

*Oriana Motta
Cristian Toti*

Navigando tra le onde

Le radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti



Copyright © MMVIII
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133 a/b
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-1592-6

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: febbraio 2008

Prefazione

La pluralità e la libertà dell'informazione sono vanto delle società civili del ventesimo secolo, ottenute grazie alle possibilità offerte dallo sviluppo tecnologico; radio, televisione, internet, comunicazione mobile sono tutti mezzi divenuti parte integrante della vita quotidiana. Ma il progresso tecnologico, a fronte dei grandi successi raggiunti in molti settori, sta iniziando ad evidenziare anche alcuni aspetti negativi. La società moderna sembra non poter più fare a meno della tecnologia e di tutto ciò che essa propone; un esempio viene dalla comunicazione mobile, fenomeno di interesse di massa che, in pochi anni, ha investito gli individui di ogni fascia d'età e condizione sociale, e dalla conseguente proliferazione degli impianti di trasmissione radio. La realtà quotidiana risulta, dunque, immersa in un invisibile ambiente elettromagnetico che sembra non produrre alcun effetto nocivo, ma solo benefici; tuttavia i suoi effetti negativi sulla salute, benché non ancora pienamente indagati, non possono essere esclusi.

Il volume vuole portare un contributo stimolante ed esemplificativo della tematica suddividendo in tre parti gli argomenti trattati e sintetizzando l'informazione con estremo rigore e chiarezza. Il primo capitolo introduce il lettore ai possibili effetti biologici prodotti sugli organismi viventi dall'esposizione ai campi elettromagnetici. In questa sezione sono analizzate le

cause ed i meccanismi che possono portare a qualche condizione di detrimento della salute e riassume le principali evidenze scientifiche di alcuni studi condotti su sistemi biologici o su soggetti umani. Inoltre ampio spazio viene dato alla valutazione dei rischi associati all'esposizione ai campi elettromagnetici, processo estremamente complesso sia per il grande numero di pubblicazioni scientifiche eterogenee e quasi sempre non esaustive che afferiscono alla tematica, sia per il carattere multidisciplinare della tematica stessa. Nel capitolo successivo il libro descrive gli aspetti normativi che disciplinano la materia, particolarmente importanti in un settore scientifico che risente fortemente di interferenze economiche, politiche e culturali. Infine, non per importanza ma per scelta degli autori, sono descritti attentamente e con agili formule espositive i fenomeni fisici legati alla natura ed alla propagazione delle onde elettromagnetiche, che sono alla base del funzionamento delle stazioni radio base. Ritengo che il testo sia uno strumento di sicura utilità per chi si accosta per la prima volta all'argomento, per i contenuti e la chiarezza espositiva, e per il lettore più esperto perché si presta ad una agevole e rapida consultazione.

Prof. Mario Capunzo

*Ordinario di Igiene
Università degli Studi
Salerno*

INDICE

Premessa	1	
Effetti biologici e sanitari delle radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti		
1.	Interazione tra campi elettromagnetici non ionizzanti e materia vivente	5
2.	Effetti biologici e sanitari	6
3.	Gli effetti dei campi elettromagnetici a diverse frequenze	8
4.	Valutazione degli studi sugli effetti dei c.e.m. a bassa frequenza	10
5.	Valutazione degli studi sugli effetti dei c.e.m. a radiofrequenza e microonde	12
6.	Influenza dei c.e.m. generati da cellulari sull'attività elettrica nei meccanismi biologici	13
7.	Interazione delle radiazioni con i dispositivi magnetici	18
8.	Radioprotezione	19
9.	La percezione dei rischi connessi ai campi elettromagnetici	20
9.1	La valutazione del rischio	22
9.2	La gestione del rischio	23
9.3	La comunicazione del rischio	24
Fonti bibliografiche	28	

