

# Anno 1°

## **ELETTROSMOG** ( Inquinamento elettromagnetico )

Dispense preparate da :

Tiziano Guerzoni

In collaborazione con

Sergio Berti

### **ORGANIZZAZIONE DELLE DISPENSE**

- **Basi propedeutiche**
- **Effetti**

# **BASI PROPEDEUTICHE**

# Onde elettromagnetiche naturali ed artificiali

Gli esseri viventi sono da sempre immersi in onde elettromagnetiche naturali di provenienza cosmica e terrestre.

Per esempio la luce che ci giunge dal sole (radiazione ottica) è un' insieme di radiazioni elettromagnetiche che vanno dall'infrarosso al visibile fino all'ultravioletto.

Durante i temporali le scariche elettriche (fulmini) sono accompagnate dalla emissione di campi elettromagnetici.

Le radiazioni cosmiche che arrivano dallo spazio sono costituite, oltre che da particelle, da raggi gamma e raggi X, anche da onde elettromagnetiche di frequenza compresa tra le centinaia di kHz e le decine di MHz.

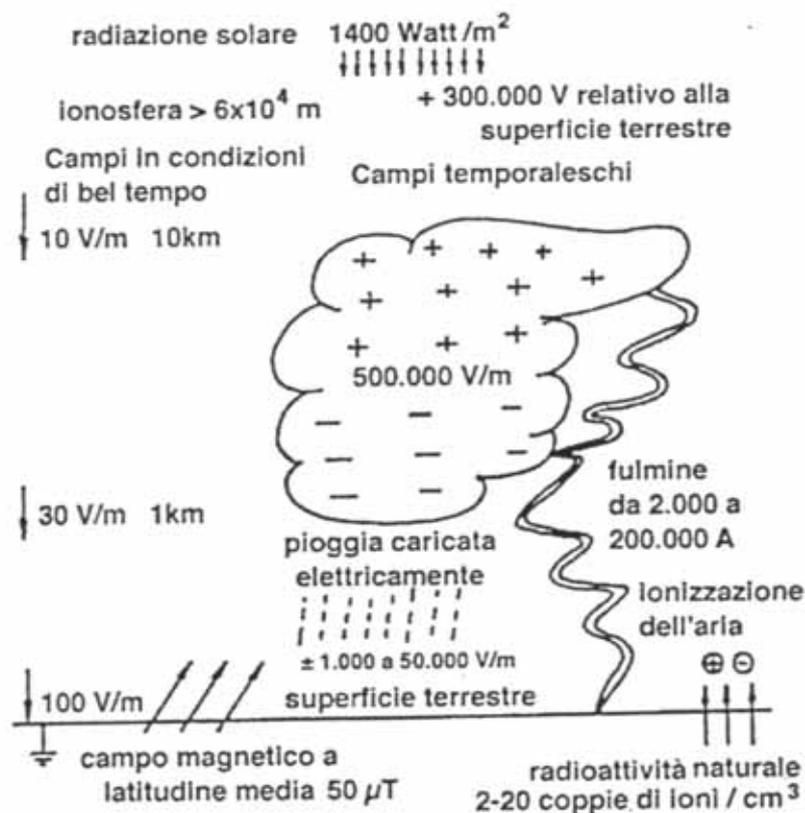
La terra genera campi elettrici e magnetici, principalmente sotto forma di campi statici. I campi elettrici sono generati dalle cariche presenti nella ionosfera (la zona dell'atmosfera alta, dove la materia si trova allo stato ionizzato).

**Vicino al suolo, il campo elettrico statico naturale si aggira intorno ai 200 volt per metro (V/m).**

**Campi molto più intensi, tipicamente di 50 kV/m, si registrano in occasione di temporali, come conseguenza dell'accumulo di cariche nello strato più basso dell'atmosfera, dove hanno sede i fenomeni meteorologici (troposfera).**

I campi magnetici terrestri si suppone siano generati dalle correnti elettriche che scorrono in profondità, all'interno del nucleo fuso della terra. La componente orizzontale del campo magnetico statico naturale, alle nostre latitudini, si aggira intorno ai 50 microtesla ( $\mu\text{T}$ ).

