le ripercussioni delle radiazioni ad alta frequenza > p. 10

Effetti termici pericolosi > p. 10

Numerosi effetti non termici > p. 10

Il fenomeno dell'elettrosensibilità > p. 11

Elettrosensibilità > p. 11

Elettronsensibilità > p. 11

Valutazione degli effetti delle radiazioni ad alta frequenza > p. 12

Spiegazioni relative alla tabella > p. 13

Le ripercussioni delle radiazioni a bassa frequenza

A differenza di alcuni animali, come i pesci o gli uccelli migratori, l'uomo non possiede un organo sensoriale per i campi elettrici o magnetici. Al massimo egli è in grado di percepirli indirettamente. Alcune persone, ad esempio, quando si trovano sotto una linea dell'alta tensione, sentono un formicolio sulla pelle. Il campo elettrico alternativo della linea fa vibrare i peli del corpo, facendo percepire una sensazione di prurito. Questo effetto può essere percepito come fastidioso ma non rappresenta un pericolo per la salute.

Forti effetti di stimolazione

È stato dimostrato che i campi elettrici e magnetici d'intensità ancora maggiore, che normalmente non sono presenti nell'ambiente, sono nocivi per la salute dell'uomo. Ad esempio in presenza di un carico eccezionalmente elevato di oltre 10'000 microtesla (μT) si verificano disfunzioni a livello delle cellule nervose e muscolari. I campi magnetici di questa intensità generano correnti elettriche all'interno dell'organismo umano che provocano stimolazioni nervose e contrazioni muscolari. Se il cuore è sottoposto ad immissioni estreme dell'ordine di oltre 100'000 μT , tali immissioni possono provocare un irrigidimento del miocardio. Questa fibrillazione ventricolare può essere mortale.

Tutti questi effetti sui nervi e i muscoli vengono chiamati effetti di stimolazione. Essi sono stati dimostrati scientificamente e costituiscono la base per la definizione a livello internazionale dei limiti di pericolosità. È stato dimostrato che se questi limiti non vengono superati non si verificano le disfunzioni a livello di cellule nervose e muscolari provocate dai campi a bassa frequenza.

Effetti subliminali

Tuttavia diversi studi rivelano reazioni biologiche anche in presenza di campi d'intensità nettamente inferiore ai valori limite riconosciuti a livello internazionale. Questi effetti vengono definiti subliminali.

Gli esperimenti condotti su persone e animali hanno dimostrato delle variazioni di comportamento e un certo influsso sulla capacità di apprendimento e sul sistema

ormonale. Ad esempio è stata dimostrata una minore secrezione dell'ormone melatonina. La melatonina controlla il ritmo biologico giorno-notte, ha un effetto di stimolazione sul sistema immunitario e previene la crescita dei tumori. Un ridotto livello di melatonina può determinare disturbi del sonno, spossatezza e tendenze depressive. La ricerca ha inoltre dimostrato che i campi a bassa frequenza di debole intensità provocano disturbi della crescita, del metabolismo e del materiale genetico delle cellule.

È perciò fuori discussione che esistano effetti subliminali, anche se non è stato possibile stabilire come si producono. Allo stato delle conoscenze attuali è inoltre impossibile affermare se e in quali condizioni tali effetti rappresentano un pericolo per la salute.

Maggior rischio di leucemia infantile?

Anche gli studi epidemiologici, che analizzano l'incidenza di determinate patologie in determinati gruppi di popolazione, sono uno strumento per apprendere di più sulle eventuali ripercussioni delle radiazioni non ionizzanti sulla salute. Per rispondere alla domanda se i campi magnetici a bassa frequenza favoriscono l'insorgere o lo sviluppo del cancro, fin dai primi anni '80 sono stati condotti degli studi di questo genere in diversi Paesi. Per molto tempo i loro risultati sono stati disomogenei e contraddittori. Le indagini più recenti e le valutazioni complessive degli studi precedenti giungono ora invece a una conclusione univoca: a partire da un carico del campo magnetico di 0,4 μT , calcolato come media sul lungo periodo, è possibile che esista un rischio doppio di leucemia infantile.

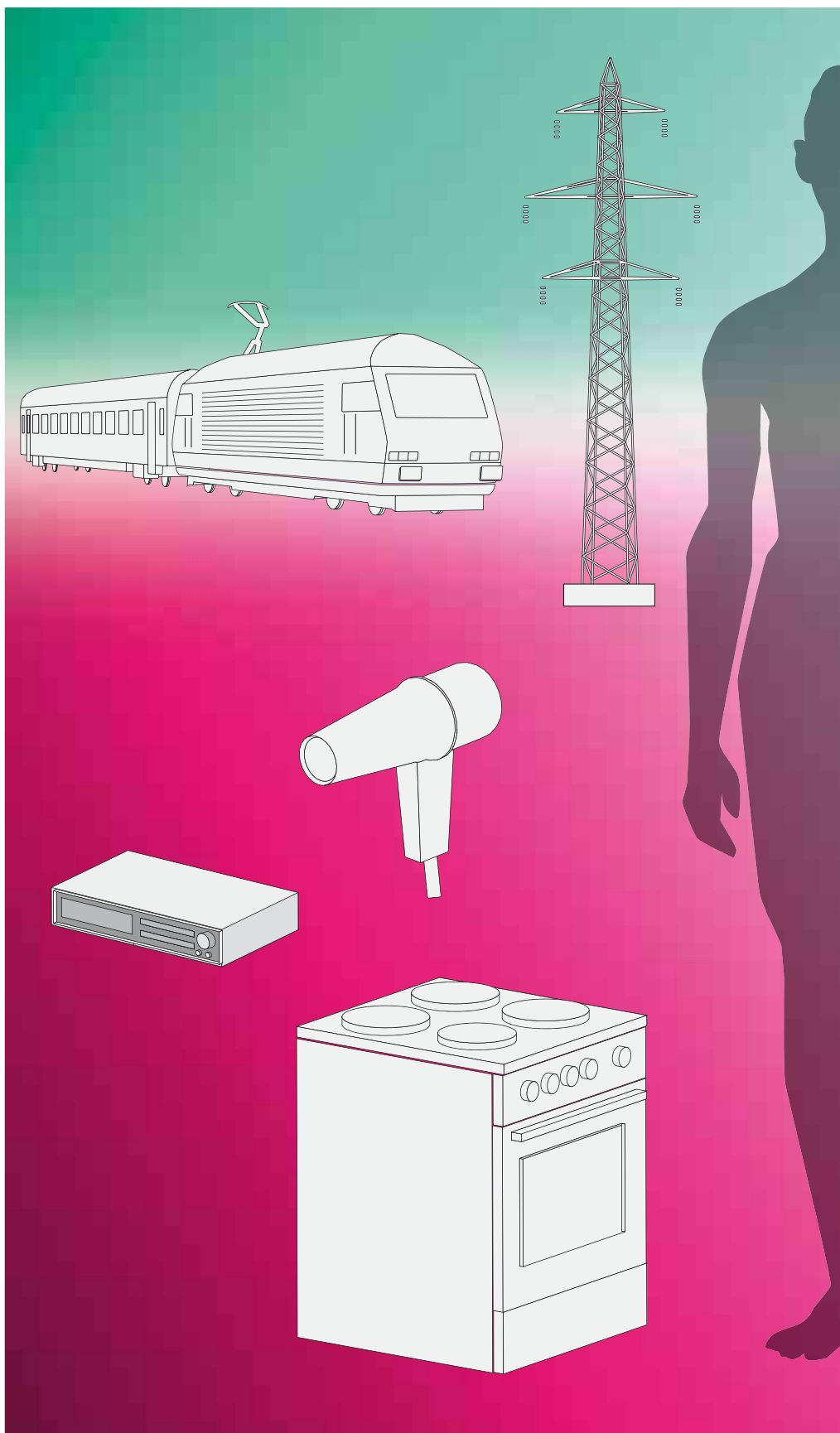
Anche l'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) trae questa conclusione e nel 2001 ha classificato i campi magnetici a bassa frequenza come potenzialmente cancerogeni per l'uomo. La IARC ritiene perciò possibile, sebbene non verosimile o dimostrato, che i campi magnetici a bassa frequenza presentino un rischio di leucemia.

In Svizzera, ogni anno circa 60 bambini si ammalano di leucemia. Se un'esposizione di lungo termine ai campi magnetici a bassa frequenza di oltre 0,4 μT raddoppiasse

Campi a bassa frequenza

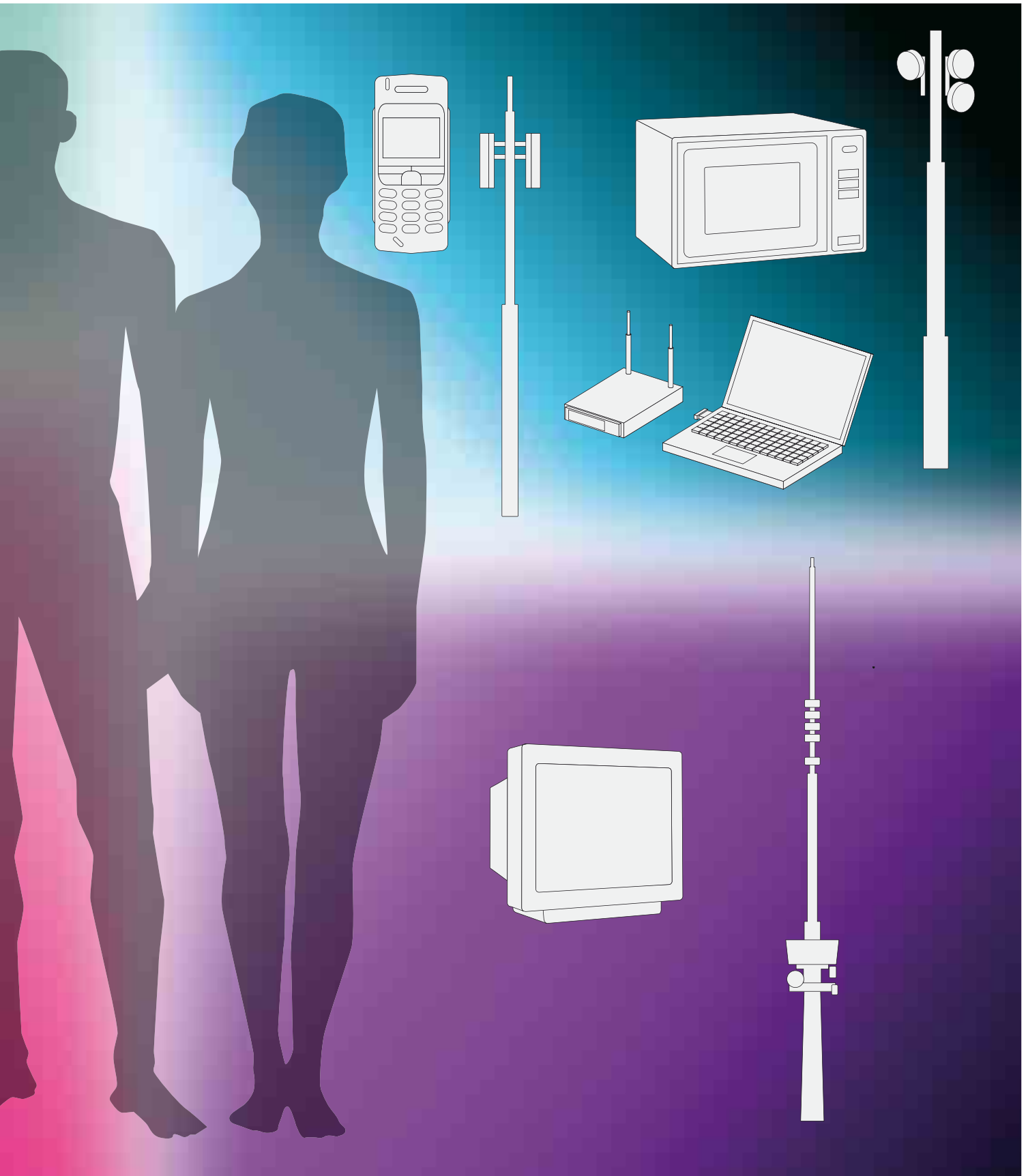
effettivamente il rischio di leucemia infantile, fatto che non è ancora dimostrato con certezza, un nuovo caso di malattia l'anno potrebbe essere ricondotto ai campi magnetici. Gli altri 59 casi sarebbero attribuibili ad altre cause.

Il sospetto di un maggior rischio di leucemia è uno dei motivi per ridurre il più possibile, a fini precauzionali, l'esposizione a lungo termine ai campi magnetici a bassa frequenza. Se le fonti di emissione sono rappresentate da apparecchi domestici, gli abitanti hanno la possibilità di ridurre da soli il carico inquinante. Invece gli impianti elettrici che si trovano nell'ambiente rientrano nel campo d'applicazione dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI), in vigore da febbraio 2000. Nei luoghi dove le persone soggiornano per lungo tempo la Confederazione ha disposto delle misure precauzionali per ridurre i campi magnetici, ad esempio nelle abitazioni, negli uffici, nelle scuole, negli ospedali e nei parchi giochi per bambini. In questi luoghi le nuove linee dell'alta tensione e le stazioni di trasformazione devono rispettare un valore limite di $1 \mu\text{T}$ quando l'impianto funziona a pieno regime. L'esposizione nel lungo periodo, tuttavia, è di regola nettamente inferiore perché gli impianti vengono utilizzati a pieno regime soltanto raramente.



Nella vita quotidiana le persone sono esposte a radiazioni non ionizzanti provenienti da diverse fonti. Le linee di contatto della ferrovia, gli impianti per l'approvvigionamento elettrico e gli apparecchi elettrici domestici generano campi elettrici e magnetici a bassa frequenza. Quando questi campi sono molto forti, possono generare delle correnti elettriche nel corpo, che a loro volta possono essere la causa di contrazioni nervose o muscolari.

Campi ad alta frequenza



I trasmettitori radiotelevisivi, le antenne per la telefonia mobile, i cellulari, gli impianti radar o i forni a microonde generano radiazioni ad alta frequenza. Queste hanno caratteristiche fisiche diverse rispetto ai campi a bassa frequenza e hanno anche effetti diversi sull'uomo. All'interno del corpo le radiazioni intense ad alta frequenza si trasformano in calore, che può danneggiare gli organi sensibili. Le ripercussioni delle radiazioni di bassa intensità finora non sono state oggetto di studi esaustivi.

Le ripercussioni delle radiazioni ad alta frequenza

Quando utilizziamo un forno a microonde, sfruttiamo l'effetto termico di radiazioni di forte intensità e ad alta frequenza. Il tessuto biologico, come quello della verdura o della carne, assorbe l'energia delle radiazioni e si riscalda. Questo rapido riscaldamento del tessuto non avviene però soltanto per effetto delle microonde ma anche in presenza di tutti i tipi di onde elettromagnetiche ad alta frequenza, come ad esempio quelle dei trasmettitori radio o della telefonia mobile. Perché si verifichi il fenomeno di riscaldamento è però necessario che le radiazioni abbiano un'intensità sufficiente.

Molte reazioni biochimiche dell'organismo umano possono avvenire soltanto all'interno di una gamma di temperature molto esigua. Le malattie accompagnate da un forte stato febbrile mostrano che è sufficiente che il corpo si riscaldi di pochi gradi Celsius per provocare disfunzioni sensibili a livello di questi processi. Gli effetti termici provocati dalle radiazioni elettromagnetiche sono pertanto indesiderati.

Effetti termici pericolosi

Normalmente nella vita di tutti i giorni non siamo esposti a radiazioni ad alta frequenza di intensità tale da provocare un effetto termico dannoso per la nostra salute. Tuttavia, se la temperatura corporea aumenta di oltre 1-2 °C in seguito alle radiazioni assorbite, la situazione diventa pericolosa poiché si presentano effetti analoghi a quelli di una febbre o di un colpo di calore: le capacità mnemoniche si riducono e vengono compromesse diverse funzioni fisiche come pure gli organi riproduttivi. Sono particolarmente colpiti gli

organi che dispongono di una ridotta irrorazione sanguigna e di una limitata dissipazione del calore, come gli occhi, i cui cristallini potrebbero perdere trasparenza (cataratta). In caso si sviluppino un calore interno ancora più intenso possono verificarsi ustioni endogene o casi di morte per il cosiddetto colpo di calore.

Gli infortuni professionali documentati in studi condotti all'estero e avvenuti soprattutto in presenza di impianti radar, dimostrano la pericolosità delle radiazioni di forte intensità e ad alta frequenza. Ad esempio un meccanico che per errore si è avvicinato ad un trasmettitore radar, ha provato una sensazione di grande calore e ha subito gravi ustioni. Assieme ad altri due colleghi, anch'essi colpiti, sono stati ricoverati in ospedale con danni epidermici e gravi disturbi alla coagulazione sanguigna. Tutti e tre lamentavano spossatezza, capogiri, cefalee e un senso di compressione agli occhi. Questi effetti acuti delle radiazioni di forte intensità e ad alta frequenza sono stati studiati scientificamente in modo approfondito. Essi si verificano soltanto a partire da una certa intensità delle radiazioni. Questa soglia costituisce la base dei valori limite riconosciuti a livello internazionale che servono a proteggere la popolazione dalle esposizioni di breve durata.

Numerosi effetti non termici

Diversi studi rivelano reazioni biologiche anche in presenza di campi d'intensità nettamente inferiore ai valori limite riconosciuti a livello internazionale. Poiché queste reazioni del fisico non si basano sul riscaldamento, esse vengono defini-

te effetti non termici.

Gli esperimenti condotti su alcune persone hanno ad esempio dimostrato che le radiazioni dei telefoni cellulari influenzano i flussi cerebrali e le fasi del sonno. In studi condotti in laboratorio sono state osservate variazioni di comportamento negli animali o alterazioni fisiologiche nelle culture cellulari causate dalle radiazioni ad alta frequenza di debole intensità.

Altri sospetti provengono da indagini epidemiologiche. Alcuni studi condotti nelle vicinanze dei trasmettitori radiotelevisivi hanno rilevato un numero di casi di leucemia e di linfoma superiore alle previsioni. I risultati tuttavia non sono uniformi e alcune indagini presentano lacune metodologiche.

Altre indicazioni sulle possibili ripercussioni per la salute provengono in parte dalla popolazione. Ad esempio gli abitanti della zona a ridosso del trasmettitore radiofonico ad onde corte di Schwarzenburg (BE), ormai fuori uso, lamentavano frequenti disturbi quali nervosismo, irrequietezza, insonnia, debolezza generale, stanchezza e dolori articolari. Uno studio epidemiologico della Confederazione ha rilevato che esiste una relazione statistica fra i disturbi del sonno e l'attività del trasmettitore. Lo studio non ha tuttavia potuto accertare definitivamente se i disturbi erano legati alle radiazioni del trasmettitore o ad altri fattori collaterali.

È assodato che le radiazioni ad alta frequenza provocano effetti non termici. Tuttavia, fino ad oggi, non è stato dimostrato come si producono questi effetti. Allo stato attuale delle conoscenze non è nemmeno possibile stabilire se e in quali condizioni questi effetti rappresentino un pericolo per la salute. I risultati contrastanti e in parte la non riproducibilità degli esperimenti rendono difficile una valutazione con cognizione di causa. A fronte di queste incertezze la scienza ha il dovere di continuare ad analizzare l'impatto delle radiazioni ad alta frequenza e a bassa intensità sulla salute umana.



Le radiazioni elettromagnetiche di forte intensità provocano un riscaldamento del corpo umano e possono essere all'origine di disturbi simili a quelli provocati dalla febbre. I valori limite dell'ORNI ci proteggono da questi effetti termici indesiderati.

Il fenomeno dell'elettrosensibilità

L'uomo non dispone di un organo sensoriale per percepire direttamente le radiazioni non ionizzanti. Tuttavia alcune persone particolarmente sensibili sembrano essere in grado di percepire anche i campi di debole intensità, e in alcuni casi vi sono persone che attribuiscono i loro sintomi all'elettrosmog. Nella letteratura specializzata, e anche comunemente, questi fenomeni vengono definiti con i termini di elettrosensibilità e elettrosensibilità. I due concetti non vengono sempre usati in modo corretto e, a volte, vengono impiegati anche con il significato opposto.

Elettrosensibilità

Con questo termine si intende la capacità di determinate persone di percepire consciamente le radiazioni elettromagnetiche di debole intensità, capacità che può essere misurata sulla base di esperimenti. Le persone che si sottopongono ai relativi test devono essere in grado di distinguere un'immissione reale da una apparente. A circa il 5 per cento delle persone questa operazione riesce meglio di quanto ci si potrebbe aspettare. La capacità di percepire i campi di bassa intensità non significa però necessariamente che queste persone soffrano se esposte all'elettrosmog.

Elettrosensibilità

Quando le persone attribuiscono alcuni loro disturbi alle radiazioni non ionizzanti di bassa intensità, si parla di elettrosensibilità o di ipersensibilità elettromagnetica. Queste persone lamentano spesso sintomi non specifici, come disturbi del sonno, cefalee, nervosismo, spossatezza, difficoltà di concentrazione, rumori fastidiosi nell'orecchio (tinnito), capogiri, dolori articolari o mal di cuore.

Le cause di tali disturbi spesso non possono essere determinate con precisione. Oltre all'elettrosmog entrano in gioco anche altri fattori, come lo stress, il rumore, la luce intermittente, i prodotti chimici o le patologie fisiche o psichiche. Non esistono inoltre dei criteri generalmente riconosciuti per una diagnosi obiettiva dell'elettrosensibilità. Sembra inoltre che i due fenomeni dell'elettrosensibilità e dell'elettrosensibilità siano indipendenti. Una persona elettrosensibile non deve necessariamente avere una capacità superiore alla media di percepire i campi e viceversa.

In quest'ambito sono ancora tante le domande che non hanno trovato una risposta e la ricerca deve ancora compiere molti progressi.



Irraggiamento della testa con campi elettromagnetici come quelli della telefonia mobile in un esperimento scientifico. Un'esposizione di appena 30 minuti è in grado di modificare l'attività cerebrale. Da questa constatazione però non è possibile trarre delle conclusioni sulle possibili ripercussioni per la salute.



Le persone elettrosensibili si sentono colpite dalle radiazioni non ionizzanti di bassa intensità anche al di sotto dei valori limite d'immissione riconosciuti a livello internazionale. Spesso soffrono di sintomi non specifici come i fastidiosi disturbi all'udito.

Valutazione degli effetti delle radiazioni ad alta frequenza

Evidenza	Effetto		
	Grave	Limitazione del benessere fisico	Rilevanza dubbia per la salute
Sicura	Effetti termici (p. es. peggioramento delle capacità mnemoniche e delle diverse funzioni fisiche, cataratta, ustioni interne)		
Probabile		Sintomi non specifici (cefalee, spossatezza, difficoltà di concentrazione, malessere, bruciore alla pelle ecc.)	Correnti cerebrali Fasi del sonno
Possibile	Leucemie/linfomi Tumori al cervello	Qualità del sonno Ipersensibilità alle onde elettromagnetiche	Funzioni cognitive, tempi di reazione
Improbabile	Mortalità Altri tipi di tumore		
Non valutabile	Aborti spontanei Genotossicità Tumore al seno Tumore agli occhi Tumore ai testicoli	Condizioni di salute psichica Sintomi non specifici (disturbi del sonno, cefalee, ecc.)	Sistema ormonale Sistema immunitario Iperensione

Fonte dell'esposizione

Diverse, oltre il valore limite d'immissione

Telefoni cellulari

Telefoni cellulari

Telefoni cellulari

Trasmettitori radiofonici e televisivi

Telefoni cellulari

Trasmettitori radiofonici

Telefoni cellulari

Telefoni cellulari

Telefoni cellulari

Diverse fonti

Apparecchi per la diatermia

Esposizione professionale

Diverse fonti

Telefoni cellulari

Pistole radar

Diverse fonti

Stazioni di base per la telefonia mobile

Diverse fonti

Diverse fonti

Trasmettitori radiofonici

Spiegazioni relative alla tabella

La tabella riportata qui accanto si basa essenzialmente sull'indagine «Hochfrequente Strahlung und Gesundheit» pubblicata nel 2003 e aggiornata nel 2004 (UFAFP UM-162-D). Lo studio è stato svolto dall'Istituto di medicina sociale e preventiva di Basilea su incarico dell'UFAFP e contiene una valutazione differenziata dei risultati di oltre 200 studi.

Viene valutato il grado di sicurezza con cui è stato dimostrato un effetto (evidenza), utilizzando una scala differenziata con le seguenti categorie:

Sicura: l'effetto regge ad un'argomentazione rigorosamente scientifica.

Probabile: l'effetto è stato riscontrato più volte in diversi studi. La qualità delle indagini è talmente convincente da poter escludere con sicurezza altri fattori. Manca però un meccanismo di azione plausibile.

Possibile: l'effetto è stato osservato in studi isolati, nel loro insieme però i risultati non sono coerenti. Le indicazioni scientifiche sono sostenute da rapporti concernenti casi singoli.

Improbabile: non vi sono indicazioni sull'effetto, ma diverse indicazioni della sua assenza.

Non valutabile: i dati a disposizione sono troppo scarsi per poter essere interpretati.



Gli effetti vengono inoltre classificati in tre gruppi a seconda della loro rilevanza per la salute, indipendente dal fatto che esista un'evidenza:

Grave: l'effetto determina una riduzione drastica della qualità della vita. Esso costituisce una minaccia per la vita e ne riduce le aspettative.

Limitazione del benessere fisico: la qualità della vita e il benessere sono fortemente limitati sebbene il sintomo non costituisca una minaccia diretta per la vita.

Non valutabile: gli effetti sono misurabili fisiologicamente, tuttavia le variazioni osservate si situano nella banda delle fluttuazioni normali di una persona sana. Di per sé non rappresentano un rischio acuto per la salute e non costituiscono una riduzione della qualità della vita, poiché normalmente non possono essere percepiti. Non è accertato se a lungo termine possono rappresentare un rischio per la salute.

L'ordinanza sulla protezione dalla radiazioni non ionizzanti (ORNI), in vigore da febbraio 2000, ha lo scopo di proteggere la popolazione svizzera dall'elettrosmog. Per difendere la popolazione dai rischi per la salute noti e comprovati scientificamente, l'ordinanza stabilisce dei valori massimi per l'esposizione a breve termine delle persone. Inoltre i valori limite relativi agli impianti, fissati in via precauzionale, hanno lo scopo di ridurre, per numerose fonti, l'esposizione di lungo periodo nelle aree abitate.