La normativa

1.	Fondamenti scientifici della normativa internazionale e nazionale	31
2.	Considerazioni della comunità scientifica	34
3.	Influenza della normativa e della comunicazione nella percezione del rischio	35
4.	Elenco sintetico della normativa tecnica ed amministrativa, comunitaria, nazionale e regionale in materia di radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti (in ordine cronologico)	38
5.	Competenze in materia ambientale	45
6.	L'evoluzione della normativa	46
6.1	DPCM del 23/04/1992	46
6.2	DM 381 del 10/09/1998	47
6.3	Raccomandazione n. 519 del 12/07/1999	49
6.4	Legge n. 36 del 22/02/2001	49
6.5	Le leggi regionali Campane 13 e 14 del 24/11/2001	51
6.6	Delibera della Giunta Regione Campania n. 3202 del 5 luglio 2002	55
6.7	Decreto Legislativo n. 198 del 4 settembre 2002	56
6.8	Il procedimento autorizzatorio secondo il DLgs 198/2002	57
6.9	D.M. 29 gennaio 2003	60
6.10	Deliberazione della Giunta Regione Campania n. 2006 del 30 maggio 2003	
6.11	D.P.C.M. 8 luglio 2003	61
6.12	DLgs n.259 del 1 agosto 2003	67
6.13	Sentenza della Corte Costituzionale n. 303 del 25 settembre 2003	68
6.14	Delibera della Giunta Regionale Campania n° 3864 del 30 dicembre 2003	70
	Fonti bibliografiche	70

L'inquinamento elettromagnetico

1.	Il campo elettrico ed il campo magnetico	71
2.	Il campo elettromagnetico	72
3.	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	74
4.	Principali utilizzi delle alte frequenze	77
5.	Antenne	77
5.1	Antenne per trasmissione e ricezione	77
5.2	Antenne filiformi	80
5.3	Altre antenne filiformi	81
5.4	Antenne per la telefonia cellulare	87
6	La Telefonia Cellulare	91
6.1	La storia della telefonia cellulare	91
6.2	La logica funzionale dei sistemi a celle adiacenti	92
6.3	Il problema del limite fisico delle frequenze disponibili	92
6.4	Frazionamento delle celle	93
6.5	Microcelle e picocelle	93
7.	Basse frequenza (ELF) -Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica	94
7.1	Le basse frequenze	94
7.2	Gli elettrodotti	94
7.3	Cabine di trasformazione	95
7.4	Linee di trasmissione	96
	Fonti bibliografiche	98

Premessa

Sul nostro pianeta è da sempre presente un fondo elettromagnetico naturale: sono, infatti, sorgenti di campi elettromagnetici il sole, le stelle e le scariche atmosferiche. La Terra stessa possiede un proprio campo magnetico. In realtà, ogni corpo con temperatura diversa dallo zero assoluto e, quindi, anche il corpo umano, emette una radiazione elettromagnetica il cui spettro dipende dalla sua temperatura. Tuttavia il vertiginoso sviluppo industriale e tecnologico degli ultimi anni si è accompagnato alla diffusione di dispositivi e apparecchiature, alcuni dei quali di uso quotidiano, che, in modo accidentale o per esigenze funzionali, emettono campi elettromagnetici che sono andati ad aggiungersi a quelli originariamente presenti in natura, determinando un notevole incremento del fondo elettromagnetico nell'ambiente, nelle case e nei luoghi di lavoro.

L'alterazione dei livelli naturali dei campi elettromagnetici e l'aumento dell'esposizione che ne deriva, vengono comunemente indicati col nome di "inquinamento elettromagnetico" o con l'ancora più suggestivo termine di "elettrosmog".

Esistono numerose controversie in materia di effetti da inquinamento elettromagnetico, ma è certo che il rischio va sempre valutato in funzione della frequenza dei campi, dell'intensità e della durata dell'esposizione. L'aspetto più peculiare di tale argomento è sicuramente quello dell'incertezza. Nel caso del fumo, per esempio, gli effetti nocivi sono stati più che ampiamente dimostrati cosicché, chiunque consapevolmente e responsabilmente, può scegliere o meno di fumare. Nel caso delle radiazioni non ionizzanti, la mancanza di un nesso causale certo con eventuali effetti sulla salute contribuisce a sprigionare una sorta di alone di mistero che aumenta le fobie e le psicosi delle persone che giungono, spesso, ad accusare effetti che hanno uno status prettamente psicosomatico.¹

La valutazione dei rischi sanitari associati all'esposizione ai campi elettromagnetici è un processo estremamente complesso, sia per il grande numero di pubblicazioni scientifiche eterogenee e quasi sempre non esaustive che afferiscono alla tematica,

sia per il carattere multidisciplinare della tematica stessa. Rispetto alle valutazioni di singoli ricercatori o di gruppi specialistici assumono, quindi, particolare rilevanza le valutazioni espresse da commissioni e gruppi di lavoro interdisciplinari.