**i campi statici naturali non inducono correnti negli organismi viventi, come invece succede per quelli alternati.**



La produzione di elettricità è iniziata poco più di un secolo fa, nel nostro ambiente le trasmissioni radio sono apparse 70 anni fa, e in questi ultimi anni sono cresciute in maniera notevole tutte le forme di Telecomunicazione, e crescono sempre di più gli utilizzi nelle abitazioni, tanto che oggi si inizia a parlare di **inquinamento elettromagnetico**.

## INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

In breve possiamo definire inquinamento elettromagnetico una concentrazione di onde elettromagnetiche generate dalle principali sorgenti di seguito elencate:

- linee elettriche, apparecchiature domestiche,
- cellulari e antenne di radiotelefonìa, antenne radio-televisive,
- forni a microonde.
- ponti radio terrestri a varie frequenze
- ponti radio satellitari
- radar civili e militari
- sorgenti speciali varie

Quando si parla di inquinamento elettromagnetico o di **elettrosmog ( il termine elettrosmog è un termine giornalistico e meno corretto del termine inquinamento**

elettromagnetico, si leggono sui giornali e sulle riviste sigle specialistiche o dei termini particolari come :

- **Campo Elettrico Statico**
- **Campo magnetico Statico**
- **ELF**
- **RF**
- **MW**
- **IR**
- **NIR**
- **Hz**

Per una migliore esposizione dell'argomento che andremo a trattare è bene cercare di comprendere il significato delle sigle e termini sopra esposti, cercando di dare una spiegazione semplice e comprensibile anche ai non addetti ai lavori.

## **Campo Elettrico Statico**

*Principali fonti o elementi determinanti:* tensioni continue, macchinari elettrici, gabbie di Faraday e assimilabili, masse metalliche, intelaiature metalliche, variazioni meteorologiche, tappeti, tende, tappezzerie, fibre, rivestimenti in materiale sintetico, schermi

*Unità di misura:* V/m;

*Valori naturali di riferimento:*

livello medio all' aperto : 100 V/m;

nella foresta: 20 V/m;

in spazi aperti o sommità: 200 V/m;

con vento Fohn: 500-5.000; con temporale: 2.000-20.000.

*Soglia di attenzione o livello di riferimento:* si ritengono accettabili valori inferiori a 500 V/m.

A scopo preventivo, si ritiene comunque consigliabile non superare i

**200 V/m**

# Campo Magnetico Statico

**Principali fonti o elementi determinanti:** campo magnetico terrestre e anomalie relative, masse e parti metalliche, arredo, apparecchiature, correnti continue.

**Tipologie e tecniche di rilevamento:** Misura delle variazioni d'intensità di flusso del campo magnetico; determinazione della deviazione dell' ago della bussola.

**Unità di misura:** nT; °gradi

**Valori naturali di riferimento:** livello medio centro Europa:  
**40.000-50.000 nT**

**Soglia di attenzione o livello di riferimento:** si ritengono accettabili come variazioni di campi magnetici statici ( a livelli di corpo umano ) valori inferiori a 2000 nT. A scopo preventivo, si ritiene comunque consigliabile non superare variazioni di

**1000 nT**

# ELF

( Extremely low frequency - frequenze estremamente basse)

## ***CAMPO ELETTRICO ALTERNATO***



***Principali fonti o elementi determinanti:*** tensioni elettriche alternate causate da elettrodotti, stazioni di trasformazione, apparecchiature, cavi, impianti elettrici e utilizzatori.

***Unità di misura:*** V/m;

***Range di frequenza:*** da 0 Hz fino a 3 KHz.

***Soglia di attenzione o livello di riferimento.*** Si ritengono accettabili valori inferiori a 25 V/m . A scopo preventivo si ritiene comunque consigliabile non superare i

***5 V/m (intensità di campo elettrico)***

***100 mV ( tensione indotta corporea )***

# ELF

(Extremely low frequency - frequenze estremamente basse)

## ***CAMPO MAGNETICO ALTERNATO***



***Fonti o elementi determinanti:*** correnti elettriche alternate causate da elettrodotti, stazioni di trasformazione, apparecchiature, cavi, impianti elettrici e utilizzatori.