Norme per proteggere la popolazione dall'elettrosmog

Il concetto di protezione nell'ordinanza > p. 15

Campo d'applicazione dell'ORNI > p. 15

Limitazione dell'esposizione di breve periodo > p. 16

Valori limite d'immissione > p. 16

Limitazione dell'esposizione di lungo periodo in via precauzionale > p. 17

Valori limite dell'impianto > p. 17

Luoghi ad utilizzazione sensibile > p. 17

Nuove zone edificabili > p. 18

Controlli mediante calcoli o misure > p. 18

Misura di collaudo > p. 18

Misura di controllo > p. 19

Misura delle radiazioni della telefonia cellulare > p. 19

Il concetto di protezione nell'ordinanza

Le radiazioni non ionizzanti sono onnipresenti nelle nostre abitazioni e nel nostro ambiente di lavoro. Esse si formano in tutti gli apparecchi e impianti elettrici nonché in prossimità degli impianti di trasmissione di ogni genere. A causa dello sviluppo tecnologico e del sempre più frequente utilizzo di apparecchi elettrici e di applicazioni radio nella professione e nel tempo libero, il carico inquinante in futuro è destinato ad aumentare. Per proteggere la popolazione dalle conseguenze negative per la salute, dimostrate e presunte, il Consiglio federale nel febbraio 2000 ha approvato l'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI).

Il campo d'applicazione dell'ORNI si limita alle fonti di emissione fisse come le linee elettriche, le stazioni di trasformazione, le ferrovie e gli impianti di trasmissione per la telefonia mobile, la radiotelevisione o i

radar. I telefoni cellulari, quelli senza filo, gli schermi, i forni a microonde o gli altri apparecchi elettrici non rientrano invece nel campo d'applicazione dell'ORNI. Per limitare le loro radiazioni, sono necessarie norme e standard riconosciuti a livello internazionale, che il nostro Paese non può adottare in modo unilaterale.

Le radiazioni non ionizzanti non possono compromettere la salute e il benessere fisico della popolazione. L'ORNI prevede due modalità per perseguire questo obiettivo:

- per impedire in modo sicuro i danni scientificamente riconosciuti per la salute, l'ordinanza limita l'esposizione di breve periodo;
- per proteggere da eventuali rischi per la salute, non ancora sufficientemente studiati, essa riduce, in via precauzionale, anche l'esposizione prolungata.

Campo d'applicazione dell'ORNI

Impianti inclusi nel campo d'applicazione:

- Linee dell'alta tensione (linee aeree e sotterranee)
- Stazioni di trasformazione
- Sottostazioni e impianti di distribuzione
- Installazioni elettriche domestiche
- Ferrovie e tram
- Impianti di telefonia mobile
- Impianti di ponti radio
- Collegamenti per utenti senza filo (WLL)
- Trasmettitori radiotelevisivi
- Impianti radio aziendali
- Impianti radioamatoriali
- Impianti radar

Apparecchi esclusi dal campo d'applicazione:

- Telefoni cellulari
- Telefoni senza filo
- Bluetooth
- Forni a microonde
- Fornelli
- Apparecchi elettrici (come televisori, monitor di computer, radiosvegli, asciugacapelli, rasoi, ferri da stiro ecc.)
- Apparecchi medici
- Mezzi di produzione sul posto di lavoro

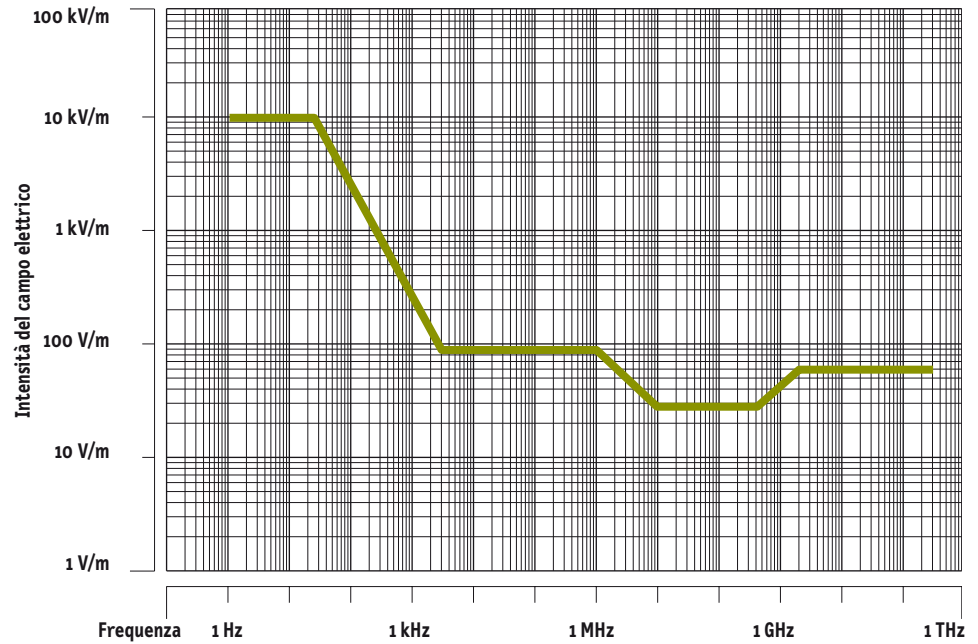
L'ORNI contiene norme per gli impianti fissi che generano radiazioni non ionizzanti comprese fra 0 hertz e 300 gigahertz.

Gli impianti fissi, come l'antenna per la telefonia mobile sullo sfondo, devono rispettare i valori limite dell'ORNI. In questo caso le onde elettromagnetiche vengono misurate con un'antenna.

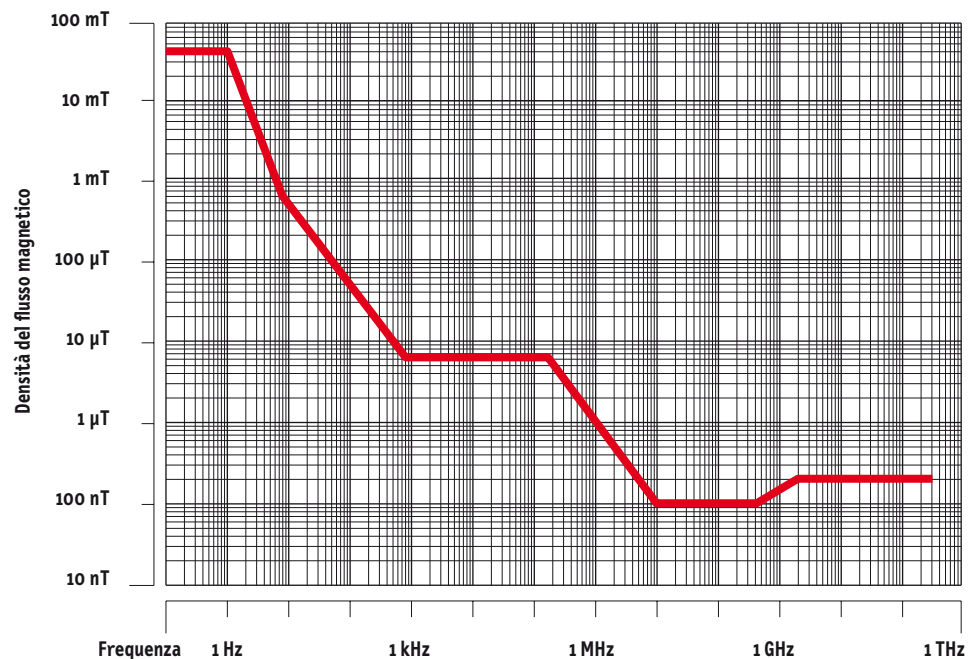
Limitazione dell'esposizione di breve periodo

Per limitare l'esposizione di breve periodo l'ORNI definisce dei valori limite d'immissione che si basano sulle raccomandazioni della Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP), applicate in molti Paesi. Rispettando questi valori limite, è possibile escludere qualsiasi impatto negativo sulla salute accertato scientificamente. Fra queste conseguenze negative figurano ad esempio il riscaldamento del corpo provocato dalle forti radiazioni di trasmettitori, gli impulsi nervosi o le contrazioni muscolari involontari causati dai campi magnetici o elettrici di forte intensità.

I valori limite d'immissione devono essere rispettati ovunque le persone soggiornino per un breve o un lungo periodo.



I valori limite d'immissione (linea verde) prescritti dall'ORNI, relativi all'intensità del campo elettrico, variano a seconda della frequenza delle radiazioni. Gli effetti sull'uomo si verificano infatti a diverse intensità a seconda della frequenza.



Per lo stesso motivo anche i valori limite d'immissione relativi alla densità del flusso magnetico (curva rossa) dipendono dalla frequenza.

Valori limite d'immissione

- I valori limite d'immissione dell'ORNI sono armonizzati a livello internazionale.
- Proteggono dagli effetti dannosi accertati scientificamente.
- Tengono conto della totalità delle radiazioni a bassa o ad alta frequenza presenti in un luogo.
- Devono essere rispettati ovunque soggiornino persone, anche per brevi periodi.

Impianto	Frequenza	Valore limite d'immissione
Ferrovie	16,7 Hz	300 µT e 10 000 V/m
Linee dell'alta tensione	50 Hz	100 µT e 5000 V/m
Trasmettitori radiotelevisivi	10 – 400 MHz	28 V/m
Trasmettitori della telefonia mobile	900 MHz 1800 MHz	41 V/m 58 V/m
Trasmettitori UMTS	2100 MHz	61 V/m

Esempi di valori limite d'immissione per diverse frequenze.

Limitazione dell'esposizione di lungo periodo in via precauzionale

I valori limite d'immissione garantiscono la protezione dagli effetti acuti e riconosciuti. Detti valori non proteggono tuttavia dagli effetti presunti provocati dalle radiazioni di bassa intensità e in particolare in caso di esposizioni prolungate. In questo ambito la ricerca deve ancora compiere molti progressi. Al momento dell'approvazione dell'ORNI il Consiglio federale non ha inteso attendere gli ulteriori risultati della ricerca e ha adottato delle misure di precauzione per ridurre l'esposizione di lungo periodo.

Le disposizioni si basano sul principio di precauzione, sancito dall'articolo 1 capoverso 2 della legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb): «a scopo di prevenzione, gli effetti che potrebbero divenire dannosi o molesti devono essere limitati tempestivamente». Il sospetto è pertanto

Valori limite dell'impianto

- I valori limite dell'impianto stabiliti dall'ORNI sono valori adottati a scopo precauzionale.
- Sono nettamente inferiori ai valori limite d'immissione.
- Si fondano sul principio di precauzione, sancito dalla legge sulla protezione dell'ambiente, e sono stati definiti sulla base di criteri di carattere tecnico, relativi all'esercizio e di natura economica.
- Limitano le radiazioni di un singolo impianto.
- Devono essere rispettati nei luoghi dove le persone soggiornano a lungo.
- In questo modo garantiscono che l'inquinamento da elettromog sia basso nei luoghi ad utilizzazione sensibile, riducendo anche il rischio di presunti effetti sulla salute.

I valori limite dell'impianto non si fondano su conoscenze mediche o biologiche ma sono stati definiti sulla base di criteri di carattere tecnico, relativi all'esercizio e di natura economica. Non si tratta di valori che consentono di escludere ogni pericolo, pertanto il loro rispetto non garantisce neppure che si possa escludere qualsiasi conseguenza per la salute. Viceversa il superamento dei valori limite non significa necessariamente che vi siano conseguenze negative.

sufficiente e non è necessario che sia stata dimostrata la dannosità. Inoltre, la legge sulla protezione dell'ambiente all'articolo 11 prescrive che l'inquinamento deve essere limitato da misure applicate alla fonte. I criteri adottati a tale scopo sono quelli consentiti dalle possibilità tecniche, dalle condizioni d'esercizio e dalla sostenibilità economica.

L'ORNI applica questo principio di precauzione definendo dei valori limite dell'impianto per diverse categorie di fonti d'emissione. Questi valori si applicano alle radiazioni di un singolo impianto e sono nettamente inferiori ai valori limite d'immissione. Nel caso degli impianti per la telefonia mobile i valori sono 10 volte più bassi, mentre quelli relativi alle nuove linee dell'alta tensione sono addirittura 100 volte inferiori. I valori limite dell'impianto devono essere rispettati nei luoghi dove le persone soggiornano a lungo. Per questi cosiddetti luoghi ad utilizzazione sensibile la Svizzera dispone di una delle normative più severe al mondo.

Considerata la situazione incerta riguardo ai pericoli per la salute, anche questi valori limite severi non offrono una sicurezza totale. Le autorità e gli esperti del settore medico non possono garantire una sicurezza sanitaria né oggi né in futuro, e questo non riguarda soltanto il problema delle radiazioni ma anche numerose nuove tecnologie. Non è infatti possibile escludere tutti i potenziali pericoli per la salute su base scientifica perché i processi vitali sono troppo complessi per poter analizzare in anticipo ogni possibile effetto biolo-

gico. Limitando però l'esposizione di lungo periodo, i valori limite dell'impianto riducono al minimo il rischio di eventuali conseguenze per la salute, che oggi non sono ancora chiaramente riconoscibili.



Luoghi ad utilizzazione sensibile

La protezione in via precauzionale, attuata mediante i valori limite dell'impianto, si limita a quei luoghi dove le persone soggiornano regolarmente per molto tempo. È qui che l'esposizione di lungo periodo deve essere ridotta al minimo. Fanno parte di questi luoghi ad esempio le abitazioni, le scuole, gli ospedali, gli uffici e i parchi giochi per bambini.

Non rientrano invece in questa categoria i balconi, le terrazze sui tetti, i vani scala, le autorimesse, i locali dei magazzini e degli archivi, i posti di lavoro non permanenti, le chiese, le sale da concerto e i teatri, i campeggi, gli impianti sportivi e per il tempo libero, gli spazi dei treni accessibili ai passeggeri e le terrazze panoramiche.

Impianto	Frequenza	Valore limite dell'impianto
Ferrovie	16,7 Hz	1 μ T (media su 24 h)
Linee dell'alta tensione	50 Hz	1 μ T
Trasmettitori radiotelevisivi	10 – 860 MHz	3 V/m
Trasmettitori della telefonia mobile	900 MHz 1800 MHz	4 V/m 6 V/m
Trasmettitori UMTS	2100 MHz	6 V/m

Esempi di valori limite per diversi impianti. I valori devono essere rispettati nelle cosiddette condizioni d'esercizio determinanti. Ulteriori indicazioni al riguardo sono contenute nelle descrizioni delle singole categorie di impianti.



Per proteggere la popolazione, l'azzoneamento di nuove aree edificabili in prossimità degli impianti esistenti o in corso di progettazione che emettono radiazioni non ionizzanti è permesso in futuro soltanto se è possibile rispettare il valore limite dell'impianto.

Nuove zone edificabili

Oltre alle misure direttamente alla fonte, l'ORNI prevede misure di tipo pianificatorio per ridurre al minimo l'esposizione di lungo periodo. L'ordinanza limita l'estensione delle nuove aree edificabili in prossimità degli impianti esistenti o di nuova progettazione, prevenendo la creazione di altri luoghi ad utilizzazione sensibile fortemente esposti. Dal 1° febbraio 2000 è consentita la delimitazione di nuove zone edificabili soltanto se i valori limite dell'impianto possono essere rispettati.

Al contrario, per le zone precedentemente delimitate in prossimità di una fonte di emissione è previsto che queste rimangano edificabili senza limitazioni d'uso anche se il valore limite dell'impianto viene superato. L'impianto in questione deve tuttavia essere risanato. A tale riguardo va tenuto presente che l'entità del risanamento per ogni categoria di impianto è determinata dall'ORNI.

Gli impianti della telefonia mobile, ad esempio, devono essere risanati in modo che il valore limite venga rispettato senza eccezioni in tutti i luoghi ad utilizzazione sensibile. Per le linee elettriche e le fer-

rovie invece questo non è richiesto. Per la trasmissione della corrente l'ORNI richiede, in caso di risanamento, soltanto un'ottimizzazione dell'occupazione di fase e per le linee di contatto ferroviarie prescrive l'applicazione di un conduttore di ritorno. Anche se queste misure non sono sufficienti per evitare il superamento del valore limite dell'impianto nelle zone edificabili, l'ordinanza non prescrive ulteriori misure di risanamento. Il Consiglio federale ha ritenuto che una riduzione generale delle emissioni al di sotto del valore limite dell'impianto per tutte le linee di corrente e le linee di contatto esistenti sarebbe stata una misura eccessiva. Per lo stesso motivo ha rifiutato di ripristinare la destinazione originaria delle aree edificabili già delimitate.

Controlli mediante calcoli o misure

L'autorità competente della Confederazione, del Cantone o del Comune controlla che vengano rispettati i valori limite dell'ORNI mediante calcoli o misure.

Per gli impianti della telefonia mobile, ad esempio, i gestori devono presentare, assieme alla domanda di costruzione, una cosiddetta scheda dei dati sul sito. Sulla base della potenza di trasmissione e delle direzioni d'emissione delle antenne vengono calcolate le radiazioni in prossimità dell'impianto. L'autorità competente del Cantone o del Comune verifica la correttezza di questi dati e calcoli. Anche per gli altri impianti, come ad esempio le nuove linee dell'alta tensione o le linee di contatto ferroviarie, vengono eseguiti appositi calcoli.

Le radiazioni vengono misurate dopo la messa in funzione dell'impianto. A tal fine si distingue fra misure di collaudo e misure di controllo.

Misura di collaudo

La misura di collaudo viene eseguita per accertare che il valore limite dell'impianto in determinate condizioni d'esercizio venga rispettato: ad esempio, per le antenne della telefonia mobile la condizione d'esercizio è costituita dal funzionamento dell'impianto a pieno regime e alla massima potenza di trasmissione consentita. Questa misura viene effettuata generalmente quando le previsioni di calcolo indicano un grado di esaurimento del valore limite dell'impianto pari ad oltre l'80 per cento. Spesso il titolare dell'impianto incarica una ditta specializzata di eseguire le misure perché queste ultime richiedono conoscenze specialistiche e molta esperienza. Conformemente al principio di causalità, il titolare dell'impianto deve sostenere i relativi costi.

La misura di collaudo non può mai essere eseguita indipendentemente dal gestore, perché quest'ultimo deve fornire i dati necessari sulle condizioni d'esercizio attuali. Per gli impianti di telefonia mobile l'ORNI prescrive che il valore limite dell'impianto debba essere rispettato quando l'impianto funziona a pieno regime e alla massima potenza di trasmissione consentita. Queste condizioni si verificano tuttavia molto raramente poiché la stazione di base

funziona normalmente con una potenza di trasmissione inferiore. Pertanto, i risultati delle misure effettuate devono essere rapportati alla massima potenza di trasmissione consentita: solo in questo modo, infatti, le autorità possono stabilire se il valore limite è rispettato. Per questi calcoli è indispensabile disporre delle informazioni sulle condizioni d'esercizio fornite dal gestore.

Misura di controllo

La misura di controllo persegue un altro scopo, essa serve infatti a determinare le radiazioni durante il normale esercizio dell'impianto. Questa misura può essere eseguita indipendentemente dal gestore.



Con l'antenna di misura manuale (in alto) viene rilevato il carico massimo in questo ambiente. L'analizzatore spettrale (al centro e in basso) rappresenta i risultati della misura a selezione di frequenza. Poiché ogni frequenza viene registrata separatamente, è possibile determinare le radiazioni di ogni singolo impianto per la telefonia mobile.

Misura delle radiazioni della telefonia mobile

Esistono diverse tecniche per misurare le radiazioni degli impianti per la telefonia mobile:

Misura a banda larga: con questo metodo vengono rilevate le radiazioni su un ampio spettro di frequenze mediante una sonda. Oltre alle radiazioni degli impianti di telefonia mobile vengono rilevate ad esempio anche quelle dei trasmettitori radiotelevisivi: in questo modo non è possibile identificare il carico imputabile alle varie fonti.

Misura a selezione di frequenza: questa tecnica viene impiegata quando, in seguito ad una misura a banda larga, non è possibile stabilire se un impianto di telefonia mobile rispetta il valore limite. Vengono perciò misurate in modo selettivo soltanto le radiazioni dell'impianto in oggetto. Le misure a selezione di frequenza sono più complesse e costose di quelle a banda larga e richiedono apparecchiature più sofisticate.

Misura a selezione di codice: questa tecnica viene impiegata per le radiazioni UMTS quando gli altri due metodi non sono in grado di fornire un risultato definitivo. Con questo metodo si misura e estrapola soltanto la quota del segnale UMTS costante nel tempo. Così è possibile attribuire con certezza i segnali misurati ad un determinato impianto di trasmissione.



Dove si genera, trasporta e utilizza l'elettricità, si formano inevitabilmente campi elettrici e magnetici. L'intensità dei campi aumenta proporzionalmente alla tensione e all'intensità di corrente e si riduce se aumenta la distanza dagli impianti che trasportano la corrente. La maggiore esposizione in questo settore si ha a ridosso delle stazioni di trasformazione e delle linee dell'alta tensione.

**Ovunque passa la corrente,
si formano dei campi a bassa
frequenza**

Il percorso della corrente:
dalla centrale alla presa > p. 21

Le tre unità di misura della corrente > p. 22

La corrente alternata trifase > p. 22

Come si formano i campi > p. 22

I campi magnetici delle linee aeree > p. 23

La riduzione del campo magnetico
mediante l'ottimizzazione delle fasi > p. 24

La variazione temporale del campo ma-
gnetico di una linea dell'alta tensione > p. 25

I campi elettrici delle linee aeree > p. 25

I campi magnetici meno estesi
delle linee sotterranee > p. 26

Le norme precauzionali dell'ORNI > p. 26

Il campo magnetico di una
stazione di trasformazione > p. 27

Il percorso della corrente: dalla centrale alla presa

In Svizzera, la maggior parte della corrente elettrica proviene da centrali idroelettriche, spesso distanti dai centri di consumo. Per arrivare alla presa domestica, la corrente deve percorrere una lunga distanza. I generatori dei diversi tipi di centrali producono corrente con una frequenza di 50 hertz (Hz) e una tensione compresa fra 6 e 27 chilovolt (kV).

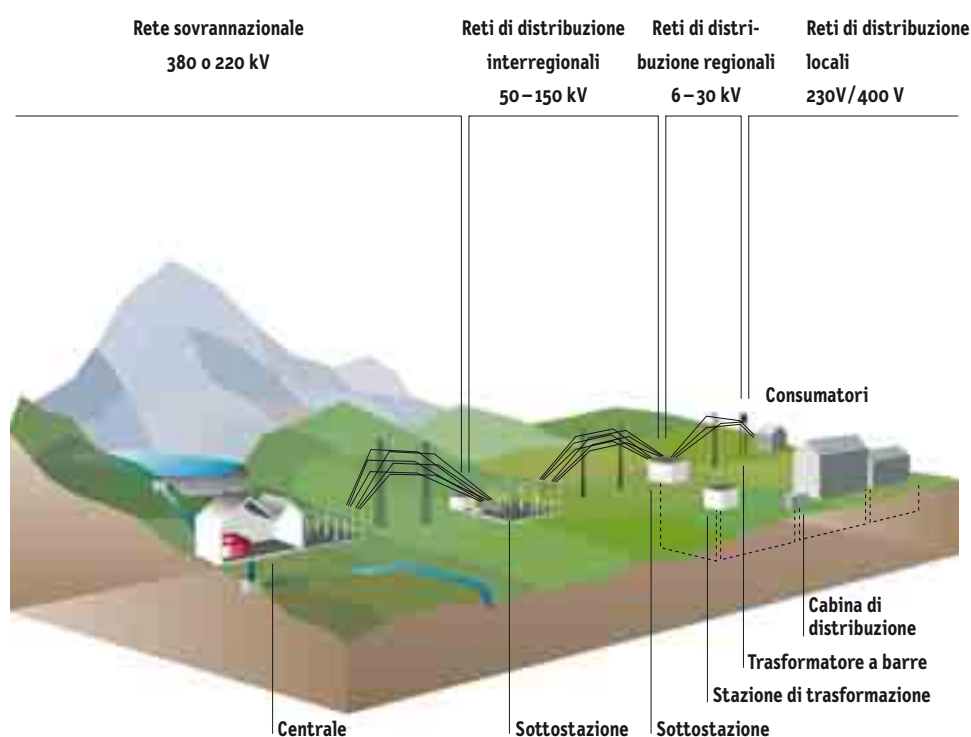
Le elevate tensioni di rete impediscono una dispersione di energia lungo le linee. Ecco perché, prima di essere immessa nella rete di distribuzione, la tensione viene incrementata da trasformatori nelle centrali. Le grandi distanze vengono generalmente coperte con tensioni di 220 o 380 kV. Questa rete sovranazionale è

costituita principalmente da linee aeree su tralicci.

Per la distribuzione interregionale la tensione viene ridotta a 50 - 150 kV all'interno di sottostazioni. In questo caso la corrente viene spesso trasportata mediante linee aeree su piloni di cemento.

L'allacciamento regionale avviene con tensioni comprese fra 6 e 30 kV su linee sotterranee o linee aeree su pali di legno.

Nei quartieri e nei centri abitati apposite stazioni trasformano infine la tensione a 230 e 400 volt (V) per renderla compatibile con i normali impianti domestici.



Nel suo percorso dalla centrale al consumatore finale, la corrente deve essere convertita prima in tensioni più elevate e poi in tensioni più basse. Sia lungo le linee sia in prossimità delle stazioni di trasformazione si formano campi elettrici e magnetici.

Le tre unità di misura della corrente

La corrente viene caratterizzata in base a tre grandezze:

Intensità di corrente: viene misurata in ampère (A) e indica quanta corrente scorre attraverso un conduttore. Confrontata con una conduttura dell'acqua, l'intensità di corrente corrisponde alla quantità d'acqua trasportata per unità di tempo. Più corrente passa, maggiore è l'intensità. Nelle nostre abitazioni i fusibili presenti nelle cassette di distribuzione limitano la corrente a 10 o 16 A. Le più grandi linee dell'alta tensione sono predisposte per un'intensità che può raggiungere i 2500 A.

Tensione: viene misurata in volt (V). Nel confronto precedente con la conduttura dell'acqua essa corrisponde alla pressione che è presente anche quando il rubinetto è chiuso e l'acqua non scorre. Analogamente un cavo della corrente collegato, come ad esempio quello di un'abat-jour, è sotto tensione anche quando la luce è spenta e quindi quando non scorre la corrente. Le batterie comuni hanno una tensione compresa fra 1,5 e 12 V. Nelle abitazioni la tensione è di 230 V mentre sulle linee dell'alta tensione raggiunge i 420'000 V.