Esistono studi (in vitro, in vivo, su animali ed epidemiologici)² in base ai quali si potrebbe sospettare o ipotizzare l'esistenza di effetti o patologie riconducibili ad esposizioni prolungate a campi elettromagnetici di intensità inferiore, o molto inferiore, ai limiti specificati dalle attuali norme di sicurezza. Tuttavia, le più autorevoli organizzazioni ed istituzioni internazionali come l'European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), l'International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) concordano nel ritenere che l'analisi critica complessiva della letteratura scientifica accreditata esistente non fornisca evidenze convincenti a sostegno di questi sospetti e di queste ipotesi e non giustifichi quindi l'adozione di standard di sicurezza più restrittivi di quelli vigenti. Le stesse istituzioni ammettono che questa posizione potrà essere rivista qualora emergano nuovi risultati.³

Di seguito, in dettaglio, le posizioni degli enti citati in ordine cronologico:

Cenelec ENV 50166-1 e 50166-2 (gennaio 1995):

There are reports that electromagnetic fields of lower intensity than the reference levels specified in this standard may have long-term effects on health. Currently available research however has not established adverse effects and does not provide a basis for restricting exposure.

Cenelec ENV 50166-1 (gennaio 1995):

Some epidemiological results suggest the possibility of other effects on health, including carcinogenesis, from exposure to fields at levels much lower than those given in this standard. During 1991 to 1994, several reviews of this question were carried out by

international and national. These concluded that no adverse effects of such lower-level fields had been established.

ICNIRP ⁴ (aprile 1998):

It is the view of the ICNIRP that the results from the epidemiological research on EMF field exposure and cancer, including childhood leukemia, are not strong enough in the absence of support from experimental research to form a scientific basis for setting exposure guidelines.

OMS Promemoria 183 ⁵ (maggio 1998):

Le normative sono basate su una valutazione di quegli effetti biologici le cui conseguenze per la salute siano state dimostrate. L'obiettivo del Progetto Internazionale Campi Elettromagnetici è di stabilire se gli effetti biologici che sono stati segnalati in relazione all'esposizione a campi a radiofrequenza di bassa intensità possano avere conseguenze sanitarie. Se tali conseguenze venissero scoperte, ciò potrebbe comportare una revisione dei limiti di esposizione.

IEEE C95.1 (aprile 1999):

Research on the effects of chronic exposure and speculations on the biological significance of nonthermal interactions have not yet resulted in any meaningful basis for alteration of the standard. It remains to be seen what future research may produce for consideration at the time of the next revision of this standard.

Si tratta, in parte, di opinioni (e come tali, ovviamente, opinabili) espresse da commissioni di esperti non solo di alto livello ma anche al di sopra delle parti e basate sulla revisione critica di un corpus bibliografico estremamente vasto. In tutta la cultura radioprotezionistica delle radiazioni ionizzanti e non, è ben radicato il principio precauzionale di evitare le esposizioni inutili e ridurre al "minimo ragionevolmente ottenibile" quelle inevitabili secondo il cosiddetto principio ALARA (dall'espressione inglese "*As Low As Reasonably Achievable*").

Forse, anche a causa di alcune campagne mediatiche mirate più al sensazionalismo che alla diffusione di informazioni corrette,