***Unità di misura:***  $\mu\text{T}$ ;

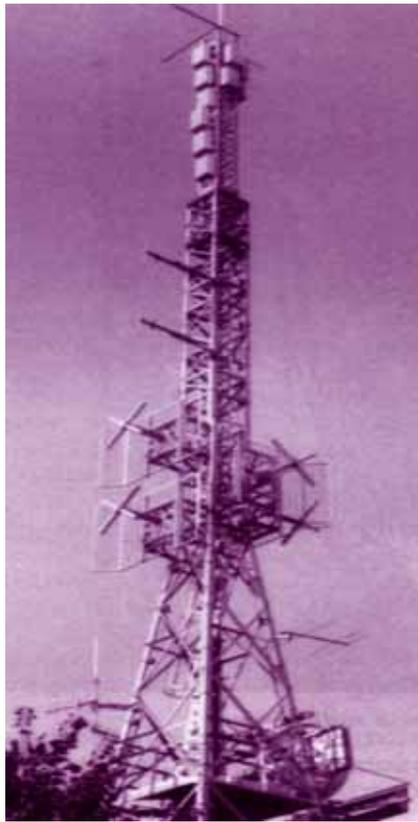
***Range di frequenza:*** da **0 Hz** fino a **3 KHz**.

***Soglia di attenzione o livello di riferimento.*** Si ritengono accettabili valori inferiori a  $0,20 \mu\text{T}$ . A scopo preventivo si ritiene comunque consigliabile non superare i

**$0,10 \mu\text{T}$**

# RF

( Radio Frrequency - Radio Frequenze )



***Principali fonti o elementi determinanti:*** emittenti radio-televisive, televisori e videoterminali, radiocomandi, lampade speciali ( fluorescenti e a risparmio energetico )

***Unità di misura:*** V/m;

***Range di frequenza :*** da **300 KHz** fino a **300 MHz**.

***Soglia di attenzione o livello di riferimento.*** Si ritengono accettabili valori inferiori a 6 V/m. A scopo preventivo si ritiene comunque consigliabile non superare i

***2 V/m (intensità di campo elettrico)***

# MW

( Micro Wave - Micro onde )



**Principali fonti o elementi determinanti:** Radar civili e militari, rete per telefonia cellulare, telecomunicazioni satellitari, forni a microonde.

**Unità di misura:** V/m;

**Range di frequenza :** da 300 MHz fino a 300 GHz.

**Soglia di attenzione o livello di riferimento.** Si ritengono accettabili valori inferiori a 6 V/m. A scopo preventivo si ritiene comunque consigliabile non superare i

**2 V/m (intensità di campo elettrico)**

# IR - NIR

**IR** - sta per radiazioni ionizzanti

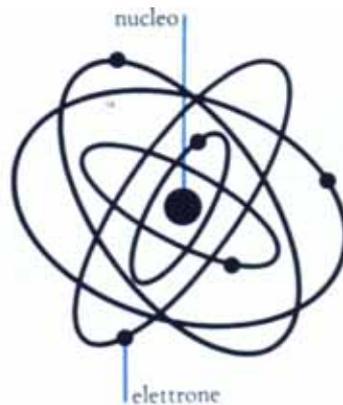
**NIR** - sta per radiazioni non ionizzanti

## Cosa significa radiazioni ionizzanti ?

Ritorniamo ad un breve concetto che riguarda l'atomo.

l'atomo è formato da:

- nucleo centrale
- elettroni periferici



4. Il modello planetario di Rutherford: il nucleo carico positivamente è al centro delle orbite degli elettroni periferici.

**L'atomo diventa ione se acquista o perde uno o più elettroni**, e quindi le radiazioni ionizzanti sono quelle radiazioni che colpendo l'atomo possono trasformarlo in ione, e quindi possono modificare la materia che colpiscono, variandone anche la carica relativa.

## FREQUENZA – Hz ( Hertz )

**La frequenza indica il numero di oscillazioni dell'onda elettromagnetica al secondo.**

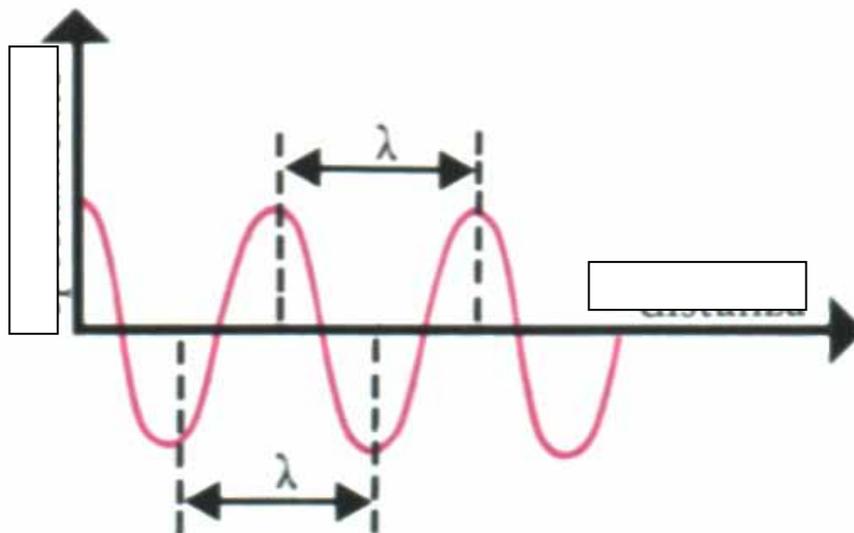
L'unità di misura è Hertz (Hz).