Frequenza: indica il numero di oscillazioni al secondo e viene espressa in hertz (Hz) (1 Hz = 1 oscillazione al secondo). Questa unità di misura è importante soltanto per la corrente alternata. Nella batterie il polo positivo e quello negativo sono fissi ed erogano corrente continua che scorre sempre nella stessa direzione. La corrente alternata invece modifica periodicamente la propria direzione di scorrimento. La corrente presente nelle nostre abitazioni ha una frequenza di 50 Hz. Durante il trasporto della corrente dalla centrale fino alla presa la frequenza rimane sempre costante (50 Hz). Le caratteristiche che cambiano a seconda del livello della rete sono la tensione e l'intensità di corrente.

Come si formano i campi

Gli apparecchi e gli impianti elettrici sono onnipresenti: sul lavoro, a casa e nel tempo libero. Ovunque scorre la corrente, si formano campi elettrici e magnetici, come ad esempio in prossimità delle linee dell'alta tensione, delle sottostazioni o delle stazioni di trasformazione. Ma anche gli apparecchi elettrici usati nelle abitazioni e sul posto di lavoro creano questi campi. I campi elettrici si formano non appena una linea o un apparecchio si trova sotto tensione. A tal fine è sufficiente ad esempio collegare il cavo di un dispositivo alla presa di corrente. Quando poi l'apparecchio entra in funzione, la corrente scorre e così si crea anche un campo magnetico. Poiché la nostra rete elettrica eroga corrente alternata con una frequenza di

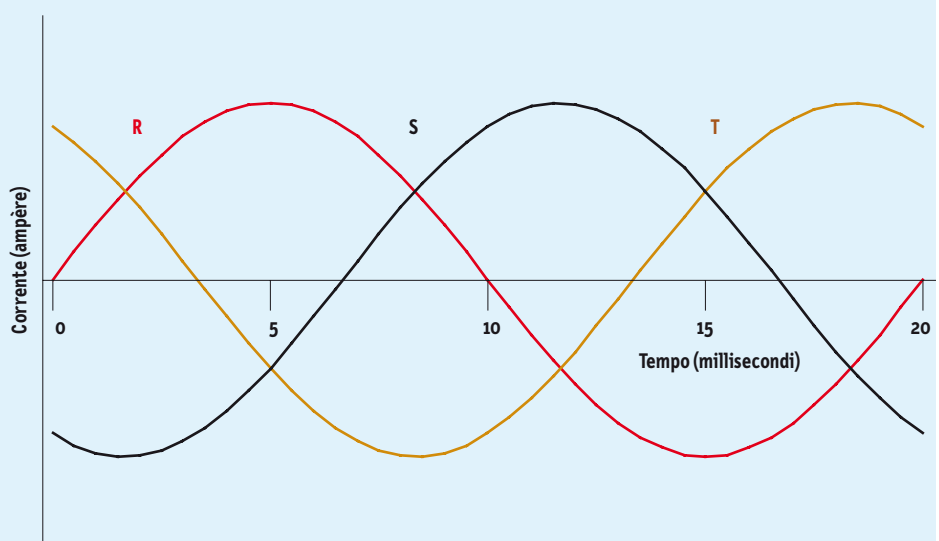
50 hertz (Hz), anche i campi magnetici ed elettrici sono campi alternati a 50 Hz.

I campi elettrici e quelli magnetici hanno caratteristiche in parte simili. Hanno ad esempio in comune il fatto che la loro intensità diminuisce rapidamente più ci si allontana dalla fonte. Diverse sono invece le possibili schermature. Mentre è facile realizzare schermature contro i campi elettrici, quelli magnetici riescono ad attraversare quasi tutti i materiali. Alcune leghe metalliche speciali o le lamiere spesse di alluminio possono in parte attenuare i campi magnetici.

La corrente alternata trifase

La rete a 50 Hz funziona con corrente alternata trifase dove tre conduttori di fase formano un unico tratto di linea. Le correnti alternate nei singoli conduttori hanno uno sfasamento temporale pari ad un terzo del periodo di oscillazione. Esistono sei diverse possibilità di combinazione per collegare le fasi (indicate con R, S e T) ai tre conduttori di fase di un tratto di linea. Fintanto che un tratto di linea non si trova vicino ad un

altro, tutte le sei combinazioni producono un campo magnetico di uguale intensità. Non appena però due tratti di linea si trovano vicini, i campi magnetici dei singoli tratti possono rafforzarsi o indebolirsi a vicenda, a seconda della relazione fra l'occupazione di fase del secondo tratto con il primo.

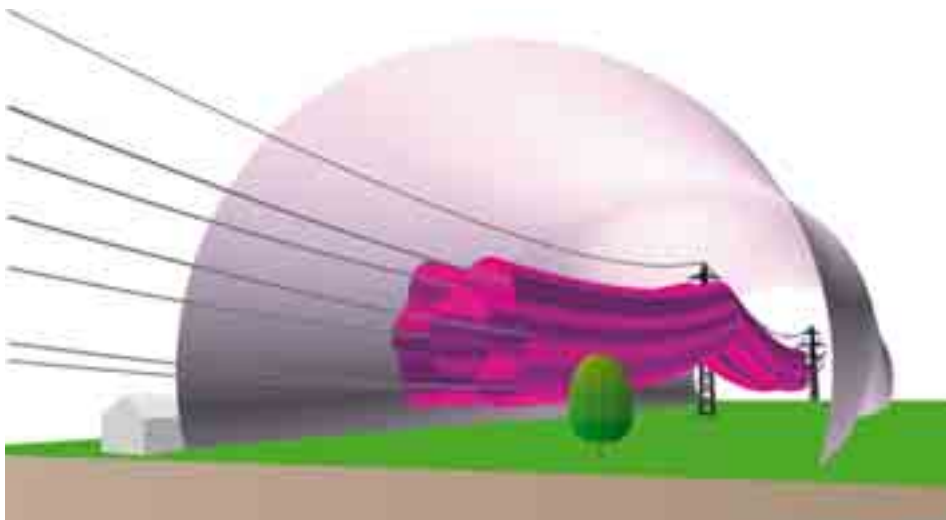


Nella corrente alternata trifase le correnti nei tre conduttori presentano uno sfasamento temporale pari ad un terzo del periodo di oscillazione. Le diverse fasi vengono indicate con R, S e T.

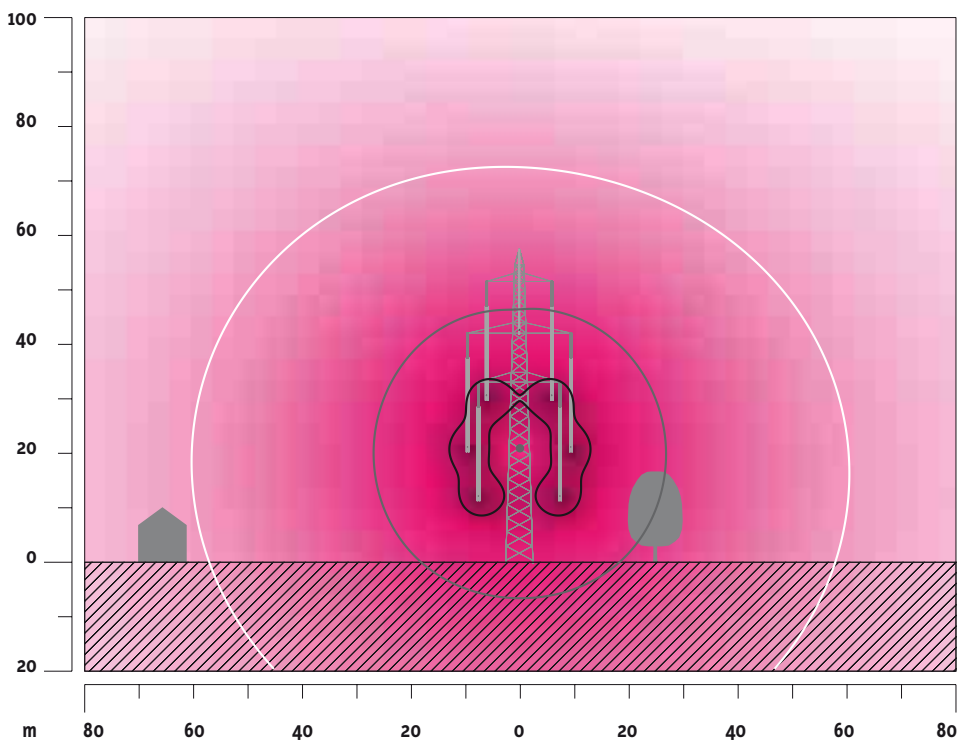
I campi magnetici delle linee aeree

L'intensità del campo magnetico viene espressa in microtesla (μT). Maggiore è l'intensità di corrente e più sono distanti tra loro i cavi che conducono la corrente, maggiore è l'estensione spaziale del campo magnetico di una linea dell'alta tensione. Al centro fra due piloni, dove i cavi sono più bassi, si registra il maggior carico inquinante in prossimità del suolo, che varia a seconda del tipo di costruzione della linea e dell'intensità di corrente. Man mano che ci si allontana dalla linea, il campo magnetico si riduce, perciò la sua intensità diminuisce all'aumentare dell'altezza della linea dal terreno. Nelle linee costituite da diversi tratti o nelle linee dell'alta tensione parallele i campi magnetici dei singoli tratti possono rafforzarsi o indebolirsi a vicenda. Il carico inquinante può essere ridotto ottimizzando l'occupazione delle fasi.

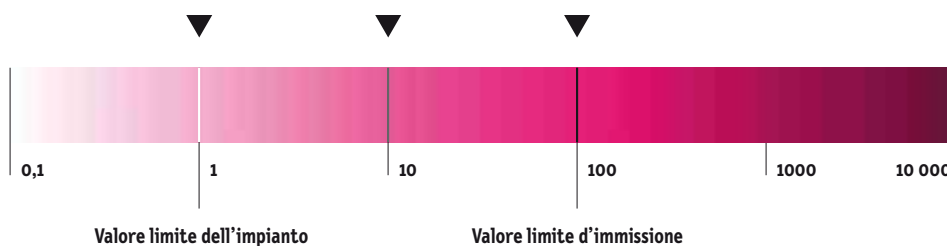
I muri degli edifici non offrono alcuna schermatura dai campi magnetici. Pertanto, fino ad una distanza di 150-200 metri, le linee aeree da 380 kV possono incrementare l'inquinamento magnetico all'interno delle abitazioni vicine. Ad una maggiore distanza si registra un carico di fondo normale, che nelle abitazioni collegate alla rete elettrica ammonta a circa 0,02-0,04 μT . Tuttavia, in prossimità degli apparecchi elettrici il campo magnetico può essere molto più forte.



Rappresentazione prospettica del campo magnetico di una tipica linea dell'alta tensione di 380 kV con due tratti a pieno carico (1920 A). Intorno alle sei funi conduttrici si registra il campo più forte. All'interno dei tubi rossi il campo misura più di 100 microtesla (μT) e sulla superficie dell'involucro del grande tunnel solo 1 μT .



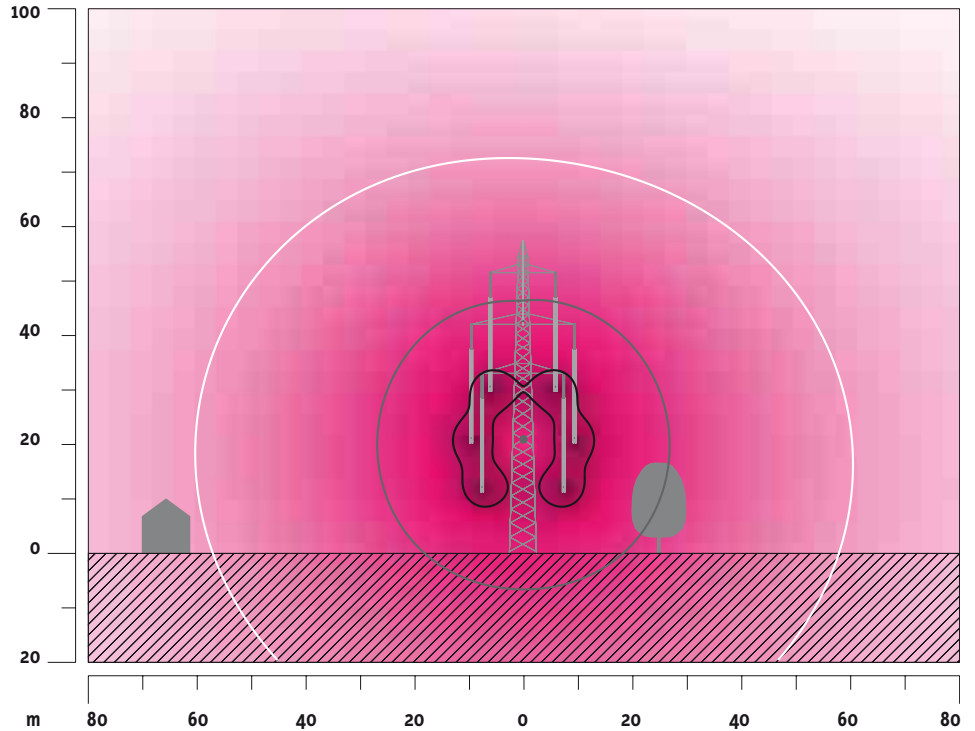
Sezione del campo magnetico della linea dell'alta tensione sopra rappresentata al centro fra due piloni, dove i cavi conduttori sono più bassi. Il carico inquinante si riduce man mano che ci si allontana dalla linea e non viene influenzato dai muri degli edifici, dagli alberi o dal suolo. Il significato delle linee continue è rappresentato nella scala a colori in basso.



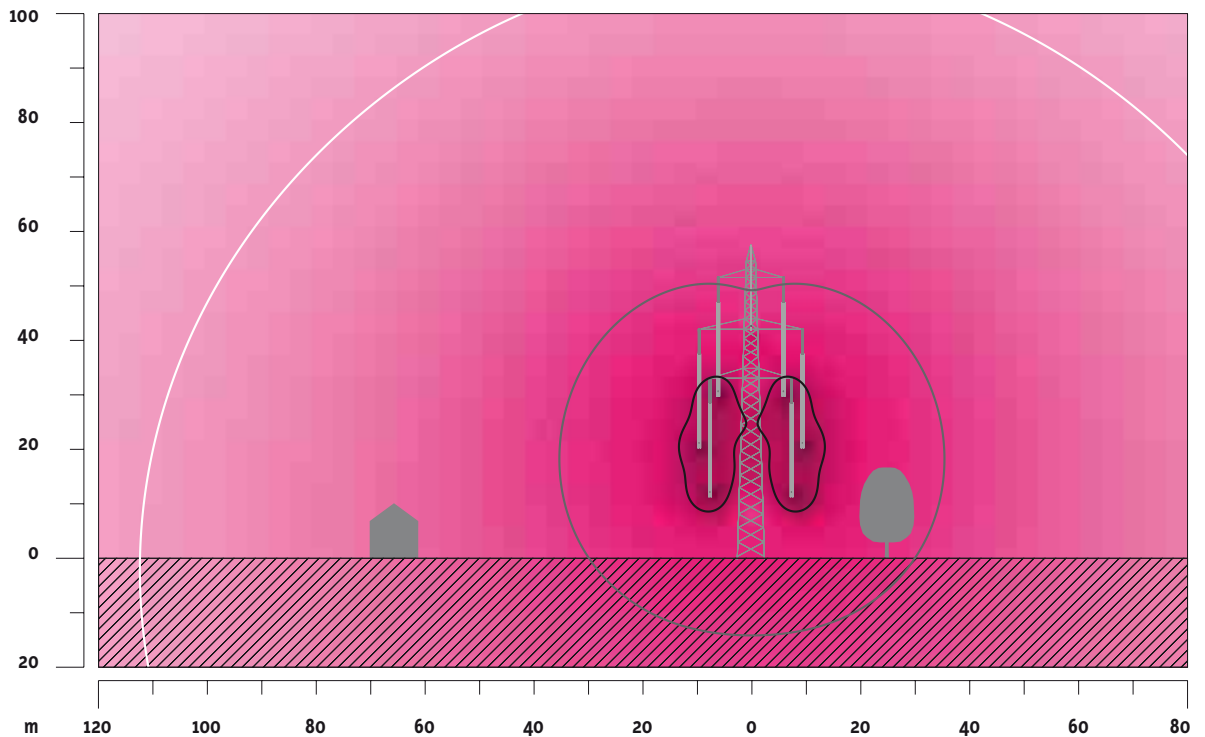
Scala della densità del flusso magnetico in microtesla (μT).

La riduzione del campo magnetico mediante l'ottimizzazione delle fasi

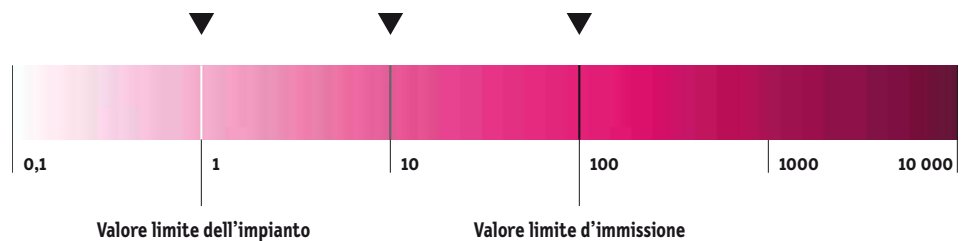
A differenza del campo elettrico, quello magnetico può essere schermato soltanto con interventi complessi. Il rimedio migliore per limitare la sua estensione consiste nel disporre in modo adeguato i cavi conduttori e nell'ottimizzare le fasi. Le correnti alternate che percorrono i diversi cavi di una linea dell'alta tensione presentano oscillazioni differite nel tempo e hanno perciò diverse posizioni di fase. A seconda di come le tre fasi sono collegate alle corde conduttrici alle estremità di una linea, il campo magnetico ha un'estensione spaziale più o meno ampia. Con l'ottimizzazione delle fasi si cerca di collegare le corde conduttrici in modo da ridurre al minimo l'estensione spaziale del campo magnetico. A tal fine si utilizzano programmi di simulazione che calcolano la miglior occupazione di fase possibile sulla base della disposizione dei conduttori e delle direzioni di carico più frequenti.



Mediante un'adeguata disposizione dei cavi conduttori e l'ottimizzazione dell'occupazione di fase è possibile ridurre sensibilmente l'estensione del campo magnetico delle linee aeree. La figura sopra mostra il campo magnetico di una linea dell'alta tensione di 380 kV a due tratti con occupazione di fase ottimizzata. Sotto è raffigurata la stessa linea con un'occupazione di fase sfavorevole. Il significato delle linee continue è rappresentato nella scala a colori in basso.



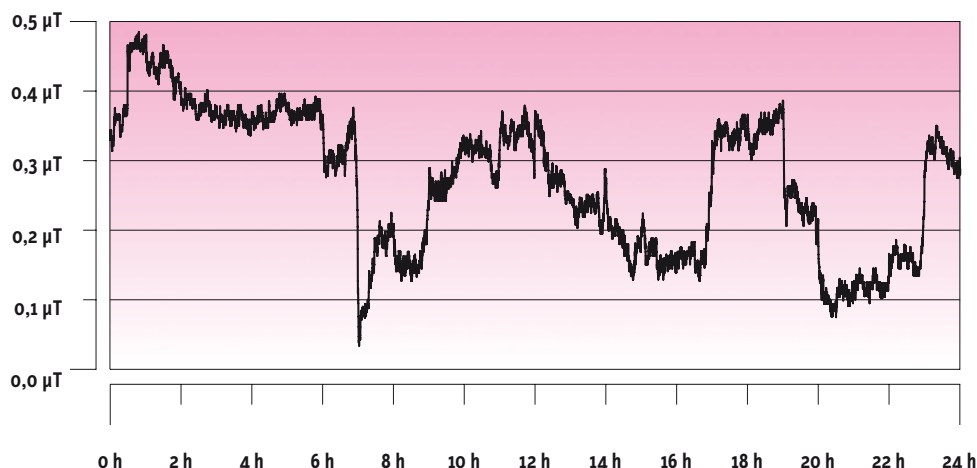
Scala della densità del flusso magnetico in microtesla (μT).



La variazione temporale del campo magnetico di una linea dell'alta tensione

Il campo magnetico dipende dall'intensità di corrente e quindi dal consumo di corrente nelle economie domestiche e nelle aziende. Il tracciato temporale del campo magnetico in prossimità delle linee dell'alta tensione riflette pertanto le variazioni del consumo di corrente a seconda del periodo della giornata e della stagione.

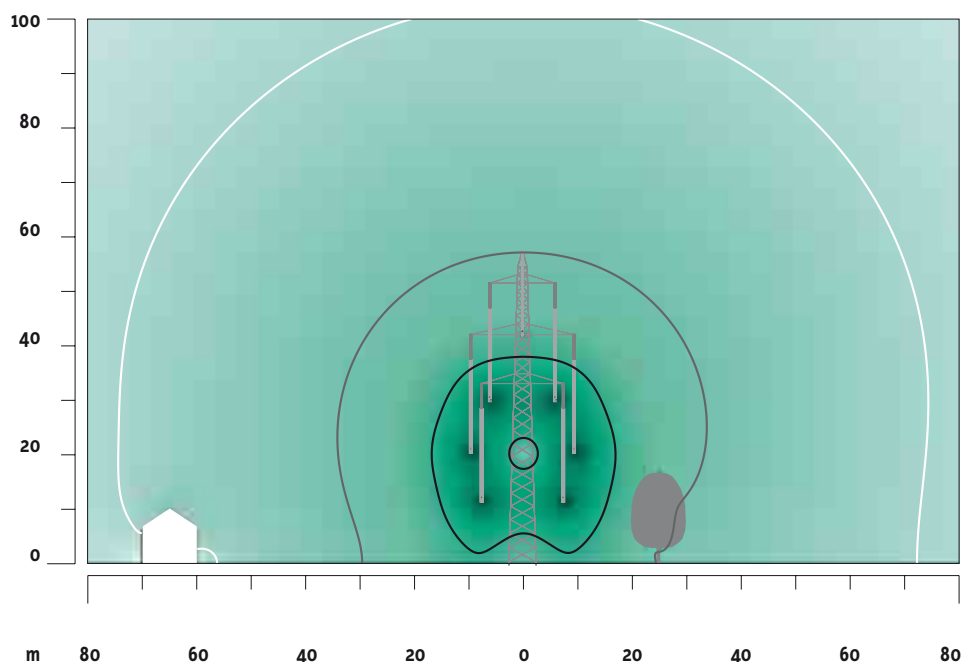
A differenza dell'intensità di corrente, la tensione rimane praticamente costante. Ciò vale anche per il campo elettrico di una linea dell'alta tensione, il quale si sviluppa proporzionalmente alla tensione.



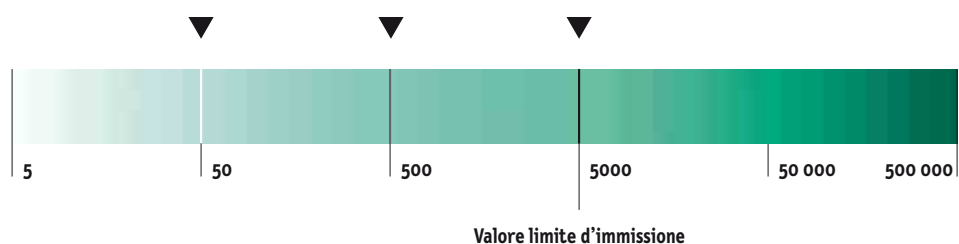
Esempio di variazione temporale del campo magnetico in prossimità di una linea dell'alta tensione di 220 kV nel corso delle 24 ore di un giorno feriale in gennaio. L'intensità del campo magnetico varia a seconda della corrente che passa attraverso i due tratti della linea.

I campi elettrici delle linee aeree

L'intensità del campo elettrico viene misurata in volt al metro (V/m) e dipende essenzialmente dalla tensione e dalla distanza dal conduttore elettrico. Sotto una linea dell'alta tensione di 380 kV l'intensità del campo elettrico in prossimità del suolo raggiunge i 5'000 V/m. Più bassa è la tensione, meno il campo è forte. Ad esempio sotto una linea di 200 kV si misurano fino a 3'000 V/m, sotto le linee di 110 kV al massimo 700 V/m e sotto una linea di 50 kV al massimo 400 V/m. Come mostra la figura, l'intensità del campo elettrico diminuisce con l'allontanarsi dalle corde conduttrici. Il campo elettrico subisce distorsioni e s'indebolisce già in presenza di materiali a scarsa conducibilità come gli alberi, gli arbusti o le case. La conducibilità dei materiali da costruzione degli edifici nella maggior parte dei casi è sufficiente per attenuare del 90 per cento e oltre l'intensità di un campo elettrico proveniente dall'esterno.



Sezione del campo elettrico di una linea dell'alta tensione di 380 kV a due tratti al centro fra due piloni dove i cavi conduttori sono più bassi e presentano la distanza minima consentita dal suolo. Direttamente sotto la linea il valore limite d'immissione di 5'000 volt al metro è appena rispettato. Gli edifici, gli alberi o il suolo provocano distorsioni dei campi elettrici e ne riducono l'intensità. Nelle abitazioni il carico inquinante provocato dalle linee aeree è pertanto quasi trascurabile. Il significato delle linee continue è rappresentato nella scala a colori in basso.



Scala dell'intensità del campo elettrico in volt al metro (V/m).

I campi magnetici meno estesi delle linee sotterranee

Mentre il trasporto di corrente di ampio raggio avviene prevalentemente mediante linee aeree, la distribuzione locale dell'elettricità avviene principalmente attraverso cavi sotterranei.

Nelle linee aeree l'aria fra i conduttori funge da isolante. Per evitare scariche elettriche, i conduttori devono essere posati ad una certa distanza fra loro. Nelle linee sotterranee i conduttori che portano la corrente sono rivestiti da un ottimo materiale isolante e possono perciò essere posati vicini, riducendo l'estensione spaziale del campo magnetico.