esiste nell'opinione pubblica una percezione distorta dei rischi e quindi una notevole apprensione nei confronti delle esposizioni ai campi elettromagnetici. A prescindere dall'esistenza di rischi concreti, tale apprensione costituisce di per sé un valido motivo per affrontare seriamente la questione. Questo punto di vista è tra i presupposti dell'International EMF Project dell'OMS. Vale, in generale, che il “rischio zero” non esiste: l'intrinseca sicurezza non può essere dimostrata a priori per nessuna tecnologia. In una situazione di incertezza, l'adozione di limiti di sicurezza sempre più bassi e di margini di cautela sempre più alti può indubbiamente apparire come un'opzione attraente. Tuttavia, nell'applicare il principio precauzionale non si può prescindere dal considerare attentamente tutti gli aspetti del problema, ovvero, da una parte, l'effettiva entità del beneficio sanitario conseguito e, dall'altra, le possibili conseguenze negative, sul piano socio-economico, dei provvedimenti presi, a causa sia delle difficoltà eventualmente frapposte all'utilizzo di tecnologie che possono risultare fondamentali per lo sviluppo, sia dell'onere finanziario del risanamento. I costi, in particolare, devono essere inquadrati nell'ottica di un utilizzo ottimale delle risorse disponibili, basato su una corretta scala di priorità e finalizzato al conseguimento della massima efficacia degli interventi. ⁶

EFFETTI BIOLOGICI E SANITARI DELLE RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE NON IONIZZANTI

1. *Interazione tra campi elettromagnetici non ionizzanti e materia vivente*⁷.

Un organismo vivente o una qualunque sua parte, come un qualsiasi corpo materiale, in presenza di campi elettromagnetici, può interagire con essi assorbendone energia. Ciò avviene mediante le forze esercitate sulle cariche elettriche da parte del campo elettrico e da quello magnetico. Per quanto riguarda le caratteristiche elettriche dei tessuti biologici il componente più significativo è l'acqua che costituisce circa il 70% del peso corporeo umano. L'acqua circonda e permea le cellule ed in essa sono disciolti ioni salini e grosse molecole organiche.

La profondità di penetrazione della radiazione elettromagnetica dipende dall'attenuazione manifestata dalla materia attraversata: maggiore è l'assorbimento per unità di spessore, minore è la profondità di penetrazione, quindi maggiore è il riscaldamento. L'assorbimento cresce all'aumentare della frequenza (sopra 10GHz l'assorbimento riguarda prevalentemente gli strati superficiali della pelle) e del contenuto d'acqua del tessuto.

Lo stesso tessuto però, in funzione della frequenza del campo incidente, può comportarsi come conduttore o come isolante:

- al di sopra di 10GHz presenta buone proprietà isolanti;
- al di sotto di 1MHz presenta buone proprietà conduttive;
- a frequenze intermedie le capacità isolanti crescono al crescere della frequenza.

Per campi a bassa frequenza, inferiori cioè ad 1MHz, il meccanismo fondamentale di interazione è l'induzione di cariche e correnti elettriche entro il corpo umano, mentre l'assorbimento di energia sotto forma di riscaldamento è prevalente per i campi a frequenza superiore.

In generale, a livello dei vari organi e apparati, l'interazione delle radiazioni non ionizzanti con la materia vivente può comportare alterazioni della struttura biologica delle cellule in modo differente in relazione al tipo di radiazione, alle modalità delle esposizioni ed alle caratteristiche biofisiche delle strutture irradiate. A differenza di quanto avviene alle basse frequenze, nel meccanismo di conduzione delle correnti all'aumentare della frequenza viene coinvolta l'intera cellula e non solo il tessuto extracellulare.

2. Effetti biologici e sanitari

Un concetto da chiarire, trattando di interazioni tra radiazioni non ionizzanti e materia vivente, è la fondamentale distinzione che esiste tra effetti biologici ed effetti sanitari. Questo aspetto è stato più volte precisato dall'OMS, che nel suo Promemoria n. 182 "Campi elettromagnetici e salute pubblica. Proprietà fisiche ed effetti sui sistemi biologici" così definisce i due effetti:

- un effetto biologico si verifica quando l'esposizione alle onde elettromagnetiche provoca qualche variazione fisiologica rilevabile in un sistema biologico;

- un effetto sanitario si verifica quando l'effetto biologico è al di fuori dell'intervallo in cui l'organismo può normalmente compensarlo, e ciò porta a qualche condizione di detrimento della salute. Tale effetto dipende dal sesso, dall'età, dal peso, dalle condizioni generali di salute, dalle caratteristiche del tessuto, dalla sensibilità individuale e anche dalle condizioni ambientali esterne, nonché dalla presenza simultanea di altri agenti nocivi.