1Hz indica 1 oscillazione al secondo,

1 kilohertz (kHz) 1000 oscillazioni al secondo,

1 megahertz (MHz) 1.000.000 oscillazioni al secondo,

1 gigahertz (GHz) 1.000.000.000 oscillazioni al secondo.



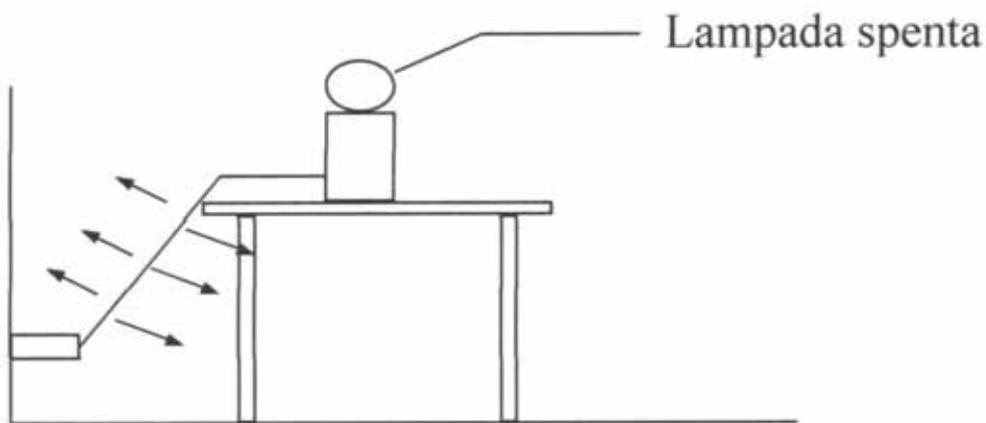
**La rete di distribuzione della corrente elettrica domestica e industriale in Europa ha una frequenza di 50 Hz.**

**La rete di distribuzione della corrente elettrica domestica e industriale negli U.S.A. ha una frequenza di 60 Hz.**

Compreso dunque, anche se in maniera molto semplice, il significato delle sigle più utilizzate, dobbiamo comprendere un concetto molto importante, in particolare per le misurazioni all'interno delle abitazioni ovvero :

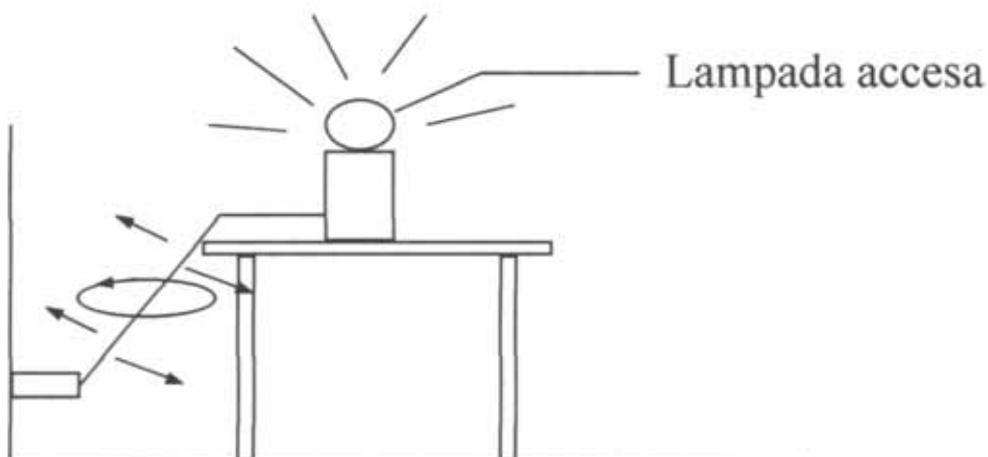
## CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico è sempre presente, anche quando gli apparecchi sono spenti, in genere il campo elettrico si misura in V/m e sottomultipli.