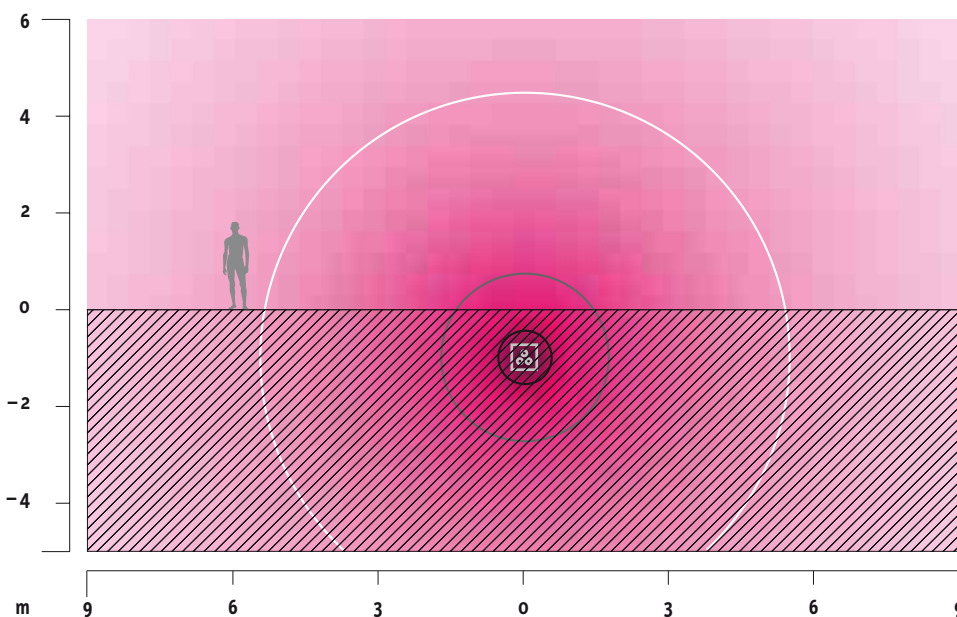
Rispetto a una linea aerea il campo magnetico di una linea sotterranea ha perciò un'estensione spaziale nettamente inferiore a parità di carico di corrente. Diret-

tamente sopra una linea di cavi interrati il carico inquinante può essere paragonato a quello che si trova direttamente sotto una linea aerea. Esso si riduce tuttavia più rapidamente con l'aumentare della distanza dai cavi rispetto a quanto avviene con le linee aeree.

Al contrario del campo magnetico, quello elettrico viene trattenuto completamente dalle schermature dei cavi e dal terreno. Anche direttamente sopra la linea non è rilevabile alcun campo elettrico.

Oggi tecnicamente è possibile interrare anche le linee dell'alta tensione di oltre 50 kV. Queste soluzioni sono però molto più costose delle linee aeree. Inoltre le riparazioni sono più complesse e richiedono tempi più lunghi. Per questo motivo le imprese di approvvigionamento elettrico preferiscono le linee aeree.

Rappresentazione prospettica di una linea sotterranea con tre conduttori in tubi di plastica separati e posati nel cemento.



Sezione del campo magnetico di una linea sotterranea. Il condotto per i tubi si trova a 0,8 metri sotto la superficie terrestre. Poiché i conduttori che trasportano ognuno una corrente di 745 A si trovano vicini, l'estensione spaziale del campo magnetico è nettamente inferiore a quella delle linee aeree e il carico si riduce rapidamente allontanandosi dalla linea.

Le norme precauzionali dell'ORNI

Le limitazioni delle emissioni in via precauzionale, previste dall'ORNI per le linee dell'alta tensione, sono diverse a seconda che si tratti di nuovi impianti, di vecchi impianti o di modifiche a vecchi impianti.

Nuovi impianti: le nuove linee dell'alta tensione o quelle sostitutive sul vecchio tracciato devono rispettare nei luoghi ad utilizzazione sensibile, come le abitazioni, un valore limite dell'impianto di 1 microtesla (μT). Questo valore vale per l'utilizzo a pieno regime della linea. Poiché il flusso di corrente varia nel tempo e raggiunge il suo massimo soltanto occasionalmente, il campo magnetico medio prodotto è nettamente inferiore a $1 \mu\text{T}$. In casi eccezionali le autorità possono accordare delle deroghe per il superamento di tale valore limite.

Modifica di vecchi impianti: con questo termine s'intendono tutte le modifiche della disposizione dei conduttori, dell'occupazione di fase o dello stato d'esercizio di una linea dell'alta tensione esistente. Nei luoghi ad utilizzazione sensibile dove il valore limite dell'impianto di $1 \mu\text{T}$ era già superato prima della modifica, il campo magnetico non può aumentare ulteriormente. In tutti gli altri luoghi ad utilizzazione sensibile deve essere rispettato il valore limite dell'impianto. Anche in questo caso possono essere concesse delle deroghe per casi eccezionali.



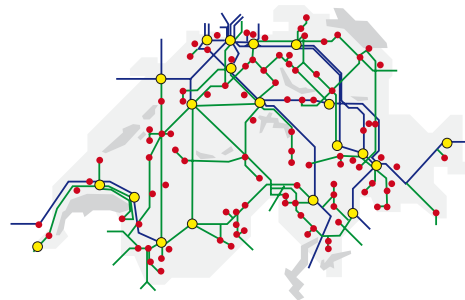
Linea aerea di 220 kV nei pressi di Laax GR.

Vecchi impianti: se questi impianti superano il valore limite dell'impianto nei luoghi ad utilizzazione sensibile, è necessario ottimizzare l'occupazione di fase: non sono richiesti altri provvedimenti. Se una linea non rispetta il valore limite dell'impianto anche dopo l'ottimizzazione delle fasi, il fenomeno viene tollerato.

Tipo di linea	Distanza per rispettare il valore limite dell'impianto di $1 \mu\text{T}$
---------------	---

Linea aerea di 380 kV	60–80 m
Linea aerea di 220 kV	40–55 m
Linea aerea di 110 kV	20–30 m
Linea aerea di 50 kV	15–25 m
Linea aerea di 110 kV	3–6 m

Questi dati per la distanza diretta dai conduttori valgono in caso di occupazione di fase ottimizzata. Più in alto si trovano i conduttori, più breve diventa la distanza laterale minima, necessaria per rispettare il valore limite dell'impianto.



La rete dell'alta tensione in Svizzera a 380 kV (blu) e 220 kV (verde).

Rappresentazione prospettica del campo magnetico a pieno carico (630 kVA) di una stazione di trasformazione accessibile al personale addetto. Sulla superficie dell'involucro rosso scuro il campo magnetico è di $100 \mu\text{T}$, su quella dell'involucro chiaro solo di $1 \mu\text{T}$. La stazione di trasformazione rappresentata è progettata in modo adeguato e dispone di componenti ottimizzati. Nelle stazioni di trasformazione costruite in modo meno favorevole il campo magnetico può avere un'estensione spaziale molto superiore.

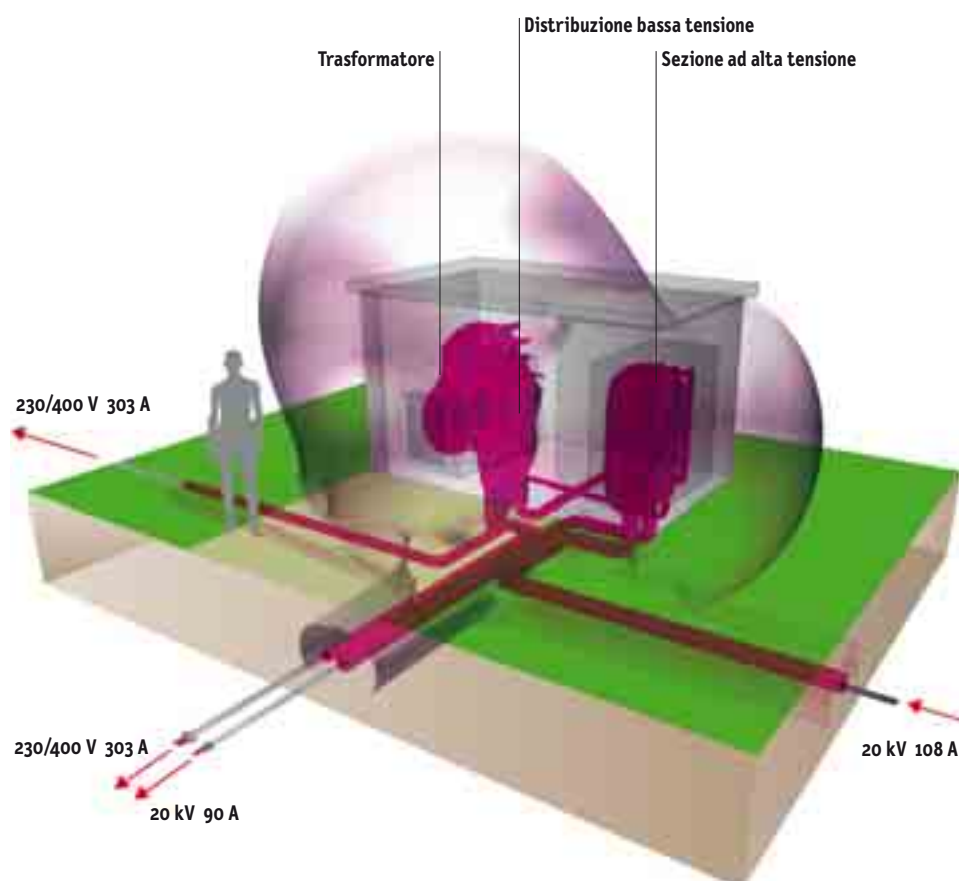
Il campo magnetico di una stazione di trasformazione

I trasformatori servono per incrementare o ridurre la tensione elettrica. Vengono impiegati nelle centrali, nelle sottostazioni, nei quartieri residenziali e nelle zone industriali. Le stazioni di trasformazione nei piccoli centri e nei quartieri delle città vengono alimentati dalle reti di distribuzione regionali. Esse trasformano la tensione compresa fra 6'000 e 30'000 V nella tensione di 230 e 400 V utilizzata in ambito domestico. Una stazione di trasformazione semplice è composta da una sezione ad alta tensione, da un trasformatore e da una sezione di distribuzione della bassa tensione. La sezione di distribuzione della bassa tensione e il suo collegamento al trasformatore producono i campi magnetici più forti. Questo fenomeno è dovuto al fatto che l'intensità di corrente qui è molto più elevata che nella sezione ad alta tensione. Inoltre la separazione spaziale dei singoli conduttori di corrente nella sezione di distribuzione della bassa tensione rafforza ulteriormente i campi magnetici.

Poiché esiste un'ampia varietà di stazioni di trasformazione, è impossibile fornire indicazioni generali sui campi magnetici che esse generano.



Oltre alle linee dell'alta tensione anche le sottostazioni generano dei campi magnetici relativamente forti all'interno del loro perimetro recintato.



Nella maggior parte delle abitazioni l'elettrosmog non è determinato da fonti di emissione esterne, bensì dagli elettrodomestici. Gli abitanti possono perciò intervenire in prima persona per ridurre il carico inquinante in via precauzionale, adottando semplici accorgimenti. Per proteggere la salute, gli apparecchi accesi in modo permanente non dovrebbero essere collocati in prossimità di luoghi dove le persone soggiornano per ore.

Gli elettrodomestici sono spesso la più importante fonte di esposizione

Le fonti dell'elettrosmog domestico > p. 29

Maggiore esposizione vicino agli elettrodomestici > p. 29

Il problema degli apparecchi sempre accesi > p. 29

Misure precauzionali per la riduzione dell'elettrosmog > p. 30

Norme per le nuove installazioni negli edifici > p. 30

Nessun valore limite per gli apparecchi elettrici > p. 30

Forni a microonde > p. 30

Apparecchi elettrici in bagno e in casa > p. 31

Apparecchi da cucina > p. 31

Meno elettrosmog in camera da letto > p. 32

Schermi > p. 32

Illuminazione > p. 33

Le fonti dell'elettrosmog domestico

Anche fra le mura domestiche possiamo essere esposti a fenomeni di elettrosmog provenienti dall'esterno, come ad esempio nelle vicinanze delle linee dell'alta tensione, delle stazioni di trasformazione, delle linee ferroviarie o degli impianti di telefonia mobile. Tuttavia, nella maggior parte dei casi l'elettrosmog proviene in prevalenza da fonti domestiche, come per esempio:

- campi elettrici e magnetici a bassa frequenza delle installazioni elettriche domestiche, ovvero delle scatole di distribuzione e dei fusibili, delle linee di corrente, delle prese e delle prolunghe;
- campi a bassa frequenza dei dispositivi d'illuminazione o degli apparecchi elettrici;
- radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza generate da telefoni senza filo o da reti per computer senza filo (cfr. p. 52).

Maggiore esposizione vicino agli elettrodomestici

Nelle abitazioni dotate di allacciamento alla rete elettrica il tipico carico inquinante di fondo del campo magnetico della corrente va da 0,02 a 0,04 microtesla (μT). Questo vale per la maggior parte degli edifici che si trovano al di fuori del campo d'influsso diretto delle fonti d'emissione ad ampio raggio d'azione come le linee dell'alta tensione, le linee di contatto ferroviarie o le stazioni di trasformazione. Queste immissioni si sovrappongono generalmente ai campi magnetici degli apparecchi elettrici usati in ambito domestico, nelle cui vicinanze il carico inquinante può essere sensibilmente maggiore. In particolare le seguenti fonti generano forti campi magnetici:

- apparecchi che producono calore con un elevato consumo di corrente come fornelli, boiler, asciugacapelli o ferri da stiro;
- apparecchi dotati di bobine magnetiche o di un trasformatore come televisori, lampade alogene a basso voltaggio o radiosveglie;
- apparecchi dotati di motore elettrico come trapani, robot da cucina o aspirapolvere.



Ad esempio in diretta prossimità dell'involucro esterno di un asciugacapelli possono formarsi campi magnetici di oltre 100 μT che tuttavia si riducono rapidamente all'aumentare della distanza dall'apparecchio. A una distanza di 30 cm dall'apparecchio il campo magnetico può essere compreso fra 0,01 e 7 μT mentre a un metro di distanza l'intensità del campo è compresa fra 0,01 e 0,3 μT . Lo stesso fenomeno si riscontra nei fornelli elettrici: il campo magnetico nelle loro immediate vicinanze è compreso fra 1 e 50 μT , mentre a 30 centimetri di distanza si riduce a un valore compreso fra 0,15 e 8 μT , ad un metro di distanza è invece soltanto di 0,01 - 0,04 μT circa.

Il problema degli apparecchi sempre accesi

Normalmente siamo esposti ai campi magnetici di questi apparecchi soltanto per poco tempo perché non sono in funzione in modo permanente. Diversa è invece la situazione per gli elettrodomestici sempre accesi, come ad esempio le radiosveglie. Se sono situati in luoghi dove si soggiorna per diverse ore al giorno, come ad esempio in prossimità del letto o del divano, allora l'esposizione diventa di lunga durata. Mantenendo una distanza sufficiente dagli apparecchi sempre accesi, il carico inquinante può essere ridotto sensibilmente. Per una radiosveglia è sufficiente una distanza di circa 1 metro perché il suo campo magnetico non si differenzi più dal carico inquinante di fondo. Poiché i campi magnetici possono attraversare indisturbati anche le pareti più spesse, per scegliere il luogo dove collocare gli apparecchi sempre accesi occorre considerare anche la situazione nelle stanze adiacenti.

Misure precauzionali per la riduzione dell'elettrosmog

La riduzione a scopo precauzionale dell'elettrosmog nelle abitazioni può avvenire ricorrendo a misure relativamente semplici:

- **spegnere gli apparecchi e staccare la spina:** gli apparecchi in standby consumano sempre un po' di corrente e generano pertanto un campo magnetico. Se gli apparecchi non utilizzati vengono spenti definitivamente, sparisce anche il loro campo magnetico. Se si stacca la spina in caso di inutilizzo prolungato, si elimina anche il campo elettrico;
- **mantenere le distanze:** poiché il carico inquinante del campo magnetico si riduce all'aumentare della distanza dalla fonte d'emissione, nei luoghi dove si preferisce soggiornare a lungo è opportuno mantenere una distanza sufficiente dagli apparecchi elettrici. Ad esempio la distanza consigliata da una radiosveglia è di un metro, mentre per un televisore è di due metri. Poiché i campi magnetici attraversano indisturbati le pareti, queste distanze valgono anche per le stanze adiacenti;
- **non utilizzare a lungo gli apparecchi elettrici vicino al corpo:** in caso di ap-

parecchi o di installazioni accesi per un lungo periodo, come ad esempio i riscaldamenti elettrici a pavimento, è possibile che l'esposizione risulti molto elevata. E questo a maggior ragione se gli apparecchi vengono utilizzati in prossimità del corpo, come nel caso delle coperte elettriche o dei letti ad acqua alimentati a corrente. Anche in questi casi è possibile ridurre l'esposizione spegnendo gli apparecchi e staccando la spina durante la notte.

Norme per le nuove installazioni negli edifici

L'ORNI non fissa un valore limite dell'impianto per le installazioni elettriche domestiche ai fini di una riduzione delle emissioni in via precauzionale. Essa contiene però delle norme tecniche per una disposizione dei conduttori e dei quadri di distribuzione in grado di ridurre i campi. Le nuove installazioni devono essere conformi allo stato della tecnica riconosciuta. Fra gli accorgimenti possibili figurano in particolare la distribuzione a stella delle linee di alimentazione, la soppressione degli anelli nelle linee di alimentazione, la collocazione dei quadri di distribuzione principali ad una distanza sufficiente dalle camere da letto.

Nessun valore limite per gli apparecchi elettrici

In Svizzera non esistono valori limite giuridicamente vincolanti per le radiazioni non ionizzanti emesse dagli apparecchi elettrici. Sono perciò auspicabili delle misure tecniche per la riduzione dei campi elettrici e magnetici. Tuttavia esse devono essere decise a livello internazionale per non creare degli ostacoli tecnici al commercio. Esistono ad esempio degli standard per gli schermi dei computer dotati del noto marchio TCO.

Le intensità dei campi degli apparecchi elettrici non possono essere confrontate con i valori limite fissati dall'ORNI per gli impianti quali le linee dell'alta tensione o le stazioni di trasformazione perché gli apparecchi elettrici generano campi disomogenei di portata molto ridotta mentre i valori limite dell'ORNI sono pensati per i campi di vasta estensione.

Forni a microonde

I forni a microonde sfruttano l'effetto termico delle radiazioni ad alta frequenza, pari a 2,45 gigahertz (GHz), per riscaldare i cibi. Le schermature e i dispositivi di protezione impediscono quasi del tutto la fuoriuscita di radiazioni dall'apparecchio.

Tuttavia questo inconveniente non può essere escluso totalmente. Negli apparecchi intatti le perdite di radiazioni dal vetro d'ispezione e dallo sportello del forno sono così limitate da non rappresentare un pericolo per la salute. Se però la guarnizione dello sportello è molto sporca o danneggiata, è possibile che fuoriesca una quantità maggiore di radiazioni. Chi desidera evitare in via precauzionale questi inconvenienti, può adottare le seguenti misure:

- controllare regolarmente le guarnizioni dello sportello e dell'involucro per rilevare eventuali danni. Gli apparecchi danneggiati o molto vecchi dovrebbero essere controllati da esperti e se necessario sostituiti;
- tenere una distanza sufficiente fra gli occhi e il vetro d'ispezione quando l'apparecchio è in funzione;
- in caso di soggiorno prolungato in prossimità di un forno a microonde acceso, mantenere una distanza di almeno un metro.



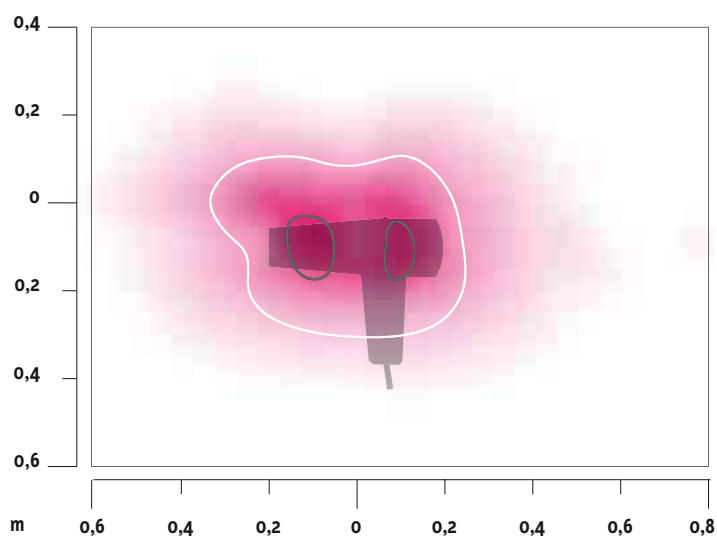
L'ORNI si applica agli impianti di allacciamento fissi e non definisce dei valori limite per gli apparecchi elettrici. Tuttavia anche nelle vicinanze degli elettrodomestici possono formarsi dei campi magnetici di forte intensità.

Apparecchi elettrici in bagno e in casa

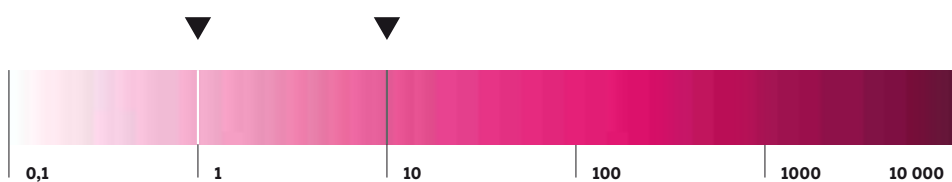
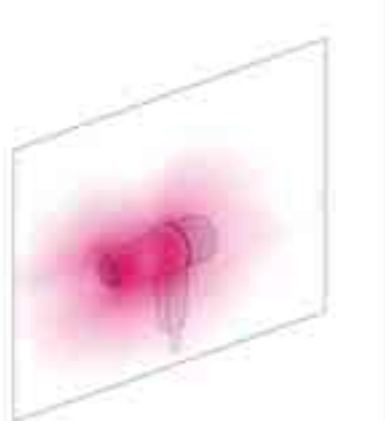
Apparecchio	Campo magnetico (μT)		
	a 3 cm di distanza	a 30 cm di distanza	a 1 m di distanza
Asciugacapelli	6-2000	0,01-7	0,01-0,3
Rasoio elettrico	15-1500	0,08-9	0,01-0,3
Trapano	400-800	2-3,5	0,08-0,2
Sega elettrica	250-1000	1-25	0,01-1
Aspirapolvere	200-800	2-20	0,1-2
Lavatrice	0,08-50	0,15-3	0,01-0,15
Asciugabiancheria	0,3-8	0,1-2	0,02-0,1
Ferro da stiro	8-30	0,1-0,3	0,01-0,03

Apparecchi da cucina

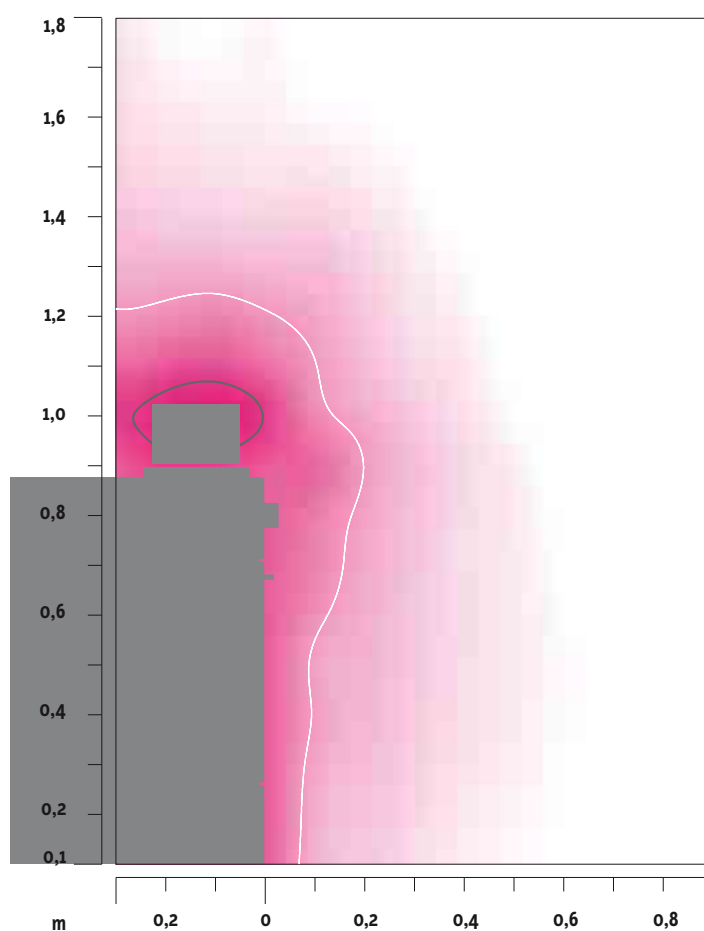
Apparecchio	Campo magnetico (μT)		
	a 3 cm di distanza	a 30 cm di distanza	a 1 m di distanza
Fornello elettrico	1-50	0,15-8	0,01-0,04
Forno a microonde	40-200	4-8	0,25-0,6
Frigorifero	0,5-2	0,01-0,3	0,01-0,04
Macchina da caffè	1-10	0,1-0,2	0,01-0,02
Frullatore elettrico	60-700	0,6-10	0,02-0,25
Tostapane	7-20	0,06-1	0,01-0,02



Campo magnetico di un asciugacapelli. Il livello più elevato di elettromog si registra direttamente sulla superficie dell'involucro. Il significato delle linee continue è rappresentato nella scala a colori in basso.



Scala della densità del flusso magnetico in microtesla (μT).



Come tutti gli apparecchi che producono calore con forte consumo di corrente, anche i fornelli elettrici generano campi magnetici forti. Le immissioni però diminuiscono rapidamente già ad una distanza ridotta.



Meno elettrosmog in camera da letto

L'uomo trascorre circa un terzo della propria vita a letto. La camera da letto merita perciò un'attenzione particolare dato che si tratta di un luogo dove si soggiorna a lungo. Se gli apparecchi elettrici sono posizionati in modo non ottimale, possono rappresentare un'importante fonte di esposizione. Ad esempio il campo magnetico di una radiosveglia collocata sul comodino raggiunge una vasta superficie del letto, ma ad un metro di distanza la sua intensità si attenua.

Per ridurre il più possibile l'esposizione durante il sonno, è opportuno attenersi alle raccomandazioni seguenti:

- collocare gli apparecchi quali computer o televisori in camera e nelle stanze adiacenti ad una distanza di almeno due metri dal letto. Evitare il funzionamento in standby e durante la notte spegnere completamente gli apparecchi;
- anche gli apparecchi per sorvegliare i neonati e i bambini piccoli dovrebbero

essere collocati ad una distanza di almeno 2 metri dal letto;

- le radiosveglie elettriche non dovrebbero mai trovarsi nelle immediate vicinanze della testa ma ad una distanza minima di 1 metro;
- non dormire a lungo su cuscini riscaldati o coperte termiche accesi;
- non far passare delle prolunghe sotto al letto;
- non collocare il letto nelle vicinanze di linee elettriche montanti o di cassette dei fusibili.

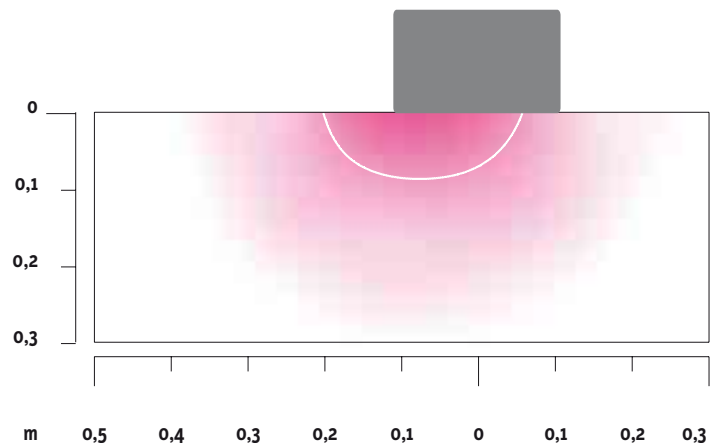
Schermi

Gli schermi a tubo catodico per computer e televisori generano campi e radiazioni di vario genere: campi elettrostatici, campi elettrici e magnetici a bassa frequenza, radiazioni non ionizzanti ad alta frequenza e deboli raggi X. Per ridurre in via precauzionale l'esposizione a tali campi e radiazioni generati dagli schermi, è opportuno attenersi alle seguenti raccomandazioni:

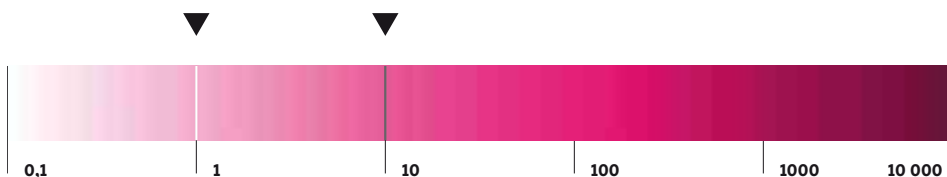


- **marchio TCO:** acquistando un nuovo schermo, assicurarsi che sia presente il marchio svedese TCO. Gli standard TCO 99 o TCO 03 indicano monitor per computer a basse radiazioni;
- **mantenere le distanze:** tenersi ad una distanza minima di 50 cm dai monitor dei computer e di 2 m dai teleschermi, ciò vale anche per le stanze vicine;
- **gli schermi piatti producono meno elettrosmog:** a causa dell'alimentazione di corrente anche gli schermi piatti generano campi elettrici e magnetici a bassa frequenza, ma per il resto sono esenti da radiazioni.

Apparecchio	Campo magnetico (μT)		
	a 3 cm di distanza	a 30 cm di distanza	a 1 m di distanza
Radiosveglia	3–60	0,1–1	0,01–0,02
Coperta elettrica	fino a 30		
Televisore	2,5–50	0,04–2	0,01–0,15
Schermo TCO		0,2 (50 cm)	
Riscaldamento elettrico a pavimento		0,1–8	
Stufa	10–180	0,15–5	0,01–0,25



Campo magnetico di una radiosveglia. Per evitare una lunga esposizione durante il sonno, la distanza minima fra il letto e questi elettrodomestici sempre accesi dovrebbe essere di almeno un metro. Il significato delle linee continue è rappresentato nella scala a colori in basso.



Scala della densità del flusso magnetico in microtesla (μT).



Illuminazione

I sistemi d'illuminazione come le lampadine alogene a basso voltaggio producono campi magnetici relativamente forti che provengono da un lato dai trasformatori, che riducono la normale tensione della rete elettrica domestica da 230 V a 12 V e dall'altro dai fili sotto corrente. Per ottenere prestazioni equivalenti, l'intensità di corrente nei conduttori delle lampade a bassa tensione deve essere maggiore rispetto ai sistemi d'illuminazione convenzionali. In questo modo anche i campi magnetici sono necessariamente più forti. Se i conduttori non sono l'uno accanto all'altro, il campo è ancora più forte ed è rilevabile anche al piano superiore dell'abitazione.

Per ridurre in via precauzionale queste esposizioni è opportuno rispettare i suggerimenti seguenti per scegliere il sistema d'illuminazione appropriato:

– **lampadine a incandescenza:** generano i campi magnetici più deboli di tutti i sistemi d'illuminazione. Tuttavia, a

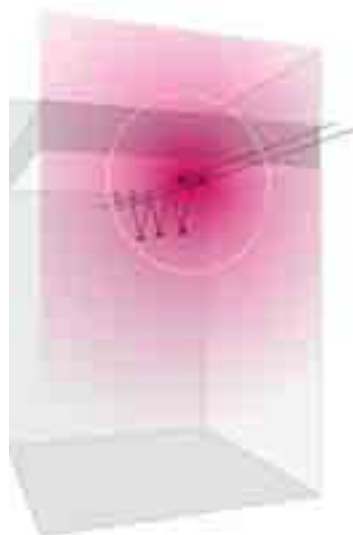
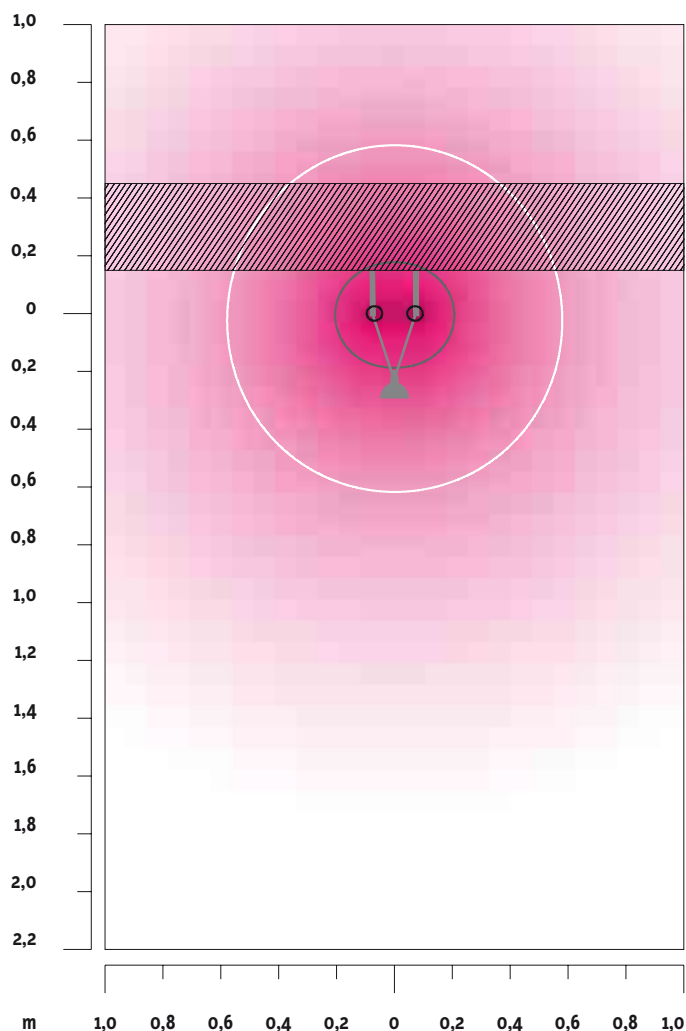
causa del pessimo sfruttamento della luce, consumano molta più corrente delle lampadine a risparmio energetico;

– **lampadine a risparmio energetico:** a causa del regolatore di corrente integrato nello zoccolo, generano campi magnetici leggermente più forti delle lampadine ad incandescenza. Tuttavia, a una distanza di 50 cm i campi si attenuano sensibilmente. Per il loro ridotto consumo di corrente e per la loro durata maggiore le lampadine a risparmio energetico sono più ecologiche di quelle a incandescenza;

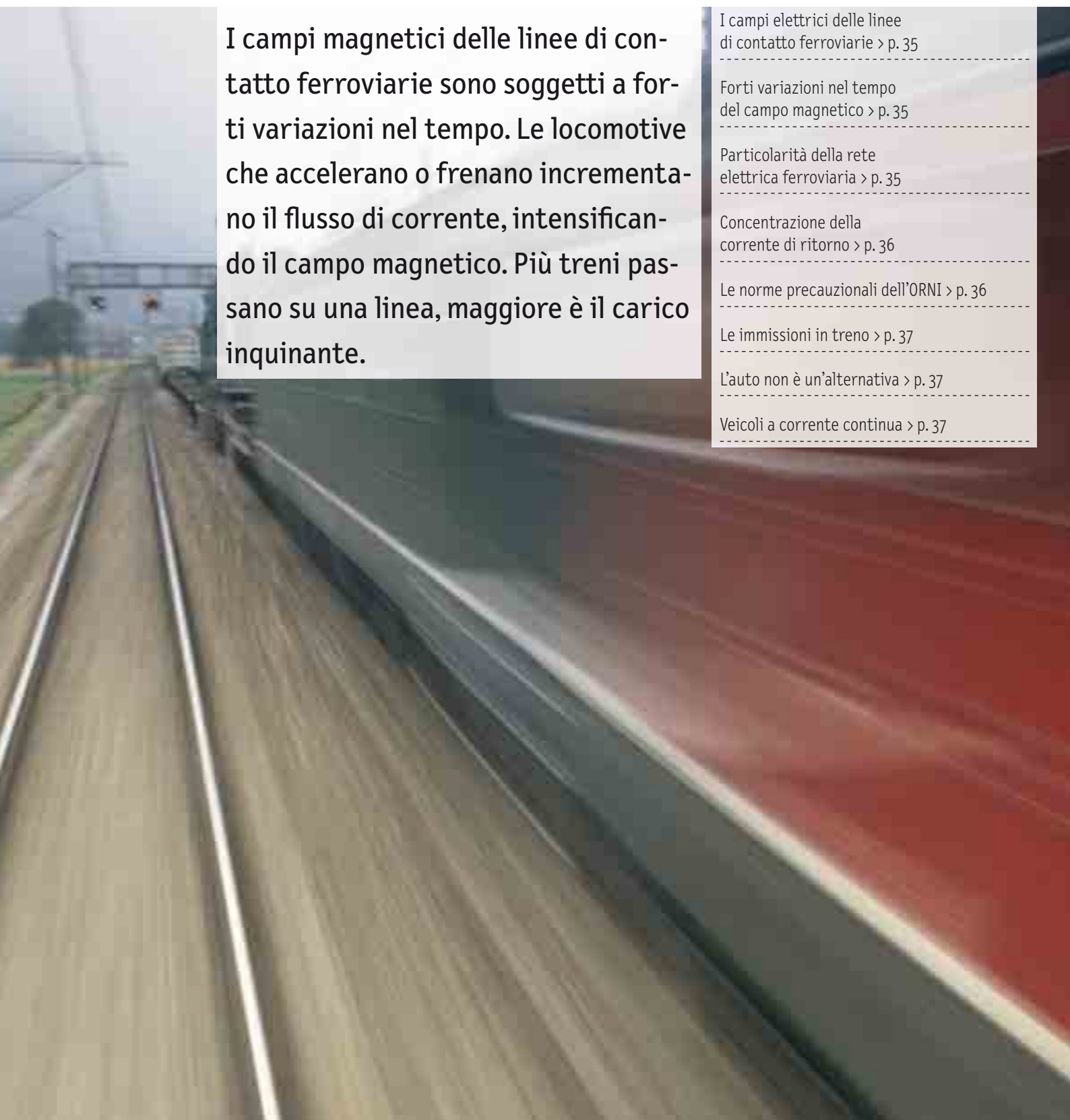
– **tubi fluorescenti:** poiché i loro campi sono più forti di quelli delle lampadine a risparmio energetico, si consiglia una distanza di almeno un metro;

– **sistemi alogeni a basso voltaggio:** generano i campi magnetici più forti di tutti i sistemi d'illuminazione. Si consiglia di installare i trasformatori e i fili a una distanza minima di due metri dai luoghi dove si soggiorna a lungo.

Apparecchio	Campo magnetico (μT)		
	a 3 cm di distanza	a 30 cm di distanza	a 1 m di distanza
Lampadina a incandescenza (60 W)	0,1–0,20		
Lampadina a risparmio energetico 15 W (con regolatore di corrente elettronico)	1	0,1	
Lampada alogena da scrivania	25–80	0,5–2	fino a 0,15
Sistema d'illuminazione alogeno a basso voltaggio			fino a 0,3



I sistemi alogeni a basso voltaggio generano i campi magnetici più forti di tutti i sistemi d'illuminazione. Se montati al soffitto, possono provocare un elettrosmog piuttosto forte anche nei locali soprastanti.



I campi magnetici delle linee di contatto ferroviarie sono soggetti a forti variazioni nel tempo. Le locomotive che accelerano o frenano incrementano il flusso di corrente, intensificando il campo magnetico. Più treni passano su una linea, maggiore è il carico inquinante.

I campi elettrici delle linee di contatto ferroviarie > p. 35

Forti variazioni nel tempo del campo magnetico > p. 35

Particolarità della rete elettrica ferroviaria > p. 35

Concentrazione della corrente di ritorno > p. 36

Le norme precauzionali dell'ORNI > p. 36

Le immissioni in treno > p. 37

L'auto non è un'alternativa > p. 37

Veicoli a corrente continua > p. 37

Campi magnetici con forte variabilità lungo le linee ferroviarie

I campi elettrici delle linee di contatto ferroviarie

In Svizzera, la maggior parte delle linee ferroviarie funziona a corrente alternata con una frequenza di 16,7 hertz (Hz). Pertanto anche i campi elettrici e magnetici lungo le linee di contatto ferroviarie presentano questa frequenza.

L'intensità del campo elettrico, direttamente sotto il filo di contatto, ad esempio su un passaggio a livello, corrisponde a circa 1'500 volt al metro (V/m) e si riduce aumentando la distanza. Il valore limite d'immissione vigente in Svizzera per i campi elettrici di 16,7 Hz pari a 10'000 V/m è perciò senz'altro rispettato. Poiché la tensione nella linea di contatto rimane abbastanza costante, senza essere influenzata dall'esercizio ferroviario, anche il campo elettrico non subisce variazioni.

Forti variazioni nel tempo del campo magnetico

Poiché nelle linee di contatto ferroviarie non scorre sempre la stessa quantità di corrente, i campi magnetici che esse emettono sono soggetti a forti variazioni nel tempo. Quando le locomotive e le automotrici accelerano o immettono corrente nella rete frenando, il flusso di corrente diventa maggiore e quindi anche il campo magnetico. Su una tratta in salita o dovendo trainare un treno merci pesante, le locomotive hanno bisogno di più corrente.

L'apporto di corrente nella linea di contatto avviene tipicamente ad intervalli di 25-30 km. Se in una sezione di approvvigionamento nessun treno passa fra due punti di alimentazione, non scorre nemmeno corrente e quindi non si forma nessun campo magnetico. Nell'esempio illustrato questo avviene di notte, fra l'1.00 e le 4.30. Se però circolano dei treni, il campo magnetico è presente lungo tutta la tratta in cui i treni ricevono la corrente. I campi accanto alle linee ferroviarie variano a seconda del traffico presente sulla relativa tratta di approvvigionamento, in funzione della posizione dei treni e del fabbisogno variabile di corrente delle motrici.

Poiché i campi magnetici della rete elettrica generale e di quella ferroviaria hanno frequenze diverse, le loro intensità non possono essere confrontate direttamente. A seconda della frequenza, infatti, determinati effetti sulla salute si presentano a

Particolarità della rete elettrica ferroviaria

La maggior parte delle linee ferroviarie della Svizzera, come la rete elettrica generale, viene alimentata con corrente alternata. Accanto a questa caratteristica comune vi sono notevoli differenze che influenzano anche i campi magnetici in prossimità degli impianti ferroviari.

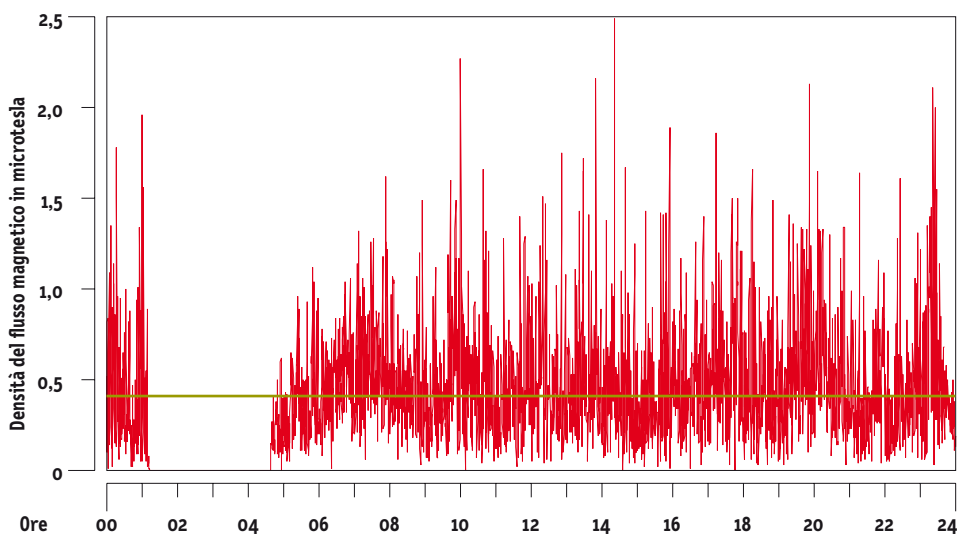
Frequenza più bassa: la corrente ferroviaria ha una frequenza di 16,7 hertz (Hz), mentre la normale alimentazione di corrente ha una frequenza di 50 Hz. Questa differenza ha motivi storici poiché per il corretto funzionamento dei primi motori ferroviari elettrici era necessaria una frequenza che fosse la più bassa possibile. All'inizio del XX secolo diversi Paesi europei, fra i quali anche la Svizzera, dopo vari esperimenti decisero di adottare la frequenza di 16,7 Hz.

Questa decisione richiese la costruzione e la gestione di una rete di alimentazione della corrente specifica per le ferrovie. Le grandi imprese ferroviarie come le FFS dispongono di centrali e di linee di distribuzione proprie. Contemporaneamente viene anche trasformata la corrente alternata a 50 Hz della rete pubblica in corrente a 16,7 Hz mediante dei cosiddetti convertitori di frequenza. La corrente ferroviaria viene trasportata dalle cen-

trali alle sottostazioni mediante proprie linee ad alta tensione di 132 kilovolt (kV). Nelle sottostazioni questa tensione viene trasformata nella tensione di 15 kV, necessaria per le locomotive.

Meno conduttori di corrente: l'approvvigionamento generale di corrente è realizzato mediante una rete di linee elettriche a tre fasi: in questo caso il circuito di corrente è costituito da tre conduttori di fase. La rete di distribuzione per la corrente ferroviaria richiede solo un conduttore di andata e uno di ritorno, entrambi sotto tensione. Sulla linea ferroviaria l'alimentazione di corrente delle locomotive avviene esclusivamente attraverso la linea di contatto ferroviaria. Come linea di ritorno si utilizzano le rotaie, il cavo di terra e il terreno.

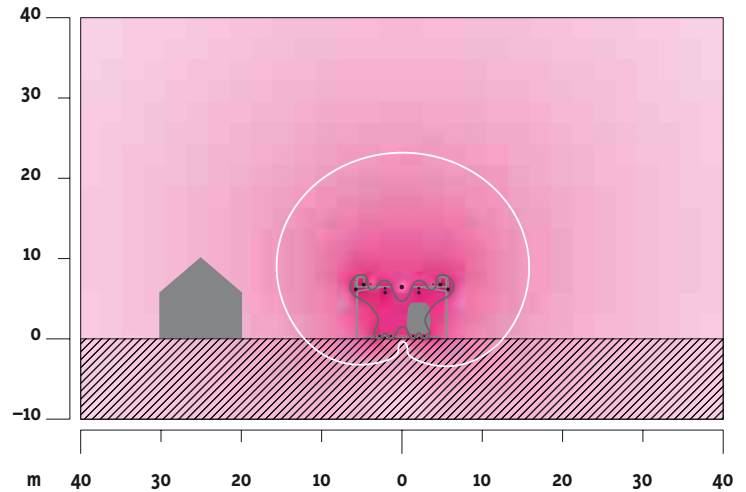
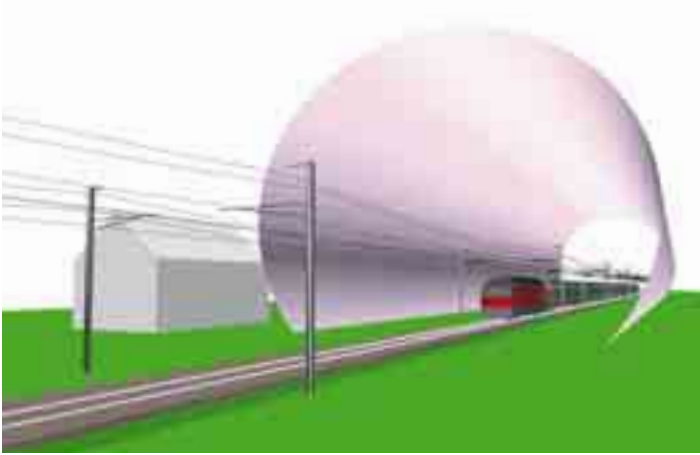
Consumatori di corrente mobili: le macchine e gli apparecchi elettrici generalmente hanno un'ubicazione fissa. Le locomotive alimentate mediante la rete elettrica ferroviaria invece, cambiano costantemente la loro posizione. Inoltre, durante le frenate possono addirittura generare corrente. Il motore diventa in questo caso un generatore che trasforma l'energia della frenata in elettricità e la reintroduce nella linea di contatto.



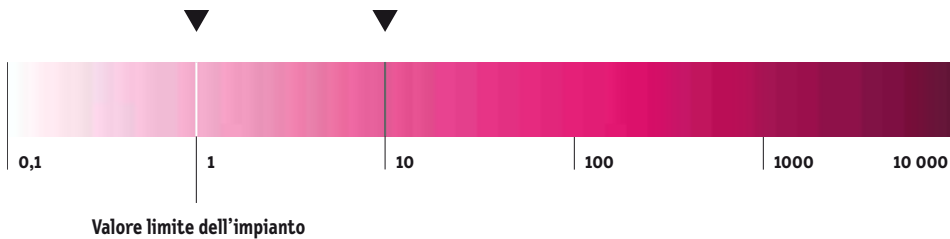
Il campo magnetico di 16,7 Hz vicino alla tratta a doppio binario fra Lucerna e Basilea in prossimità di Nottwil LU, misurato ad una distanza di 10 metri dal centro del tracciato: il carico varia a seconda del traffico. Se non circolano treni, non si registrano nemmeno immissioni. La media in 24 ore (linea verde) ammonta a 0,41 microtesla. Questo valore è determinante per il confronto con il valore limite dell'impianto, il quale, sempre nella media delle 24 ore, ammonta a 1 microtesla e quindi in questo caso è rispettato.

partire da un'intensità diversa del campo magnetico. Il valore limite d'immissione stabilito dall'ORNI per proteggere dagli effetti di breve periodo è di 100 micro-

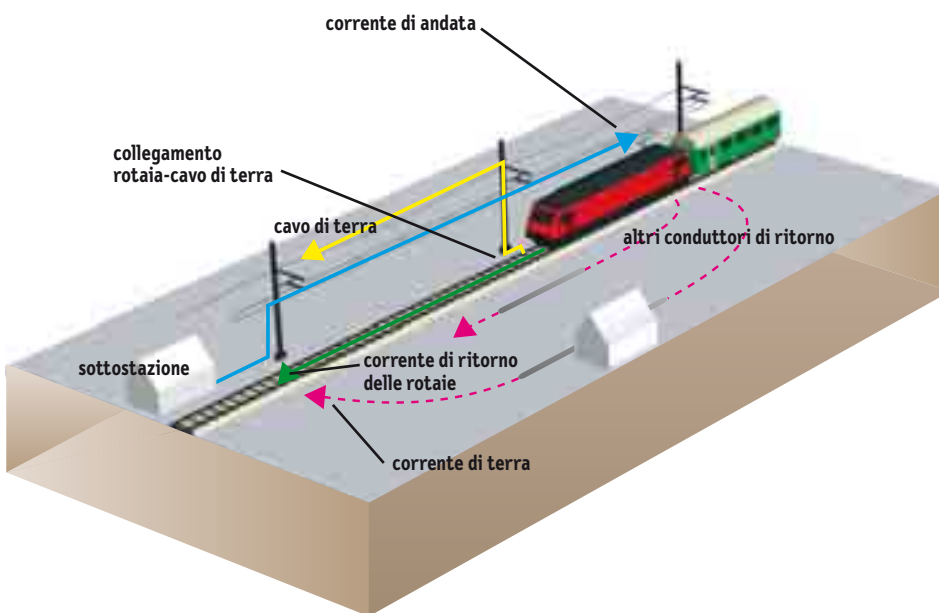
tesla (μT) per i campi magnetici di 50 Hz e di 300 μT per i campi di 16,7 Hz.



Campo magnetico di una tipica tratta a doppio binario. Sulla superficie dell'involucro raffigurato in prospettiva (a sinistra) la densità media del flusso magnetico nelle 24 ore è di 1 microtesla (μT). La sezione del campo magnetico ortogonale al tracciato ferroviario (a destra) mostra come il carico si riduca man mano che ci si allontana dalla linea di contatto. La linea grigia corrisponde ad una media di 24 ore pari a 10 μT e la linea bianca a un valore di 1 μT .



Scala della densità del flusso magnetico in microtesla (μT).



Dalla sottostazione le locomotive vengono alimentate con corrente attraverso il filo di contatto (freccia blu). Attraverso le rotaie (freccia verde), il cavo di terra (freccia gialla), il terreno conduttivo e gli altri conduttori di ritorno nel terreno (freccie rosse) la corrente ritorna nella sottostazione. A causa della distanza fra le correnti di andata e di ritorno, l'estensione spaziale del campo magnetico delle linee di contatto ferroviarie è relativamente ampia.

Concentrazione della corrente di ritorno

Per l'intensità dei campi magnetici delle linee di contatto ferroviario occorre considerare che i percorsi delle correnti di andata e di ritorno sono relativamente distanti fra loro. Il percorso di andata avviene attraverso il filo di contatto. Il ritorno della corrente avviene da un lato attraverso i binari e dall'altro attraverso il cavo di terra. Essendo le rotaie a contatto con il terreno, una parte della corrente di ritorno cerca la propria via di fuga anche attraverso il terreno o i tubi metallici sotterranei come quelli del gas o dell'acqua. Queste correnti vaganti possono percorrere lunghe distanze e ritornare nel tracciato ferroviario soltanto in prossimità della sottostazione.

Più le correnti di andata e di ritorno sono lontane fra loro, maggiore è l'estensione spaziale del campo magnetico a parità di intensità di corrente. Per ridurre questa estensione, è necessario che la maggior parte della corrente di ritorno venga deviata attraverso il cavo di terra poiché questo è più vicino al filo di contatto.

Le norme precauzionali dell'ORNI

Le limitazioni delle emissioni a scopo precauzionale, previste dall'ORNI per le linee di contatto ferroviarie sono diverse a seconda che si tratti di nuovi impianti, di vecchi impianti o di modifiche di vecchi impianti.