## CAMPO MAGNETICO

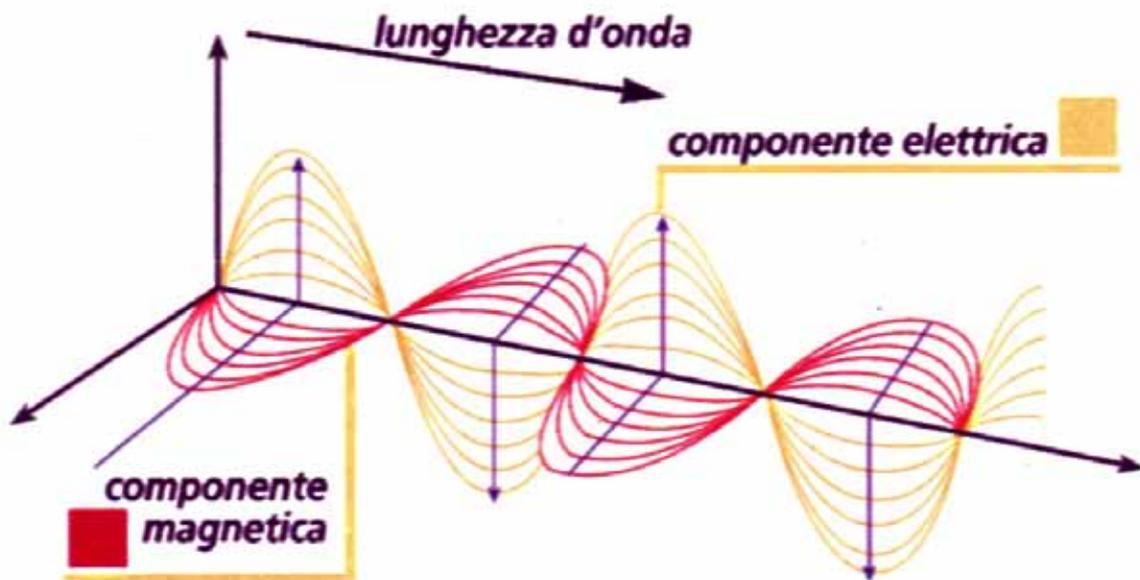
Si ha campo magnetico solamente quando l'apparecchio, la lampada, ecc. è acceso e quindi circola corrente.



## LE ONDE ELETTROMAGNETICHE

Di notevole importanza per il nostro studio è la conoscenza dei campi elettromagnetici.

Un campo elettrico variabile nel tempo produce, non istantaneamente ma dopo un certo ritardo, un campo magnetico anch'esso variabile nel tempo, quest'ultimo a sua volta dopo poco produce un altro campo elettrico variabile e così via sino alla completa attenuazione del fenomeno che può avvenire anche a distanze lontanissime. Questo concatenarsi tra campo elettrico e magnetico determina nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico, le cui componenti elettrica e magnetica giacciono su due piani perpendicolari tra loro e con la stessa fase.