– **Nuovi impianti:** rientrano in questa categoria le linee di contatto delle tratte

di nuova costruzione e delle linee ferroviarie il cui tracciato viene spostato. Nei luoghi ad utilizzazione sensibile devono rispettare il valore limite dell'impianto di 1 microtesla (μT). Questo valore viene misurato come media nelle 24 ore. Per le tratte a doppio binario, ad esempio, il valore limite dell'impianto viene generalmente rispettato, a seconda del traffico, a partire da una distanza di 10-25 metri dalla linea di contatto. In casi eccezionali le autorità possono accordare delle deroghe per il superamento del valore limite.

- **Modifica di vecchi impianti:** come modifica ai sensi dell'ORNI si intende un ampliamento a più binari. Nei luoghi ad utilizzazione sensibile, dove il valore limite dell'impianto era superato già prima dell'ampliamento, l'intensità dei campi magnetici non può aumentare ulteriormente. In tutti gli altri luoghi ad utilizzazione sensibile deve essere rispettato il valore limite dell'impianto. Anche per gli impianti modificati è possibile richiedere delle deroghe in casi eccezionali.
- **Vecchi impianti:** le linee di contatto non modificate o quelle che vengono rinnovate sul tracciato esistente vengono considerate vecchi impianti. Se superano il valore limite dell'impianto in luoghi ad utilizzazione sensibile, devono essere dotate di un conduttore di ritorno (cavo di terra) possibilmente in prossimità del filo di contatto. Questo avviene già nella maggior parte delle tratte ferroviarie odierne. Per i vecchi impianti l'ORNI non dispone ulteriori misure.

Le immissioni in treno

Anche all'interno delle carrozze dei treni si è esposti ai campi magnetici. Essi si formano sia a causa della corrente che scorre nella linea di contatto e nei binari, sia per la presenza di un'alimentazione interna di corrente per la luce, il riscaldamento e la climatizzazione. Questa alimentazione interna di corrente parte dalla locomotiva e si diffonde attraverso la cosiddetta barra colletttrice, un fascio di cavi incorporato nel pavimento del treno, per arrivare fino all'ultima carrozza.

Le misure effettuate su un treno a due piani in servizio fra Berna e Zurigo hanno mostrato che i campi magnetici subiscono forti variazioni nel tempo e possono essere molto diversi a seconda del punto in cui ci si trova sul treno. Nel piano inferiore



Anche all'interno dei treni siamo esposti ai campi magnetici. Il carico è diverso a seconda delle carrozze e degli scompartimenti.

della prima carrozza dopo la locomotiva è stato misurato il campo più forte. A livello dei sedili la media temporale era di $4 \mu\text{T}$. Sono stati misurati dei brevi picchi di $10 \mu\text{T}$. La fonte principale dei campi magnetici in questo caso è la barra colletttrice, il cui flusso diminuisce man mano che ci si allontana dalla locomotiva. Nel piano superiore della prima carrozza dopo la locomotiva e nei due piani del vagone di comando all'altra estremità del treno, il campo magnetico aveva pressoché la stessa intensità con una media temporale di circa $0,7 \mu\text{T}$. I brevi picchi raggiungevano $3,5 \mu\text{T}$. Poiché i treni non rientrano nella categoria dei luoghi ad utilizzazione sensibile, all'interno delle carrozze non si applica una limitazione dei campi magnetici a scopo precauzionale.

L'auto non è un'alternativa


I campi magnetici presenti nei treni non sono un valido motivo per ricorrere ad un altro mezzo di trasporto perché anche nelle automobili si formano campi magnetici. Essi sono in parte causati dall'impianto elettrico di bordo, ma spesso anche dai cerchioni e dalle fasce di acciaio magnetizzati dei pneumatici. Nel quadro di misure effettuate in un'automobile in movimento, i maggiori campi sono stati rilevati a livello dei piedi del passeggero e sul sedile posteriore. A seconda del modello i campi erano molto diversi e coprivano lo stesso spettro di quelli dei treni.



Veicoli a corrente continua

I tram, i trolleybus e alcune ferrovie a scartamento ridotto funzionano a corrente continua. In questo modo si creano campi magnetici ed elettrici statici. Per i campi magnetici statici l'ORNI stabilisce un valore limite d'immissione di $40'000 \mu\text{T}$, valore che secondo l'esperienza viene ri-

spettato con un ampio margine. Per i campi della corrente continua che si formano nelle attività quotidiane la ricerca non ha fornito indicazioni in merito a potenziali rischi per la salute. Pertanto l'ORNI non prevede un valore limite dell'impianto per le ferrovie a corrente continua.



Grazie a migliaia di stazioni di base per la telefonia mobile oggi in Svizzera è possibile utilizzare il cellulare praticamente ovunque. Il lato negativo di questa copertura capillare è rappresentato dall'incremento delle radiazioni ad alta frequenza emesse dalle antenne. In prossimità di questi impianti il carico inquinante oscilla durante il giorno a seconda del traffico telefonico. I telefoni cellulari però, a causa della loro vicinanza alla testa, costituiscono una fonte d'esposizione molto più intensa di ogni stazione di base.

Le radiazioni ad alta frequenza della telefonia mobile sono in costante aumento

La rapida diffusione della telefonia mobile > p. 39

Struttura della rete > p. 39

Unità e grandezze > p. 41

Radiazioni in prossimità di un impianto per la telefonia mobile > p. 42

Come trasmettono i telefoni cellulari e le stazioni di base > p. 43

Variazioni giornaliere presso le stazioni di base > p. 43

Le norme precauzionali dell'ORNI > p. 44

Autorizzazione e controllo di un impianto per la telefonia mobile > p. 44

Consigli per chi utilizza i cellulari > p. 44

Confronto fra le radiazioni della stazione di base e del telefono cellulare > p. 45

Valore indicativo per i telefoni cellulari > p. 45



A causa della vicinanza alla testa, i cellulari espongono i loro utenti a un carico molto maggiore di radiazioni rispetto alle antenne della telefonia mobile.

La rapida diffusione della telefonia mobile

La maggior parte della popolazione svizzera possiede ormai un cellulare. Più di 9'000 stazioni di base per la telefonia mobile garantiscono la possibilità di utilizzare il cellulare quasi ovunque in Svizzera. Dopo il 1993 lo standard GSM ha soppiantato progressivamente la rete Natel C e ha contribuito al rapido sviluppo della telefonia mobile. Dal 2002 è in costruzione la rete di terza generazione con lo standard UMTS. In seguito alla maggiore offerta e alla crescente domanda in questo settore aumenta anche l'inquinamento ambientale prodotto dalle onde elettromagnetiche ad alta frequenza.

A differenza dell'approvvigionamento elettrico, dove le radiazioni sono un prodotto secondario indesiderato, nella telefonia mobile esse costituiscono il supporto per la trasmissione senza filo dell'informazione.

Struttura della rete

Una rete per la telefonia mobile è costituita da numerose celle radio. Ogni cella possiede un'antenna che stabilisce il collegamento radio con i telefoni cellulari che si trovano nelle sue vicinanze. Normalmente da un sito vengono alimentate diverse celle e tutte le antenne del sito costituiscono una cosiddetta stazione di base.

Le stazioni di base sono collegate alle centrali telefoniche con linee tradizionali o mediante ponte radio. Dalle centrali esse ricevono le chiamate che devono inoltrare ad un telefono cellulare collegato ad una determinata cella. Nella direzione contraria trasmettono alle centrali le conversazioni effettuate da un cellulare nella loro zona di copertura.

Ogni stazione di base può gestire soltanto un numero limitato di chiamate. Le dimensioni di una cella radio vengono perciò definite in base all'intensità del traffico. Nelle zone rurali con una ridotta densità di telefoni cellulari le celle hanno un raggio di diversi chilometri, invece nelle zone urbane il loro raggio è solo di alcune centinaia di metri. Ancora più piccole sono le

GSM: lo standard per la telefonia mobile «Global System for Mobile Communications» è utilizzato in Svizzera dal 1993. Le reti GSM operano su due bande di frequenza: 900 MHz (GSM900) e 1800 MHz (GSM1800).

UMTS: «Universal Mobile Telecommunications System» è lo standard della terza generazione di telefoni cellulari. La rete UMTS in costruzione dal 2002 opera su una banda di frequenza a 2 GHz (da 1900 a 2200 MHz). Rispetto allo standard GSM, con UMTS è possibile trasmettere una maggiore quantità di dati, rendendo possibile ad esempio anche la trasmissione di immagini in movimento.



microcelle impiegate spesso nei centri urbani. Esse vengono utilizzate dove il traffico telefonico è particolarmente elevato o dove la copertura radio risulta particolarmente difficile a causa della densità di edifici. Esistono infine delle picocelle con un raggio ridotto di alcune decine di metri, che assicurano la copertura all'interno di singoli edifici.

La potenza irradiata da un'antenna deve essere tale che i segnali radio da trasmettere raggiungano i telefoni cellulari anche al margine della zona di copertura di una cella. Essa non deve tuttavia essere troppo intensa per non disturbare i segnali di altre celle. Poiché le antenne delle celle piccole operano con una potenza di trasmissione più bassa, generano anche meno radiazioni. Sebbene siano necessarie più antenne, la potenza irradiata complessivamente dagli impianti, almeno nelle zone urbane, non è maggiore bensì inferiore. Una rete a maglie molto fitte è in grado di trasmettere addirittura più conversazioni con una potenza di trasmissione complessivamente inferiore.



Traliccio con antenne per la telefonia mobile (in cima) e antenne di ponte radio (rotonde). Queste ultime collegano le stazioni di base con le centrali telefoniche.



Riproduzione autorizzata da swisstopo (BA056863)



Riproduzione autorizzata da swisstopo (BA056863)

Più sono i cellulari in un luogo, più fitta è la rete degli impianti di telefonia mobile, come dimostra questo confronto fra la città di Ginevra e il villaggio di Bière VD. Ogni punto rosso indica una stazione di base per la telefonia mobile. Le carte sono aggiornate al 1° giugno 2004. Alla pagina Internet www.funksender.ch sono elencati i siti di tutti gli impianti di trasmissione della Svizzera.

Unità e grandezze

Le antenne della telefonia mobile trasmettono onde o radiazioni elettromagnetiche ad elevata frequenza, dette anche radiazioni non ionizzanti ad alta frequenza.

Frequenza: designa il numero di oscillazioni di un'onda elettromagnetica al secondo e viene indicata in hertz (Hz), megahertz (MHz) o gigahertz (GHz).

1 Hz = 1 oscillazione al secondo

1 kHz = 1000 Hz

1 MHz = 1 000 000 Hz

1 GHz = 1 000 000 000 Hz

Le reti per la telefonia mobile in Svizzera operano alle frequenze di 900 MHz (GSM900), 1800 MHz (GSM1800) e fra i 1900 e i 2200 MHz (UMTS).

Potenza di trasmissione in watt (W): questa grandezza indica quanta energia viene immessa in un'antenna per unità di tempo. I valori tipici per ogni direzione d'emissione sono compresi fra pochi millesimi di watt e circa 40-50 W. A causa dell'utilizzazione variabile degli impianti della telefonia mobile, durante il giorno si registrano diverse variazioni.

Potenza di trasmissione equivalente (ERP)

in W: ERP è l'acronimo di «equivalent radiated power» (potenza equivalente irradiata), ed è un'altra grandezza utilizzata per indicare la potenza di trasmissione, anch'essa espressa in watt. Serve per calcolare le immissioni ed è determinante in Svizzera per autorizzare gli impianti della telefonia mobile. I valori ERP sono nettamente superiori a quelli della potenza di trasmissione immessa in un'antenna. Per un'antenna tipica della telefonia mobile i valori sono circa 30 volte superiori e sono dovuti al fatto che un'antenna non irradia in modo uniforme in tutte le direzioni ma in modo mirato verso un unico settore. Rispetto alla potenza di trasmissione immessa, il valore ERP descrive le relazioni all'interno del cono d'irradiazione. La situazione è paragonabile a quella di un faro. A causa della focalizzazione dei raggi, la luce è molto più chiara di quella di una normale lampadina della stessa potenza. In questo esempio l'ERP corrisponde alla potenza necessaria ad una lampadina a incandescenza per raggiungere la stessa luminosità del cono di luce del faro.

Intensità del campo elettrico: è un parametro di misura dell'intensità delle radiazioni e viene espresso in volt al metro (V/m).



Le antenne di una stazione di base stabiliscono il contatto via radio con i telefoni cellulari che si trovano nelle vicinanze.

Densità di potenza: anche questo è un parametro indicativo dell'intensità delle radiazioni. Essa misura l'energia che penetra attraverso una superficie ortogonale di riferimento per ogni unità di tempo e viene indicata in watt per metro quadrato (W/m^2) o in microwatt per centimetro quadrato ($\mu W/cm^2$).

Dall'intensità del campo elettrico è possibile calcolare la densità di potenza e viceversa. La densità di potenza è proporzionale al quadrato dell'intensità del campo elettrico. Entrambe le grandezze sono in rapporto diretto con la potenza irradiata da un'antenna:

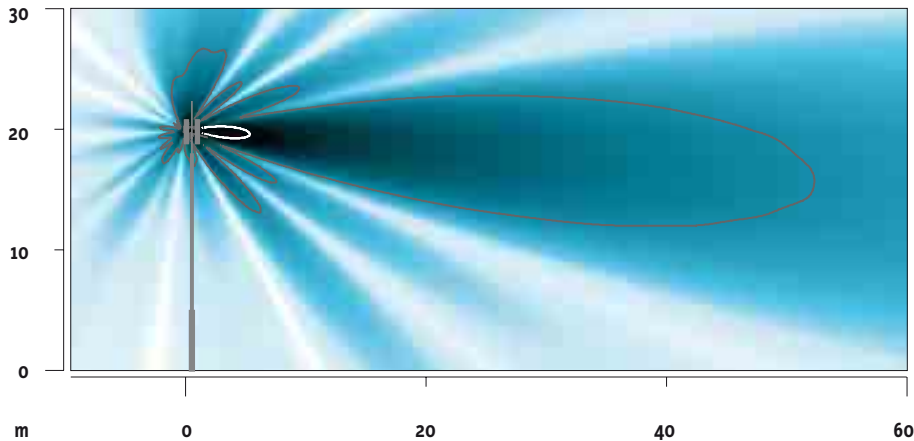
– la densità di potenza è direttamente proporzionale alla potenza di trasmissione.

Il raddoppio della potenza di trasmissione fa raddoppiare anche la densità di potenza;

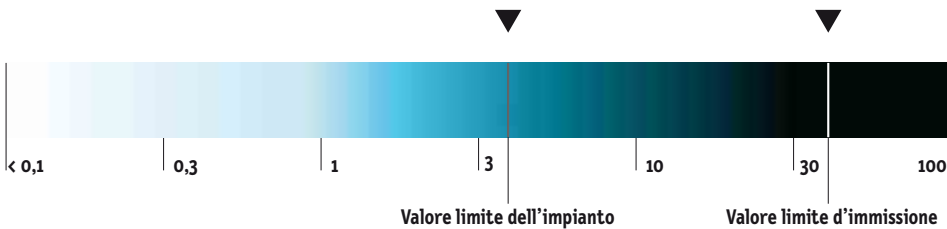
– l'intensità del campo aumenta invece soltanto in misura pari alla radice quadrata dell'aumento della potenza di trasmissione. Di conseguenza il raddoppio della potenza di trasmissione comporta un aumento dell'intensità del campo con il fattore $\sqrt{2}$ pari ad un incremento del 41 per cento. Questo fenomeno fisico è rilevante anche quando due antenne di siti diversi irradiano lo stesso luogo con la stessa potenza. Anche in questo caso l'intensità del campo non

raddoppia, ma aumenta soltanto del 41 per cento. Per raddoppiare l'intensità del campo sarebbero necessarie quattro antenne con la stessa potenza, e per aumentare l'intensità del campo di dieci volte sarebbero necessarie 100 antenne.

Intensità del campo elettrico	Densità di potenza	
(V/m)	W/m ²	μW/cm ²
61,4	10	1000
33,6	3	300
19,4	1	100
10,6	0,3	30
6,1	0,1	10
3,4	0,03	3
1,9	0,01	1
1,1	0,003	0,3
0,6	0,001	0,1
0,3	0,0003	0,03
0,2	0,0001	0,01



Radiazioni nelle vicinanze di un'antenna di telefonia mobile con una potenza di trasmissione equivalente di 1'000 watt ERP nella banda di frequenza di 900 MHz (GSM900). L'antenna si trova su un traliccio alto 20 metri ed è leggermente orientata verso il suolo. Il significato delle linee continue è rappresentato nella scala a colori in basso.



Scala dell'intensità del campo elettrico in volt al metro (V/m).

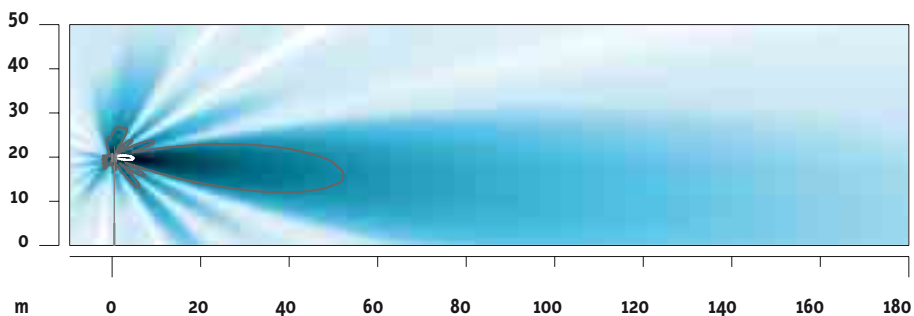
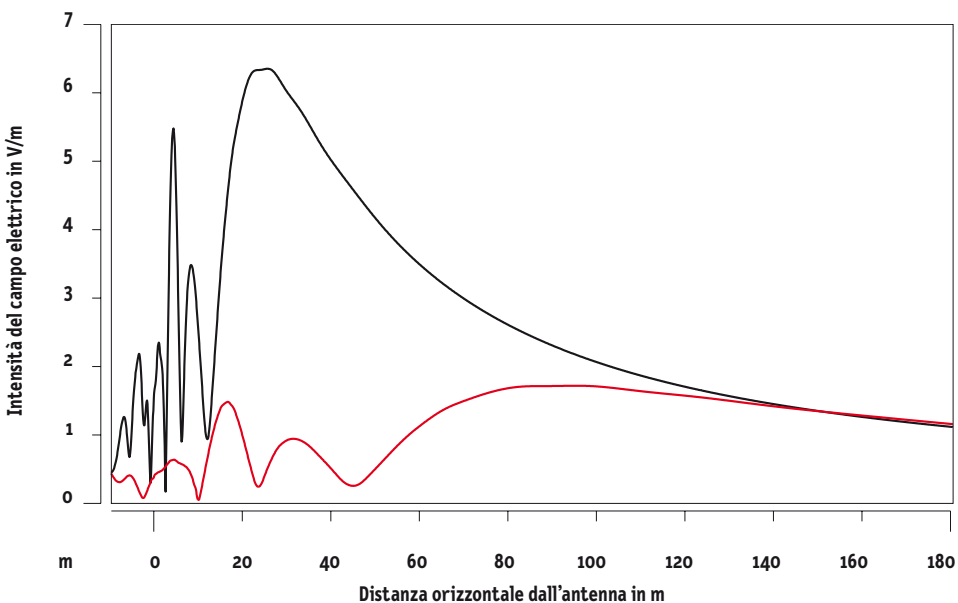


Diagramma di emissione della stessa antenna per la telefonia mobile come sopra (particolare).



Radiazioni in prossimità di un impianto per la telefonia mobile

L'intensità delle radiazioni in prossimità di un impianto per la telefonia mobile dipende da diversi fattori. Tutti questi parametri vengono considerati dalle autorità per rilasciare l'autorizzazione o per calcolare le immissioni di un impianto previsto.

- **Potenza di trasmissione equivalente:** più alto è questo valore, maggiore è anche l'intensità delle radiazioni in prossimità dell'impianto.
- **Diagramma d'emissione nello spazio dell'antenna:** le antenne delle stazioni di base non trasmettono in tutte le direzioni con la stessa intensità. Esse focalizzano le radiazioni, analogamente a quanto avviene per un faro di un'automobile, e le dirigono verso la direzione desiderata. Al di fuori di questo sono le radiazioni possono ancora essere misurate ma sono molto ridotte. Oltre alla direzione principale del fascio si notano i cosiddetti lobi laterali.
- **Distanza dall'antenna:** raddoppiando la distanza, l'intensità del campo elettrico si riduce della metà. Questo vale in particolare lungo la direzione principale d'emissione. Al suolo invece l'andamento delle radiazioni è più complicato. In prossimità dell'antenna le immissioni provengono principalmente dai lobi laterali. Al di fuori del loro raggio d'azione l'intensità del campo aumenta progressivamente con l'incremento della distanza poiché in questo caso dominano le radiazioni nella direzione principale d'emissione. In questo esempio esse raggiungono il loro massimo intorno a 90 m e poi iniziano progressivamente ad attenuarsi.
- **Attenuazione dei muri e dei tetti:** i muri e i tetti attenuano le radiazioni che colpiscono dall'esterno un edificio. Ciò vale anche per l'edificio su cui si trova un impianto. Se su un tetto in calcestruzzo non sono presenti dei lucernari, le radiazioni vengono in gran parte attenuate. Esse possono invece penetrare leggermente attraverso i vetri delle finestre non schermate, i tetti di tegole o di legno.

Andamento dell'intensità del campo elettrico in funzione dell'aumento della distanza dall'antenna sopra rappresentata a due diverse altezze dal suolo. La linea nera indica il carico nella direzione principale del fascio a 15 m dal suolo, la curva rossa corrisponde alle immissioni a 1,5 m dal suolo.

Come trasmettono i telefoni cellulari e le stazioni di base

Affinché in una cella più persone possano telefonare contemporaneamente, nel sistema GSM fino a otto utenti si suddividono lo stesso canale di frequenza. Ad ognuno di loro viene assegnato un ottavo del tempo (il cosiddetto intervallo temporale o time slot) per la trasmissione. L'informazione viene suddivisa in singoli pacchetti da 577 microsecondi (μs) di durata, che vengono smistati ad intervalli di 4,6 millisecondi (ms): cfr. grafico 1. Per questo motivo il telefono cellulare emette radiazioni ad impulsi con un tasso di ripetizione di 217 impulsi al secondo.

I telefoni cellulari dello standard GSM sono dotati di una regolazione dinamica della potenza. Quando si stabilisce un collegamento, il telefono trasmette con la massima potenza. Successivamente questa si riduce fino al minimo necessario per mantenere un buon collegamento con la stazione di base.

La stazione di base trasmette su un canale di controllo (BCCH, Broadcast Control Channel) e su diversi canali di trasporto (TCH, Traffic Channel).

Il canale di controllo (BCCH) trasmette con la massima potenza ogni otto intervalli temporali (cfr. grafico 2). Fra i singoli intervalli temporali il segnale viene brevemente soppresso. In un intervallo temporale vengono trasmesse informazioni tecniche necessarie ad esempio per stabilire o mantenere il collegamento. I restanti intervalli temporali del BCCH vengono impiegati per trasmettere le conversazioni oppure riempiti artificialmente di informazioni vuote.

Quando la capacità del BCCH non è più sufficiente per trasmettere le conversazioni, si attivano anche i canali di trasporto. Questi emettono radiazioni soltanto negli intervalli temporali veramente necessari e sono regolati in modo da trasmettere alla minore potenza possibile (cfr. grafico 3). A seconda del numero di conversazioni trasmesse e della qualità del collegamento il diagramma di emissione di un canale di trasmissione cambia spesso nel corso del tempo. Nell'esempio gli intervalli temporali da 2 a 4 sono occupati con una potenza diversa, gli intervalli 1 e da 5 a 8 non sono attivi.

Grafico 1: telefono cellulare

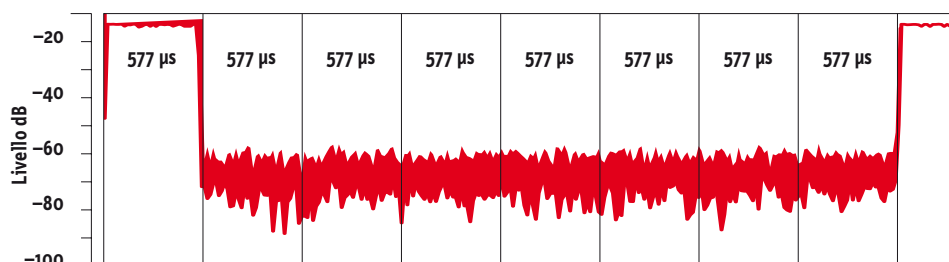


Grafico 2: stazione di base: canale di controllo

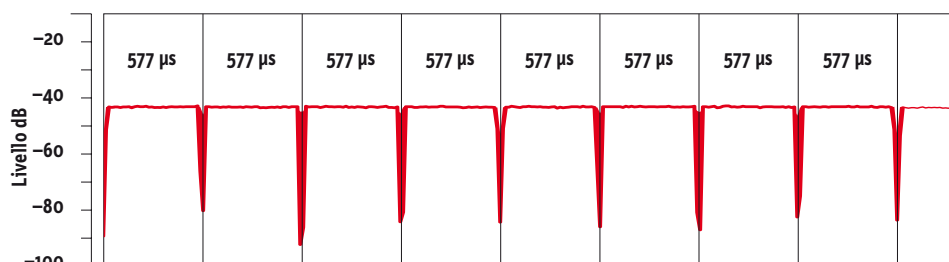


Grafico 3: stazione di base: canale di trasporto

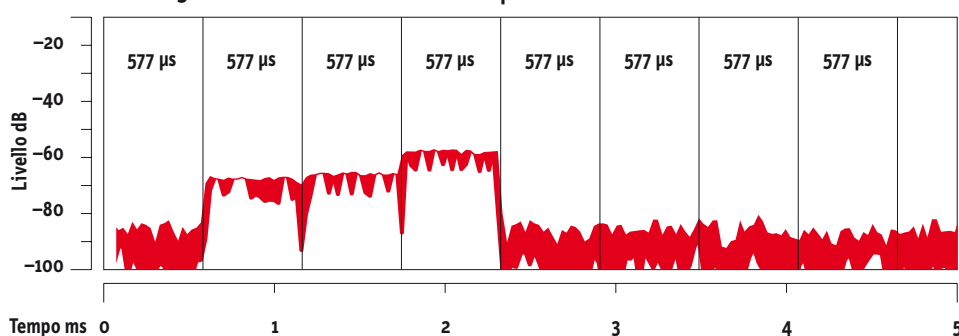
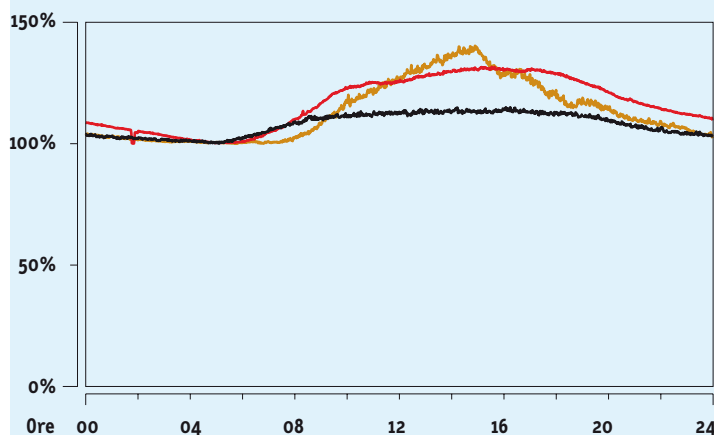


Diagramma temporale di trasmissione di telefono cellulare (in alto) e stazione di base (al centro: canale di controllo; in basso: canale di trasporto). Il livello è espresso in unità logaritmiche (dB): una differenza di 20 significa un fattore 100 nella potenza di trasmissione e un fattore 10 nell'intensità del campo.

Variazioni giornaliere dell'intensità del campo elettrico delle stazioni di base



Variazione giornaliera delle immissioni di tre diverse stazioni di base. È rappresentata l'intensità del campo elettrico nel corso di 24 ore in percentuale sul livello di base. In corrispondenza del 100% trasmettono solo i canali di controllo.

Le radiazioni in prossimità di un'antenna per la telefonia mobile non sono sempre costanti, ma variano nel corso della giornata a seconda del numero di conversazioni trasmesse. Durante la notte si registrano praticamente soltanto le immissioni del canale di controllo. Durante la mattinata aumenta il numero delle chiamate trasmesse e dei canali di trasporto attivati, pertanto aumentano anche le immissioni.

Nel pomeriggio o in prima serata le radiazioni raggiungono il picco massimo. Le radiazioni effettive sono perciò inferiori nella media giornaliera e in particolare durante la notte rispetto a quanto indicato dalle previsioni di calcolo e dalle misure di collaudo. Questi dati si riferiscono infatti al carico massimo possibile, che si verifica soltanto di rado.

Le norme precauzionali dell'ORNI

Nei luoghi ad utilizzazione sensibile, come nelle abitazioni, negli uffici, nelle scuole, negli ospedali e nei parchi giochi per bambini, gli impianti per la telefonia mobile devono rispettare il valore limite dell'impianto prescritto dall'ORNI. Fanno parte di un impianto tutte le antenne collocate sullo stesso traliccio, sullo stesso edificio o quelle che si trovano in un'area molto circoscritta. Il valore limite dell'impianto deve essere rispettato a pieno regime, ovvero in presenza del traffico massimo di conversazioni e di dati e con la massima potenza di trasmissione possibile. Si applicano i seguenti valori limite dell'impianto:

- 4 V/m per gli impianti GSM900;
- 6 V/m per gli impianti GSM1800 e UMTS;
- 5 V/m per la combinazione di impianti GSM900 e GSM1800/UMTS.

Nella direzione principale del fascio e senza attenuazione da parte delle strutture degli edifici questi valori impongono le seguenti distanze dalle antenne:

Potenza di trasmissione equivalente (ERP) per direzione d'emissione	Distanza per rispettare il valore limite dell'impianto (nella direzione principale del fascio)	
	GSM 900	GSM 1800 UMTS
10 W ERP	5,5 m	3,7 m
100 W ERP	18 m	12 m
300 W ERP	30 m	20 m
700 W ERP	46 m	31 m
1000 W ERP	55 m	37 m
2000 W ERP	78 m	52 m

All'esterno del fascio principale oppure se le radiazioni vengono attutite dalle strutture dell'edificio, queste distanze si riducono notevolmente, anche fino ad un minimo di un trentesimo, applicando il modello di calcolo della scheda dei dati sul sito.

Autorizzazione e controllo di un impianto per la telefonia mobile

Per la maggior parte degli impianti il gestore deve richiedere un'autorizzazione di costruzione. A seconda del Cantone questa procedura può comportare dettagli diversi, i principi di base sono però uguali ovunque.

- **Presentazione della domanda di costruzione e scheda dei dati sul sito:** il gestore è tenuto a presentare una domanda di costruzione presso il Comune dove si trova il sito. Fra i documenti necessari figura anche la cosiddetta scheda dei dati sul sito, nella quale il gestore fornisce determinati dati (ad es. la potenza di trasmissione e la direzione principale d'emissione delle antenne) e calcola le radiazioni previste nelle vicinanze dell'impianto. Inoltre, le normative edilizie cantonali stabiliscono se sul sito previsto per l'impianto deve essere realizzata la modinatura da cui è possibile dedurre il profilo della costruzione progettata.
- **Pubblicazione della domanda di costruzione e possibilità di opposizione:** il Comune è tenuto a pubblicare e ad esporre al pubblico la domanda di costruzione. In questa fase, nella maggior parte dei Cantoni gli abitanti possono prendere visione dei documenti e presentare un'eventuale opposizione. Dalla scheda dei dati sul sito è possibile stabilire fino a quale distanza fra luogo di residenza e impianto gli abitanti hanno il diritto di presentare opposizione.

Consigli per chi utilizza i cellulari

Gli utilizzatori di telefoni cellulari possono ridurre la propria esposizione alle radiazioni, attenendosi alle seguenti raccomandazioni:

- **Telefoni cellulari a basse radiazioni:** utilizzare possibilmente questi apparecchi. Minore è il tasso di assorbimento specifico, ovvero il valore SAR di un cellulare, meno radiazioni assorbe la testa durante una conversazione. I valori SAR si trovano nelle istruzioni per l'uso degli apparecchi o in Internet agli indirizzi www.topten.ch e www.handywerte.de.

- **Verifica materiale della domanda e opposizioni:** l'autorità competente per l'autorizzazione verifica la domanda e se necessario ricorre all'ufficio cantonale competente in materia di RNI. Quest'ultimo verifica i calcoli e i dati contenuti nella scheda dei dati sul sito, eseguendo a volte delle ispezioni sul posto. Vengono prese in esame anche le opposizioni pervenute. Dopo eventuali trattative con gli oppositori, viene adottata la decisione in merito alla domanda di costruzione.

- **Autorizzazione di costruzione e possibilità di ricorso:** se l'impianto progettato rispetta i valori limite dell'ORNI e le prescrizioni in materia di ordinamento edilizio, esso viene approvato dall'autorità competente. La decisione in merito alla domanda edilizia viene comunicata al richiedente e agli oppositori che hanno la possibilità di impugnare la decisione ricorrendo alle istanze cantonali fino al Tribunale federale.

In caso di sfruttamento del valore limite dell'impianto di oltre l'80 per cento, le autorità prescrivono una misura di collaudo delle radiazioni dopo la messa in funzione dell'impianto. In questo modo viene accertato il rispetto del valore limite dell'impianto non solo sulla carta ma anche nelle reali condizioni d'esercizio.

- **Kit mani libere:** consente di aumentare la distanza dall'antenna del telefono cellulare, riducendo quindi le radiazioni che penetrano nella testa. Per proteggere altre parti sensibili del corpo durante una telefonata con il kit mani libere, si consiglia di non tenere il cellulare nel taschino vicino al cuore o nella tasca anteriore dei pantaloni.

Confronto fra le radiazioni della stazione di base e del telefono cellulare

I telefoni cellulari hanno una potenza di trasmissione molto inferiore a quella degli impianti. Tuttavia l'esposizione delle persone durante una conversazione con il cellulare è molto superiore a quella causata da una potente stazione di base. La causa è dovuta al fatto che il cellulare si trova soltanto ad alcuni millimetri dalla testa, mentre nel peggiore dei casi la distanza da un'antenna di una stazione di base è perlomeno di alcuni metri.

A causa della grande distanza dalla stazione di base tutto il corpo è esposto uniformemente alle sue radiazioni, mentre il telefono cellulare irradia principalmente la testa.

Un'altra differenza consiste nel fatto che la stazione di base emette radiazioni in modo permanente mentre il telefono cellulare soltanto durante una conversazione. Quando non si effettua alcuna chiamata, ovvero nella modalità standby, un cellulare acceso riceve costantemente dei segnali di controllo dalla stazione di base più vicina, ma invia soltanto un breve segnale a un intervallo di alcuni minuti, per segnalare la sua posizione.

Nel GSM anche le forme dei segnali sono diverse. Le radiazioni del telefono cellulare presentano degli impulsi di 217 Hz. Il canale di controllo della stazione di base trasmette in modo permanente con brevi pause. Quando al canale di controllo si aggiungono anche i canali di trasporto, nella stazione di base viene emesso un segnale molto complesso e variabile, poiché i segnali dei singoli canali di trasporto sono diversi a seconda del numero di conversazioni.

– **Qualità di ricezione:** se il collegamento con la stazione di base è buono, il cellulare trasmette a potenza ridotta. Pertanto è possibile ridurre l'esposizione alle radiazioni, scegliendo luoghi dove la ricezione è buona ed evitando luoghi chiusi o sotterranei.

– **Non telefonare in automobile:** in auto la ricezione è pessima perché la carrozzeria metallica attenua drasticamente le radiazioni. All'interno dell'auto si dovrebbe perciò telefonare soltanto attraverso un'antenna esterna. Come dimostrano diversi studi, le conversazioni al cellulare durante la guida aumentano il rischio di incidenti perché distolgono l'attenzione del condu-

Stazione di base	Telefono cellulare
trasmettitore più potente	trasmettitore debole
notevole distanza dalle persone	distanza dalla testa molto ravvicinata
irradiazione uniforme di tutto il corpo	irradiazione locale della testa
potenza assorbita ridotta	maggiore potenza assorbita nella testa
radiazioni sempre presenti	radiazioni presenti soltanto durante un collegamento
le radiazioni presentano una forma complicata del segnale (solo per GSM)	le radiazioni presentano impulsi regolari a 217 Hz (solo per GSM)

Valore indicativo per i telefoni cellulari

In Svizzera per i telefoni cellulari si utilizza un valore indicativo internazionale. Gli apparecchi non devono superare un tasso di assorbimento specifico (SAR) di 2 watt per ogni chilogrammo di peso corporeo (W/kg). Il valore SAR indica la quantità di radiazioni assorbite dalla testa durante la telefonata e da questa trasformate in calore. Più basso è il tasso di assorbimento specifico, minori sono gli effetti sui tessuti cerebrali.




Esempio di calcolo delle radiazioni assorbite dalla testa durante una telefonata con il cellulare: il telefono rappresentato ha un valore SAR di 0,61 W/kg. Il maggior carico si registra nell'area bianco-gialla degli strati più superficiali della testa. Verso l'interno l'intensità si riduce notevolmente. Nell'area nera essa è 100'000 volte inferiore rispetto all'esterno. (grafico originale: IT'IS Foundation, Politecnico federale di Zurigo)

cente. Per motivi di sicurezza in Svizzera è consentito telefonare in automobile soltanto con un dispositivo viva voce.

– **Collegamento:** durante il collegamento il cellulare utilizza la massima potenza di trasmissione. Dopo aver selezionato il numero, non tenere l'apparecchio direttamente sull'orecchio ma ad una certa distanza dalla testa fintanto che non è stato stabilito il collegamento, in questo modo è possibile ridurre l'esposizione.

– **Chiamate brevi:** più breve è la chiamata con il cellulare, meno radiazioni assorbe il corpo.

I trasmettitori per la diffusione dei programmi radiofonici e televisivi si trovano prevalentemente in zone sopraelevate fuori dai centri abitati. Gli impianti radioamatoriali si trovano generalmente nelle zone abitate ma trasmettono soltanto per un periodo limitato. Gli impianti per i ponti radio concentrano le radiazioni in un cono molto ristretto.

A tall, slender radio tower with a red and white striped top section stands on a rocky mountain peak. The tower has several circular antennas or sensors near its base. In the background, a valley with a winding road and a small village with white buildings and red roofs is visible under a blue sky with scattered white clouds.

Quasi tutti i trasmettitori radiotelevisivi emettono radiazioni fuori dai centri abitati

Radio e televisione > p. 47

Potenze di trasmissione > p. 47

Radio > p. 47

Le norme precauzionali dell'ORNI > p. 49

Televisione > p. 49

Ponti radio > p. 50

Ponti radio in Svizzera > p. 50

Radiazioni concentrate > p. 50

Valori limite relativi ai ponti radio > p. 50

Radio amatoriale > p. 51

Valori limite relativi agli impianti radioamatoriali > p. 51

Radio e televisione

Gli impianti di trasmissione radiotelevisiva servono per diffondere via etere i programmi radiofonici e televisivi e si trovano per lo più in zone sopraelevate su colline o montagne. Alcuni dei grandi impianti portano il nome della vetta della montagna dove sono ubicati, come ad esempio i trasmettitori di La Dôle, Chasseral, Rigi, Säntis o Monte San Salvatore. Oltre a questi esistono numerosi impianti più piccoli. Complessivamente in Svizzera i trasmettitori radiofonici sono circa 400 e quelli televisivi circa 600. I loro siti con l'indicazione della potenza di trasmissione e dei programmi trasmessi sono riportati in Internet all'indirizzo www.funksender.ch.

Potenze di trasmissione

Gli impianti radiotelevisivi che devono coprire una vasta zona trasmettono con potenze elevate. A causa della topografia della Svizzera, questi impianti potenti si trovano per lo più in zone sopraelevate. Pertanto, nella zona critica vicino all'impianto non si hanno quasi mai abitazioni. Le radiazioni di questi trasmettitori ven-



Gli impianti di trasmissione radiotelevisiva collocati sulle vette del Rigi SZ (a sinistra) e del Bantiger BE (in alto). Le parabole di ponte radio nella parte inferiore delle torrette collegano gli impianti con altre stazioni di trasmissione. In cima sono montate le antenne per la diffusione dei programmi televisivi e radiofonici.

Radio

La trasmissione dei programmi radio avviene su diverse frequenze. Le varie bande di frequenza sono denominate in base alla lunghezza d'onda delle radiazioni.

Onde medie (OM): il campo che va da 300 chilohertz (kHz) a 3 megahertz (MHz) viene chiamato campo delle onde medie. In questa banda di frequenza negli anni '20 in Svizzera sono stati trasmessi i primi programmi radiofonici e subito dopo sono entrati in funzione anche i trasmettitori nazionali di Beromünster, Sottens e Monte Ceneri. Con l'introduzione delle onde ultra corte (OUC) le onde medie sono state progressivamente abbandonate a causa della pessima qualità dell'audio. Da metà degli anni '90 sulle onde medie vengono trasmessi soltanto i due programmi «Option musique» e «Musigwälle 531».

Onde ultra corte (OUC): la maggior parte dei programmi radiofonici viene trasmessa in OUC. Questa banda di frequenza è compresa tra 30 e 300 MHz. Ai programmi radiofonici sono riservate in particolare le frequenze

da 87,5 a 108 MHz. In Svizzera si trasmette su OUC dagli anni '50. Rispetto alle onde medie la qualità dell'audio è migliore ed è possibile diffondere i programmi in stereofonia.

Radio digitale T-DAB: la radio digitale terrestre T-DAB serve, a medio termine, quale complemento alle onde ultra corte. T indica la diffusione attraverso impianti di trasmissione terrestri, e DAB è l'acronimo di Digital Audio Broadcasting, in italiano «radio digitale». La sua introduzione in Svizzera risale al 1999. Oltre che con questa tecnica i programmi radiofonici digitali vengono trasmessi anche via cavo e satellite.

Con il sistema DAB il segnale audio viene digitalizzato prima della diffusione, ovvero viene convertito in una sequenza di 1 e 0, come avviene per la registrazione su CD musicali. L'apparecchio di ricezione trasforma poi nuovamente i dati digitali in voce e musica. Questa tecnologia consente di ricevere la radio anche con l'automobile in movimento senza disturbi in sottofondo. Il DAB trasmette principalmente nel campo delle onde ultra corte fra 223 e 230 MHz.

gono emesse sul piano orizzontale in tutte le direzioni e sul piano verticale a fasci molto ristretti leggermente inclinati verso il basso. Esistono inoltre dei trasmettitori ausiliari le cui antenne settoriali coprono le valli e che trasmettono con una bassa potenza.

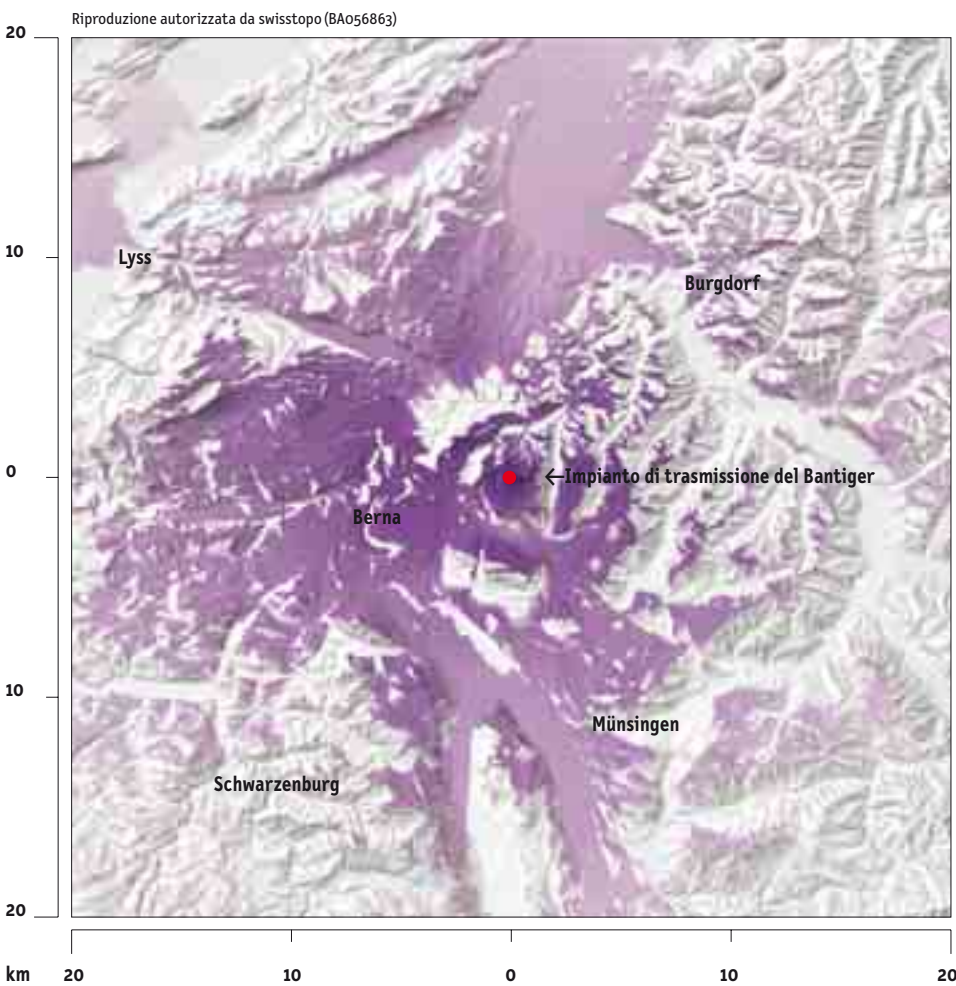
Al di fuori delle città e degli agglomerati i trasmettitori radiotelevisivi sono i maggiori responsabili dell'inquinamento di fondo con radiazioni ad alta frequenza. Nelle zone densamente popolate dominano invece spesso le immissioni delle antenne per la telefonia mobile.

Attualmente non è possibile stabilire con

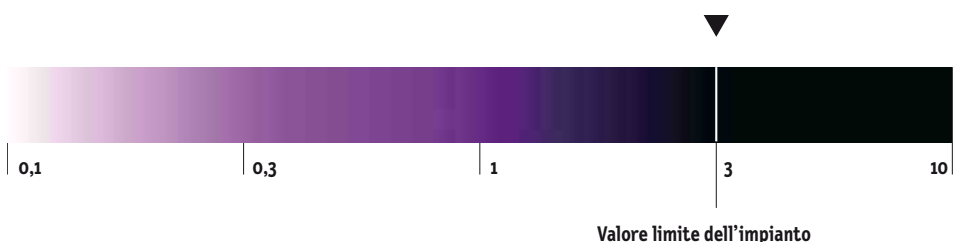
precisione quali ripercussioni avrà in futuro il passaggio dalla tecnica di trasmissione analogica a quella digitale per quanto riguarda il carico di radiazioni. Rispetto a quella analogica, la tecnica digitale richiede meno frequenze per la trasmissione di un determinato numero di programmi televisivi. Questo risparmio sarebbe tuttavia vanificato se in futuro venissero trasmessi via etere più programmi di quelli attuali.

La trasmissione digitale, a parità di qualità nella ricezione, utilizza generalmente potenze inferiori. Questo risparmio verrà però vanificato se in futuro i segnali tele-

visivi saranno predisposti anche per gli apparecchi televisivi mobili nelle abitazioni («portable indoor») dotati di una piccola antenna, invece che per la ricezione attraverso un'antenna fissa sul tetto («fixed outdoor»). In questo caso l'effetto smorzante della struttura dell'edificio dovrebbe venire superato mediante una maggiore potenza di trasmissione. Il fatto che in futuro l'introduzione della televisione digitale (DVB-T) comporterà minori potenze di trasmissione, e quindi anche meno elettromog, dipenderà dal numero dei programmi che verranno trasmessi e dai requisiti in fatto di qualità di ricezione.



Rappresentazione dell'intensità del campo elettrico nei dintorni dell'impianto di trasmissione del Bantiger BE. Si tratta di un calcolo per semplificazione che non tiene conto della flessione e della riflessione delle radiazioni. A causa della particolare topografia in corrispondenza delle superfici bianche non è possibile stabilire un contatto a vista con il trasmettitore. Sebbene in queste zone l'intensità del campo elettrico sia ridotta (inferiore a $0,1 \text{ V/m}$), è possibile comunque ricevere i programmi radiotelevisivi.



Scala dell'intensità del campo elettrico in volt al metro (V/m).

Designazione	Lunghezza d'onda	Frequenza	Frequenze radiotelevisive impiegate in Svizzera
Onde lunghe (OL)	1–10 km	30–300 kHz	non impiegate
Onde medie (OM)	100–1000 m	300 kHz–3 MHz	531 kHz–1,5 MHz (radio OM)
Onde corte (OC)	10–100 m	3–30 MHz	non più impiegate dalla fine del 2004
Onde ultra corte (OUC)	1–10 m	30–300 MHz	47–68 MHz (televisione analogica) 87,5–108 MHz (radio OUC) 174–230 MHz finora: televisione analogica e radio digitale in futuro: televisione e radio digitali
Microonde	1 mm–1 m	300 MHz–300 GHz	470–862 MHz finora: televisione analogica, in futuro digitale 1452–1492 MHz in futuro: eventuale trasmissione di programmi radio digitali a livello locale

Le norme precauzionali dell'ORNI

Nei luoghi ad utilizzazione sensibile i trasmettitori radiotelevisivi devono rispettare il valore limite dell'impianto prescritto dall'ORNI. Fanno parte di un impianto tutte le antenne per la trasmissione televisiva che si trovano sullo stesso traliccio o in un'area molto circoscritta.

Il valore limite dell'impianto deve essere rispettato alla massima potenza di trasmissione. Esso ammonta a:

- 8,5 volt al metro (V/m) per i trasmettitori a onde medie;
- 3,0 V/m per tutti gli altri impianti di trasmissione.

Poiché la maggior parte degli impianti radiotelevisivi si trova al di fuori delle zone abitate, il valore limite dell'impianto generalmente può essere rispettato senza problemi. Esiste la possibilità che il valore limite venga superato soltanto presso alcuni ristoranti di montagna o in determinate stazioni delle ferrovie di montagna che si trovano direttamente accanto ai trasmettitori. A differenza degli impianti per la telefonia mobile che devono rispettare obbligatoriamente il valore limite dell'impianto, per i trasmettitori televisivi le autorità possono accordare delle deroghe in casi eccezionali motivati.

Televisione

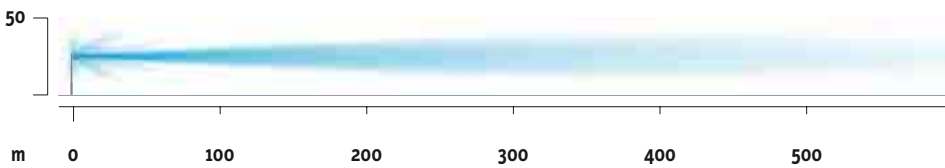
La maggior parte dei programmi televisivi in Svizzera viene ricevuta via cavo o satellite. I programmi della Televisione svizzera vengono però diffusi anche mediante trasmettitori terrestri. A tal fine si utilizzano frequenze che in parte rientrano nel campo delle OUC (47–68 MHz e 174–230 MHz) e in parte sono superiori (470–862 MHz).

DVB-T: alla fine del 2001 anche per la televisione è iniziato il passaggio dalla tecnica di trasmissione analogica convenzionale al sistema digitale DVB-T. L'acronimo sta per Digital Video Broadcasting-Terrestrial (televisione digitale terrestre). I vantaggi di questa tecnica sono la migliore qualità dell'immagine e dell'audio nonché la possibilità di trasmettere anche dati supplementari. Inoltre il sistema DVB-T utilizza poche frequenze: in questo modo su un canale televisivo analogico tradizionale, a seconda della qualità desiderata, è possibile trasmettere contemporaneamente da due a sei programmi digitali.

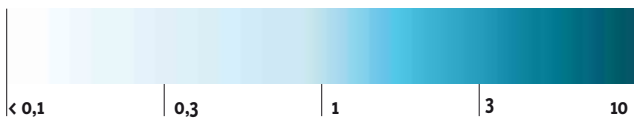


La città di Zurigo viene coperta dal vicino trasmettitore dell'Uetliberg. Poiché la maggior parte dei trasmettitori televisivi si trovano su montagne e colline, le zone abitate non sono quasi mai interessate da forti radiazioni.

Ponti radio



Rappresentazione schematica delle radiazioni di un impianto di ponte radio. Il valore rappresentato dai colori è illustrato dalla scala sottostante.



Scala dell'intensità del campo elettrico in volt al metro (V/m).