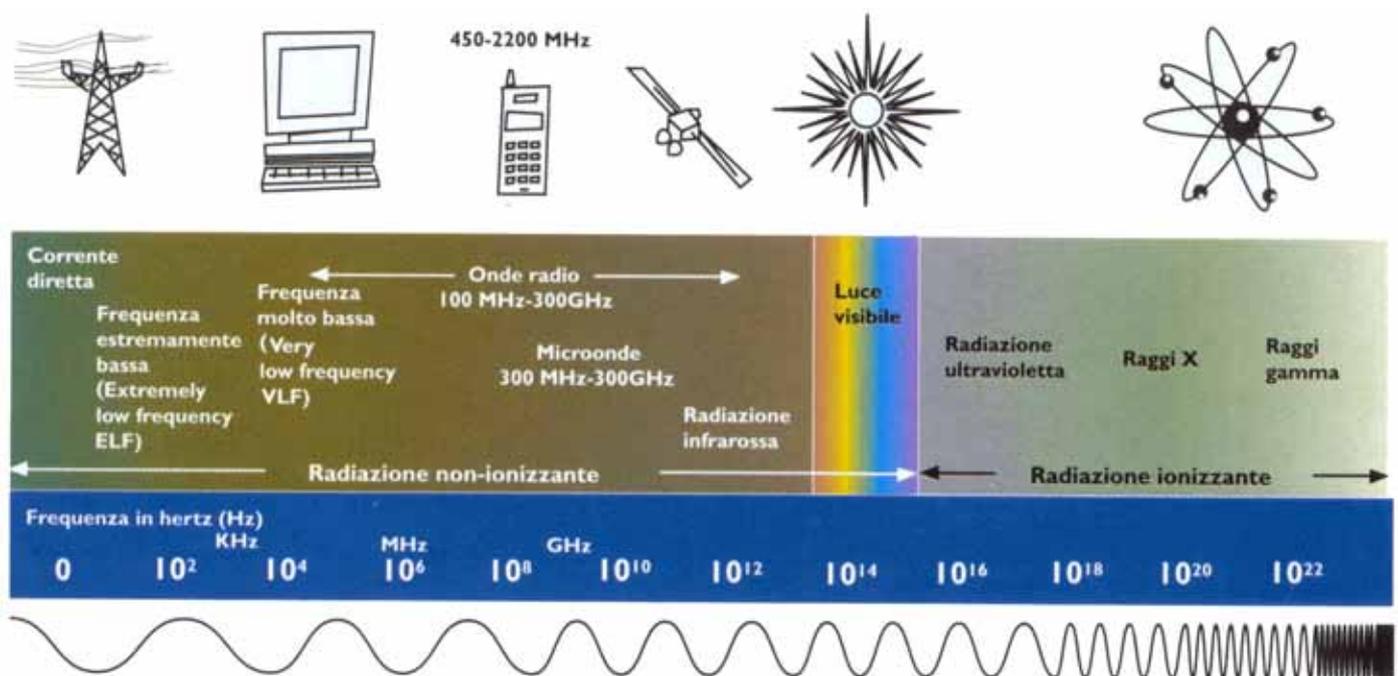
Le onde appena descritte viaggiano alla velocità della luce sia nello spazio vuoto che nell'aria, mentre in qualsiasi altro mezzo la velocità è inferiore, e proprio per la sua caratteristica intrinseca di autorigenerarsi continuamente e per l'elevata velocità può arrivare molto lontano dal punto di origine.

È utile chiarire che **nel caso dei campi ELF non si utilizza il termine “elettromagnetico”**, e ciò per il fatto che, essendo la frequenza molto bassa, le variazioni dei campi nel tempo sono talmente lente, che vengono a mancare le caratteristiche dei campi elettromagnetici, ossia la mutua generazione di campo elettrico e magnetico e quindi la capacità dell'onda di propagarsi nello spazio e nel tempo. **Questo fa sì che occorra misurare e considerare separatamente gli effetti dei due campi, che oltretutto si fanno sentire solo in una regione di spazio vicina alla sorgente.**

# SPETTRO ELETTROMAGNETICO

Dovremo ora familiarizzare con lo spettro elettromagnetico, che ritroveremo spesso in futuro.

Le radiazioni elettromagnetiche possono essere raffigurate e classificate a seconda della loro energia (frequenza) nello spettro delle radiazioni elettromagnetiche.



Lo spettro delle radiazioni elettromagnetiche. La figura mostra le diverse classi di onde elettromagnetiche ordinate per la loro energia (frequenza). Di particolare rilevanza per la nostra salute è la suddivisione in radiazioni non ionizzanti e ionizzanti.

Può essere interessante vedere lo spettro ed in particolare le NIR anche nella tabella sottostante.

DENOMINAZIONE		SIGLA	FREQUENZA	LUNGHEZZA D'ONDA
FREQUENZE ESTREMAMENTE BASSE		ELF	0 - 3kHz	> 100Km
FREQUENZE BASSISSIME		VLF	3 - 30kHz	100 - 10Km
RADIOFREQUENZE	FREQUENZE BASSE (ONDE LUNGHE)	LF	30 - 300kHz	10 - 1Km
	MEDIE FREQUENZE (ONDE MEDIE)	MF	300kHz - 3MHz	1Km - 100m
	ALTE FREQUENZE	HF	3 - 30MHz	100 - 10m
	FREQUENZE ALTISSIME (ONDE METRICHE)	VHF	30 - 300MHz	10 - 1m
MICROONDE	ONDE DECIMETRICHE	UHF	300MHz - 3GHz	1m - 10cm
	ONDE CENTIMETRICHE	SHF	3 - 30GHz	10 - 1cm
	ONDE MILLIMETRICHE	EHF	30 - 300GHz	1cm - 1mm
INFRAROSSO		IR	0,3 - 385THz	1000 - 0,78mm
LUCE VISIBILE			385 - 750THz	780 - 400nm
ULTRAVIOLETTO		UV	750 - 3000THz	400 - 100nm
RADIAZIONI IONIZZANTI		X	> 3000THz	< 100nm