Ponti radio in Svizzera

In Svizzera esiste una rete nazionale di ponti radio con distanze tipiche comprese fra i 50 e i 70 km fra le antenne di trasmissione e di ricezione. Queste distanze vengono coperte con frequenze che vanno da 4 a 13 gigahertz (GHz). Le antenne paraboliche impiegate hanno un diametro che raggiunge alcuni metri e sono spesso installate su torrette alte in luoghi esposti come le colline.

Oltre alla rete nazionale vengono realizzati sempre più frequentemente dei collegamenti con ponti radio per distanze brevi. Essi servono ad esempio per collegare le stazioni di base della telefonia mobile con le centrali. Per coprire le distanze brevi di alcune centinaia di metri fino ad alcuni chilometri si utilizzano frequenze comprese fra 18 e 38 GHz. Le antenne paraboliche impiegate in quest'ambito hanno un diametro ridotto di alcune decine di centimetri.

Radiazioni concentrate

Le antenne paraboliche focalizzano le radiazioni in modo da concentrarle in uno stretto raggio che si propaga in rettilineo fra l'antenna di trasmissione e quella di ricezione. A causa di questa forte concentrazione i trasmettitori dei ponti radio possono funzionare con potenze di trasmissione molto più basse rispetto a quelli radiotelevisivi. Per le lunghe distanze sono sufficienti in generale alcune centinaia di milliwatt (mW) per frequenza, mentre per

quelle brevi bastano dai 10 ai 100 mW. I ponti radio di norma non trasmettono ad impulsi ma in modo continuo e con una potenza costante.

Nonostante la forte concentrazione iniziale, il raggio direzionale nel suo percorso dall'antenna di trasmissione a quella di ricezione si allarga progressivamente. A destinazione perciò viene irradiata una superficie decisamente maggiore di quella dell'antenna parabolica. Maggiore è la distanza fra i due impianti, più grande è anche la superficie irradiata.

Oltre al raggio principale le antenne paraboliche generano anche una serie di radiazioni secondarie, detti lobi laterali, nettamente più deboli. Poiché queste escono dall'impianto con un'angolazione diversa rispetto al raggio principale, possono colpire anche il territorio adiacente e sottostante l'antenna. Le misure effettuate in prossimità di un potente impianto di trasmissione della rete di ponti radio nazionale hanno rilevato delle radiazioni disperse comprese fra 0,03 e 0,15 volt al metro (V/m). Se nell'area vicina ad un'antenna di trasmissione per ponte radio sono presenti immissioni misurabili, significa che esse provengono da questi lobi laterali.

Valori limite relativi ai ponti radio

Gli impianti di ponte radio fissi rientrano nel campo d'applicazione dell'ORNI. Essi devono rispettare i valori limite d'immissione, fatto che generalmente avviene



Queste antenne di ponte radio sullo Jakobshorn (GR) collegano delle stazioni di base per la telefonia mobile con una centrale telefonica poco distante.

senza problemi. Eventuali superamenti dei valori limite possono verificarsi soltanto se qualcuno si trova nelle immediate vicinanze dell'antenna e sulla traiettoria del raggio principale d'emissione. Poiché in questo caso il corpo umano indebolirebbe fortemente o interromperebbe il collegamento via ponte radio, queste situazioni in pratica sono indesiderate per motivi d'esercizio. Le antenne dei ponti radio vengono perciò installate in zone sopraelevate e se necessario recintate in modo che nessuno possa interferire con il raggio direzionale. In questo modo sono sicuramente rispettati anche i valori limite d'immissione. Per gli impianti dei ponti radio l'ORNI non definisce un valore limite dell'impianto.

Ponti radio

I collegamenti via ponte radio vengono impiegati per la trasmissione senza filo di conversazioni telefoniche, dati e programmi radiotelevisivi fra due punti con collegamento a vista diretto. Essi fungono da supporto e da completamento alla trasmissione delle informazioni attraverso le reti via cavo. Soprattutto in zone topograficamente complesse la loro installazione è molto più semplice ed economica rispetto alle linee di cavi. I ponti radio sono composti da due antenne paraboliche sia per la trasmissione che per la ricezione.

Radio amatoriale

In Svizzera esistono circa 5'000 radioamatori, in tutto il mondo sono più di un milione. I loro impianti radio si trovano per lo più in abitazioni private. È però possibile utilizzarli a partire da un'automobile, da un'imbarcazione o da un aereo. Per la radio amatoriale sono disponibili numerose frequenze fra le onde medie e le microonde.

Le antenne sono spesso installate sul tetto o nelle sue dirette vicinanze. Poiché l'hobbistica e la sperimentazione costituiscono parte integrante di questa attività del tempo libero, esistono tipologie molto diverse di antenne. Per le basse frequenze vengono generalmente impiegate delle antenne di filo fisse. Chi invece utilizza le frequenze più elevate delle onde corte, impiega degli emettitori verticali e delle antenne direzionali. Nel campo delle onde ultracorte e delle microonde si utilizzano antenne direzionali, emettitori verticali e specchi parabolici.

A differenza degli impianti radiotelevisivi o delle antenne per la telefonia mobile, gli impianti radioamatoriali non sono in funzione in modo permanente e non emettono radiazioni costanti ma soltanto durante la trasmissione. La concessione consente una potenza di trasmissione massima di 1000 watt (W). In pratica però gli impianti sono spesso predisposti per una potenza massima di 100 W.

Poiché le antenne si trovano spesso in zone abitate, le loro distanze rispetto alle altre abitazioni sono relativamente brevi. Perciò questi impianti in funzione possono essere i maggiori responsabili delle immmissioni di radiazioni ad alta frequenza nelle loro immediate vicinanze.



A causa delle tante tipologie disponibili, le antenne per la radio amatoriale possono avere aspetti molto diversi fra loro. Qui è rappresentata una cosiddetta antenna Yagi.

Valori limite relativi agli impianti radioamatoriali

Gli impianti radioamatoriali devono rispettare i valori limite d'immissione dell'ORNI, che a seconda della frequenza sono compresi fra 28 e 87 V/m. Non deve essere rispettato un valore limite dell'impianto se la durata di funzionamento è inferiore alle 800 ore l'anno. Poiché si tratta di applicazioni per il tempo libero questo limite è quasi sempre rispettato. Se eccezionalmente un impianto trasmette per una durata superiore, deve rispettare un valore limite dell'impianto nei luoghi ad utilizzazione sensibile. Tale valore corrisponde a 8,5 V/m per i trasmettitori su onde lunghe e medie e 3,0 V/m per tutte le altre ban-

de di frequenza. I Cantoni o i Comuni sono responsabili dell'esecuzione dell'ORNI per quanto riguarda gli impianti radioamatoriali.



Apparecchi per radioamatori.

Frequenze per la radio amatoriale

Designazione della banda di frequenza	Frequenze impiegate in Svizzera per la radio amatoriale
Onde lunghe	135,7 – 137,8 kHz
Onde medie	1,81 – 2 MHz
Onde corte	diverse bande di frequenza comprese fra 3,5 e 29,7 MHz
Onde ultra corte	50 – 52 MHz 144 – 146 MHz
Microonde	diverse bande di frequenza comprese fra 430 MHz e 250 GHz

Le applicazioni radio sono in costante aumento non solo all'aperto ma anche nelle nostre abitazioni. Fra queste figurano ad esempio i telefoni senza filo, le cuffie senza cavi, i babyphone o le stazioni WLAN per l'accesso ad Internet senza filo. Sebbene tutti questi apparecchi funzionino con una potenza di trasmissione relativamente ridotta, possono però essere la fonte principale di radiazioni ad alta frequenza negli ambienti interni. Per ridurre al minimo le immissioni, questi apparecchi radio dovrebbero essere tenuti ad una distanza adeguata dai luoghi dove si soggiorna a lungo come il letto, il divano, la scrivania o la stanza dei bambini.

Impianti radio negli edifici > p. 53

Telefoni senza filo > p. 53

Dati tecnici relativi ai telefoni senza filo > p. 53

Immissioni calcolate delle stazioni di base DECT > p. 53

Reti senza filo - WLAN > p. 54

Potenze di trasmissione > p. 54

Dati tecnici relativi alle reti WLAN > p. 54

Immissioni misurate delle reti WLAN > p. 54

Bluetooth > p. 55

Dati tecnici relativi a Bluetooth > p. 55

Immissioni calcolate di Bluetooth > p. 55

Babyphone > p. 55

Dati tecnici relativi ai babyphone collegati via radio > p. 55

Sempre più minitrasmettitori anche nelle abitazioni

Impianti radio negli edifici

Le antenne della telefonia mobile, i trasmettitori radiotelevisivi e gli altri impianti radio all'aperto non sono le uniche fonti di radiazioni ad alta frequenza. Anche all'interno degli edifici vengono impiegate sempre più applicazioni radio, come ad esempio le reti senza filo (WLAN), i telefoni cordless o i babyphone. Queste tecnologie impiegano in parte frequenze simili a quelle della telefonia mobile, in parte invece frequenze anche superiori. Funzionano con potenze di trasmissione relativamente ridotte, ma a causa della loro installazione negli ambienti interni si trovano spesso nelle immediate vicinanze di luoghi dove si soggiorna frequentemente. La maggior parte delle tecnologie funziona con radiazioni ad impulsi utilizzando modelli di trasmissione ad impulsi molto differenti fra loro.

Telefoni senza filo

I telefoni senza filo sono composti da una stazione di base collegata alla rete fissa e da una o più parti mobili per telefonare senza filo. Gli apparecchi oggi comunemente utilizzati si basano sullo standard DECT e funzionano in un campo di frequenze compreso fra 1880 e 1900 MHz. DECT sta

per «Digital Enhanced Cordless Telecommunications».

Il segnale dei telefoni DECT viene emesso con impulsi di 100 Hz. La potenza irradiata durante un impulso è di 250 milliwatt (mW) e nella media temporale è di 10 mW. Essa è pertanto inferiore a quella di un telefono cellulare GSM in pessime condizioni di ricezione, che in questo caso utilizza una potenza ad impulsi di 1000 o 2000 mW o una potenza media di 125 o 250 mW. A differenza del telefono senza filo però, il cellulare adatta la sua potenza di trasmissione alle condizioni di ricezione, e in condizioni ottimali è in grado di ridurla fino a 1000 volte.

La potenza di trasmissione delle stazioni di base DECT ammonta nell'impulso sempre a 250 mW e nella media temporale a 10 mW per ogni parte mobile collegata alla stazione di base. In commercio sono disponibili stazioni di base DECT che comprendono fino a sei ricevitori telefonici.

Mentre questi ultimi emettono radiazioni soltanto durante una conversazione, la stazione di base DECT le emette in modo permanente, quindi anche quando non si telefona, con una potenza media di trasmissione di 2,5 mW. Per ridurre le emissioni, si consiglia di tenere la stazione di base il più lontano possibile dai luoghi dove si soggiorna a lungo, quindi non in prossimità di letti, divani o scrivanie.

Come alternativa ai telefoni DECT esistono pochi modelli senza filo che funziona-

no secondo lo standard CT1+. In questo caso la stazione di base trasmette soltanto durante una conversazione e il segnale di trasmissione non è ad impulsi. Le frequenze utilizzate da tali modelli dalla fine del 2005 verranno tuttavia assegnati alla telefonia mobile. Pertanto, in condizioni svantaggiose non dovrebbe più essere possibile telefonare senza disturbi. I telefoni CT1+, invece, che disturbano le comunicazioni della telefonia mobile, dovranno essere messi fuori servizio.

Immissioni calcolate delle stazioni base DECT

Distanza dalla stazione base DECT	Intensità calcolata del campo elettrico (media temporale) (fonte: UFCOM)
0,5 m	0,7 – 4,9 V/m
1,5 m	0,2 – 1,6 V/m
3 m	0,1 – 0,8 V/m
7 m	0,05 – 0,4 V/m

Dati tecnici relativi ai telefoni senza filo

	DECT Stazione base	DECT Parte mobile	CT1+ Stazione base	CT1+ Parte mobile
Frequenza	1880 – 1900 MHz	1880 – 1900 MHz	930 – 932 MHz	885 – 887 MHz
Impulsi	100 Hz	100 Hz	nessuno	nessuno
Potenza massima di trasmissione	250 mW	250 mW	10 mW	10 mW
Potenza media di trasmissione durante la conversazione	10 mW	10 mW	10 mW	10 mW
Potenza media di trasmissione senza conversazione	2,5 mW	0 mW	0 mW	0 mW
Stato di trasmissione	trasmette in permanenza	trasmette solo durante una conversazione	trasmette solo durante una conversazione	trasmette solo durante una conversazione
Portata	ca. 50 m negli edifici, ca. 300 m all'aperto			



Al contrario degli apparecchi telefonici tradizionali, i telefoni senza filo DECT e le loro stazioni base emettono radiazioni ad impulsi.

Reti senza filo - WLAN

WLAN significa «Wireless Local Area Network», ovvero rete locale senza filo. Questa tecnica consente di collegare fra loro diversi computer senza cavi. Allo stesso modo essa viene impiegata anche per il trasferimento dei dati verso apparecchi periferici come stampanti, scanner e proiettori. Questa tecnologia, impiegata sia all'interno di edifici sia in spazi pubblici, permette inoltre di accedere alla rete Internet o alle reti aziendali senza filo.

Hotspot: un esempio di applicazione WLAN pubblica è l'accesso ad Internet a banda larga senza filo in luoghi molto frequentati come stazioni, aeroporti, ristoranti, università, piscine all'aperto e mercati. In questi hotspot il computer portatile può collegarsi attraverso una scheda radio ad una stazione di trasmissione e ricezione fissa, collegata a sua volta ad Internet mediante un computer. Queste stazioni di base WLAN si chiamano access point. A seconda dell'hotspot l'accesso ad Internet può essere a pagamento o gratuito.

WLAN nella propria abitazione e nelle aziende: anche nella propria abitazione è possibile realizzare un accesso ad Internet senza filo mediante access point. La stazione di base WLAN in questo caso viene collegata ad Internet mediante la linea telefonica o il cavo TV. Mediante access point nelle aziende i computer e gli apparecchi periferici possono collegarsi senza filo non solo ad Internet ma anche alla rete aziendale interna (intranet).

Le applicazioni WLAN che funzionano mediante access point vengono chiamate «reti infrastrutturali». In assenza di un access point i terminali possono comunicare anche direttamente fra loro. In questo caso si parla di una «rete ad hoc».

Potenze di trasmissione

Le applicazioni WLAN funzionano in Svizzera a seconda dello standard nella banda di frequenza di 2,5 GHz o nella banda compresa fra 5,2 e 5,7 GHz.

Gli access point non trasmettono soltanto durante la trasmissione dei dati ma anche in modalità standby. Questo segnale di controllo viene inviato ad impulsi, con una frequenza compresa fra 10 e 100 hertz (Hz). Durante la trasmissione dei dati sia l'access point sia la scheda radio del computer emettono segnali ad impulsi con una frequenza elevata, che a seconda della qualità del collegamento e del numero delle stazioni coinvolte può raggiungere i 250 Hz.

Le potenze di trasmissione massime delle applicazioni WLAN, pari a 100 mW, 200 mW o 1 W, sono in qualche caso più elevate di quelle delle stazioni di base e dei telefoni DECT. Rispetto ad una stazione di base WLAN (access point), l'esposizione alle onde elettromagnetiche emesse da una scheda radio WLAN per computer è generalmente superiore poiché quest'ultima si trova più vicino alla persona.

Dati tecnici relativi alle reti WLAN

Standard	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g
Frequenza	2,4 – 2,4835 GHz	5,15 – 5,35 GHz, 5,47 – 5,725 GHz
Potenza massima di trasmissione	100 mW	200 mW – 1 W (regolazione della potenza secondo necessità)
Impulsi in modalità standby	10 – 100 Hz	10 – 100 Hz
Impulsi durante la trasmissione dati	10 – 250 Hz	10 – 250 Hz
Portata	~30 m nelle abitazioni ~300 m all'aperto	~30 m nelle abitazioni ~300 m all'aperto

Immissioni misurate delle reti WLAN

Access point in ambiente pubblico (100 mW/200 mW)	
Distanza dall'access point	Intensità massima misurata del campo elettrico
1 m	0,7 – 3 V/m
2 m	0,4 – 1,5 V/m
5 m	0,1 – 0,7 V/m
10 m	0,05 – 0,4 V/m

Access point nell'abitazione (100 mW/200 mW)	
Distanza dall'access point	Intensità massima misurata del campo elettrico
1 m	0,7 – 1,3 V/m
5 m	0,1 – 0,3 V/m

Schede radio WLAN per computer (100 mW/200 mW)	
Distanza dalla scheda WLAN	Intensità massima misurata del campo elettrico
50 cm	1,1 – 4,9 V/m
1 m	0,7 – 2,8 V/m



Gli impianti fissi WLAN negli spazi aperti al pubblico devono rispettare i valori limite d'immissione dell'ORNI. Essendo le loro potenze di trasmissione ridotte, i valori vengono sempre rispettati. Diversamente da quanto avviene per le stazioni di base della telefonia mobile, l'ordinanza non stabilisce valori limite ritenuti precauzionali per le applicazioni WLAN.

Bluetooth



Gli apparecchi Bluetooth funzionano con potenze di trasmissione relativamente deboli, pertanto anche l'elettrosmog prodotto è limitato.

Bluetooth è uno standard per la trasmissione dei dati senza filo impiegato per brevi distanze, ad esempio fra computer e stampante o fra auricolare e telefono cellulare. Si differenzia dalla tecnica WLAN per una portata più ridotta e un diverso metodo di trasmissione. Per la trasmissione dei dati Bluetooth impiega 79 canali di frequenza diversi a 2,4 GHz. Le frequenze cambiano 1600 volte al secondo, in questo modo il segnale viene inviato con impulsi a 1600 hertz.

Per gli apparecchi Bluetooth vengono impiegate tre classi di potenza massima di trasmissione: 1 mW, 2,5 mW o 100 mW. Esse sono quindi inferiori a quelle delle applicazioni DECT e WLAN.

Dati tecnici relativi a Bluetooth

Frequenza	Potenza di trasmissione	Impulsi	Portata
2,4 – 2,4835 GHz	1 mW	1600 Hz	ca. 10 m
2,4 – 2,4835 GHz	2,5 mW	1600 Hz	ca. 15 m
2,4 – 2,4835 GHz	100 mW	1600 Hz	ca. 100 m

Immissioni calcolate di Bluetooth

Potenza di trasmissione (regolazione della potenza secondo necessità)	Intensità massima del campo elettrico ad una distanza di 50 cm	Intensità massima del campo elettrico ad una distanza di 1 m
1 mW	ca. 0,4 V/m	ca. 0,2 V/m
2,5 mW	ca. 0,6 V/m	ca. 0,3 V/m
100 mW	ca. 3,5 V/m	ca. 2 V/m

Babyphone



I babyphone vengono impiegati per la sorveglianza acustica di neonati e bambini piccoli. L'apparecchio di trasmissione registra attraverso un microfono i suoni emessi dal bambino e li trasmette ad un ricevitore che li riproduce tramite altoparlante. I due apparecchi possono essere collegati fra loro mediante un proprio cavo, attraverso la rete elettrica domestica o via radio.

I babyphone collegati via radio utilizzano una frequenza di 27,8 o 40,7 MHz. Alcuni modelli trasmettono in modo permanente e producono perciò radiazioni in modo continuo, altri invece trasmettono soltanto quando rilevano un rumore. Scegliendo un apparecchio adatto, è possibile ridurre l'elettrosmog a livelli bassi.

- I babyphone che trasmettono i rumori attraverso la rete elettrica non producono un elettrosmog rilevante.
- Tra gli apparecchi collegati via radio, producono le emissioni più basse quelli che trasmettono soltanto se viene rilevato un rumore.
- Indipendentemente dal tipo di apparecchio, si consiglia di mantenere una distanza minima fra il babyphone collegato via radio e il bambino di 1,5 - 2 metri.

Dati tecnici relativi ai babyphone collegati via radio

Frequenza	Potenza di trasmissione	Portata
27,8 MHz	100 mW	ca. 400 metri
40,7 MHz	10 mW	ca. 400 metri

Antenna per la telefonia mobile	42
Apparecchi elettrici	28
Approvvigionamento elettrico	21
Asciugacapelli	31
Babyphone	55
Bluetooth	55
Campi a bassa frequenza	4
Cellulare	45
Densità di potenza	41
Effetti non termici	10
Effetti termici	10
Elettrodomestici	28
Elettronsensibilità	11
Ferrovia	34
Fornello	31
Forno a microonde	30
Frequenza	22, 41
GSM	39
Illuminazione	33
Illuminazione alogena	33
Installazioni domestiche	30
Intensità del campo elettrico	41
Intensità della corrente	22
Leucemia	7
Linee dell'alta tensione	23
Linee sotterranee	26
Luoghi ad utilizzazione sensibile	17
Microtesla	23
Misure	18
Ordinanza RNI	14
Ottimizzazione delle fasi	24
Ponte radio	50
Potenza di trasmissione equivalente	41
Radiazioni ad alta frequenza	5
Radiazioni ionizzanti	5
Radiazioni non ionizzanti	4
Radio amatoriale	51
Radiosveglia	32
Reti senza filo (WLAN)	54
Ripercussioni sulla salute	6
Schermo	32
Spettro elettromagnetico	4
Stazioni di trasformazione	27
Telefonia mobile	38
Telefono cellulare	45
Telefono senza filo	53
Tensione	22
Tram	37
Trasmettitore radiofonico	47
Trasmettitore televisivo	49
Trasmettitori radiotelevisivi	47
Trolleybus	37
UMTS	39
Valori limite	16
Valori limite dell'impianto	17
Valori limite d'immissione	16
Veicoli a corrente continua	37
Watt	41
WLAN (reti senza filo)	54

Campi a bassa frequenza: al contrario di quanto avviene per le radiazioni ad alta frequenza, il campo elettrico e magnetico nel campo di frequenze comprese fra 0 Hz e 30 kHz non sono collegati fra loro. Ecco perché si parla di campi piuttosto che di radiazioni. Le fonti di questi campi sono costituite soprattutto dalle linee di contatto ferroviarie, dalle linee dell'alta tensione, dagli altri impianti per l'approvvigionamento elettrico come le stazioni di trasformazione e le sottostazioni nonché dagli apparecchi elettrici.

Frequenza: la frequenza designa il numero di oscillazioni al secondo e viene espressa in Hertz (Hz). 1 Hz corrisponde ad un'oscillazione al secondo. In ambito radio le unità di misura comuni sono il chilohertz (1000 Hz), il megahertz (1'000'000 Hz) e il gigahertz (1'000'000'000 Hz).

Ordinanza RNI: la base dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI), in vigore dal 1° febbraio 2000, è costituita dalla legge sulla protezione dell'ambiente. Con l'ORNI la Confederazione ha inteso proteggere la popolazione dagli effetti nocivi e molesti delle radiazioni non ionizzanti.

Radiazioni ad alta frequenza: le radiazioni non ionizzanti con una frequenza compresa fra 30 chilohertz e 300 gigahertz vengono definite radiazioni ad alta frequenza. In questo caso il campo elettrico e quello magnetico sono collegati fra loro e possono diffondersi liberamente nell'ambiente come un'onda. I telefoni cellulari, diverse applicazioni radio, i radar, la radio e la televisione sfruttano questa proprietà per trasmettere le informazioni senza cavi.

Radiazioni ionizzanti: con il termine di radiazioni ionizzanti si designano le radiazioni elettromagnetiche nel campo massimo di frequenze. Esse possiedono un'energia sufficiente per rimuovere elettroni da atomi e molecole e quindi per modificare gli elementi di esseri viventi. Fanno parte delle radiazioni ionizzanti i raggi gamma e i raggi X.

Radiazioni non ionizzanti: le radiazioni non ionizzanti non possiedono un'energia sufficiente per modificare gli elementi di esseri viventi. Esse comprendono i raggi UV, la luce visibile, le radiazioni termiche, le radiazioni ad alta frequenza nonché tutti i campi elettrici e magnetici a bassa frequenza. Le radiazioni a bassa e ad alta frequenza generate tecnicamente vengono anche designate con il termine elettrosmog.

Editore:

Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAPF)
L'UFAPF è un Ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC)

Concezione e testo:

Alexander Reichenbach,
sezione Radiazioni non ionizzanti, UFAPF

Consulenza UFAPF:

Jürg Baumann, Stefan Joss, Andreas Siegenthaler, tutti della sezione Radiazioni non ionizzanti;
Norbert Ledergerber, divisione Comunicazione

Concezione, redazione e produzione:

Beat Jordi, Bienne

Traduzione:

Sandro Corradini, Carpi (I)

Progetto grafico, illustrazioni e layout:

Beat Trummer, Bienne

Credito fotografico:

UFAPF/AURA: copertina, 2 in basso a sinistra, 2 in basso a destra, 3 in basso a sinistra, 3 al centro in basso, 3 in basso a destra, 11 in basso, 13 in alto, 14, 18, 19 al centro, 19 in basso, 28, 29, 30, 38, 40, 41, 52, 53, 54; Archivio agenzia fotografica AURA, Lucerna: copertina, 2 in alto, 3 in alto a sinistra, 3 al centro in alto, 3 in alto a destra, 6, 13 in basso, 17, 20, 26, 27, 32 in alto, 34, 37, 39, 46, 47, 49, 50; Beat Trummer, Bienne: 10, 55 a sinistra; Istituto di farmacologia e tossicologia dell'Università di Zurigo: 11 in alto; sezione Radiazioni non ionizzanti UFAPF: 19 in alto, 32 in basso, 51 in alto; www.dj4uf.de: 51 in basso, www.kenwood.de, foto per la stampa: 55 a destra.

Per ordinare la versione stampata

UFCL, Vendita di pubblicazioni federali
CH-3003 Berna
www.pubblicazionifederali.admin.ch
N. art. 810.400.014i

Scaricare il PDF

www.bafu.admin.ch
Numero: DIV-5801-I

Nota:

Questa pubblicazione è disponibile anche in francese (DIV-5801-F) e in tedesco (DIV-5801-D).


© UFAPF 2005

Lecture consigliate

- www.ambiente-svizzera.ch
- [Pubblicazioni](#) > [Elettrosmog](#)

Link

- www.ambiente-svizzera.ch/elettrosmog
- www.bag.admin.ch/strahlen/nonionisant/d/
- www.ufcom.ch > [Radio e televisione](#)
- www.mobile-research.ethz.ch
- www.aefu.ch > [Themen](#) > [Elektrosmog](#)
- www.icnirp.de



Per maggiori informazioni:
Ufficio federale dell'ambiente,
delle foreste e del paesaggio (UFAFP)
Sezione Radiazioni non ionizzanti
3003 Berna

Tel. +41 58 462 92 49

Fax +41 58 463 03 72

E-mail: nis@bafu.admin.ch

Internet:

www.bafu.admin.ch/elettrosmog



Ufficio federale
dell'ambiente,
delle foreste e
del paesaggio
UFAFP