<b>Servizio</b>	<b>Banda di frequenza (approssimativa)</b>	<b>Note</b>
Radio AM	500 - 1600 kHz	Radiodiffusione RAI a onde medie
TV VHF-I/II	50 - 88 MHz	Canali RAI 1
Radio FM	88 - 108 MHz	RAI e private a modulazione di frequenza
TV VHF-III	170 - 220 MHz	Canali RAI 1
TV UHF-IV/V	470 - 850 MHz	RAI 2 RAI 3 ed emittenti private
Telefonia eTACS	870 - 950 MHz	Cellulari "analogici"
Telefonia GSM	880 - 960 MHz	Cellulari digitali europei
Telefonia DCS	1710 - 1880 MHz	Cellulari "dual band"

# CORRENTE - TENSIONE - POTENZA

## TENSIONE ELETTRICA

Si misura in Volt ( abbreviato V ) quella domestica nostra è 220/230 V, nelle formule in genere è indicata con U

## INTENSITA' di corrente

Si misura in Ampere ( Abbreviato A ), nelle formule in genere è indicata con I

## POTENZA ELETTRICA

Si misura in Watt ( abbreviato W ), nelle formule in genere è indicata con P

La potenza elettrica deriva dalla formula

$$P = U \times I$$

$$1 \text{ Watt} = 1 \text{ Volt} \times 1 \text{ Ampere}$$

ad esempio una lampada ad incandescenza da 100 Watt con tensione di 230 Volt ha una intensità di corrente di

$$100/230 = 0,43 \text{ Ampere}$$

una determinata potenza può essere trasmessa con una tensione più bassa e un'intensità di corrente più alta o viceversa

**ad esempio la potenza di 100 Watt**

$$100 \text{ W} = 230 \text{ ( V )} \times 0,43 \text{ ( A )}$$

$$100 \text{ W} = 12 \text{ ( V )} \times 83 \text{ ( A )}$$

Per il trasporto di corrente a grande distanza si impiegano alte tensioni poiché la resistenza dei cavi ha conseguenze meno svantaggiose ( meno perdita di carico ) con basse intensità di corrente.

**Gli elettrodotti in Italia funzionano con tensioni da 132.000 – 220.000 – 380.000 V.**

## IMPORTANTE

**Un'alta tensione produce un forte campo elettrico**

**Un'alta intensità produce un forte campo magnetico**

**Nell'esempio sopra**

$$100 \text{ W} = 230 \text{ ( V )} \times 0,43 \text{ ( A )}$$

**Alto campo elettrico e basso campo magnetico**

$$100 \text{ W} = 12 \text{ ( V )} \times 83 \text{ ( A )}$$

**Basso campo elettrico e alto campo magnetico**

Riteniamo utile fare una breve cronistoria delle leggi a livello nazionale, per comprendere quali sono i valori di riferimento legislativo, che sono diversi da quelli evidenziati nelle schede presentate.

# LA LEGGE

**D.L. 23 Aprile 1992**

esposizione ai campi magnetici  $100 \mu\text{T}$ .

**D.m. Ministero dell'ambiente n. 381**

del 10 Settembre 1998

Esposizione radiofrequenze ( Radiofrequenze e microonde )  
 $6\text{V/m}$ .

**Legge Regione Emilia Romagna**

N. 30 del 3 1-10-2000

Esposizione ai campi elettromagnetici ( ELF )  
 $0.20\mu\text{T}$

**Legge quadro n. 36 del 22 Febbraio 2001**

non fissa limiti in attesa del decreto attuativo.

**Decreto attuativo ( legge quadro n. 36) 8 Luglio 2003 n°  
200**

Fissa limiti di  $10 \mu\text{T}$  con obiettivo di arrivare a  $3 \mu\text{T}$

**Per i dettagli si rimanda ai testi originali dei decreti e  
delle leggi sopra indicati.**