



# **Il rischio da agenti fisici negli ambienti di lavoro**

## **Valutazione dei rischi per la presenza di campi elettromagnetici**

Parma 9 giugno 2015

Relatore: Dott. Ermanno Papotti – Esperto Campi Elettromagnetici

*Centro di Servizi per la salute, igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro*

**Università degli Studi di Parma**

**[cesislav@unipr.it](mailto:cesislav@unipr.it)**

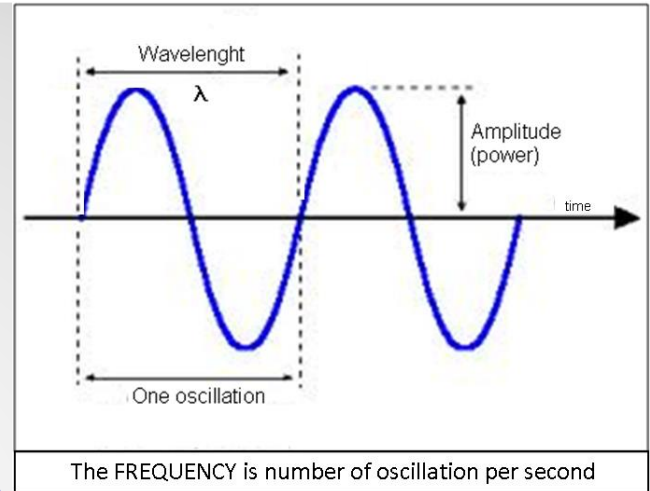
- 1. Onde e campi**
- 2. Campi statici**
- 3. Campi variabili**
- 4. Legislazione**
- 5. Esempi**

# Onde elettromagnetiche

$$E = h \cdot f$$

$h$ : costante di Planck  
 $h = 6,626\ 069 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

L'*energia* trasportata dall'onda è proporzionale alla *frequenza*.



Le radiazioni elettromagnetiche differiscono solo per la lunghezza d'onda.

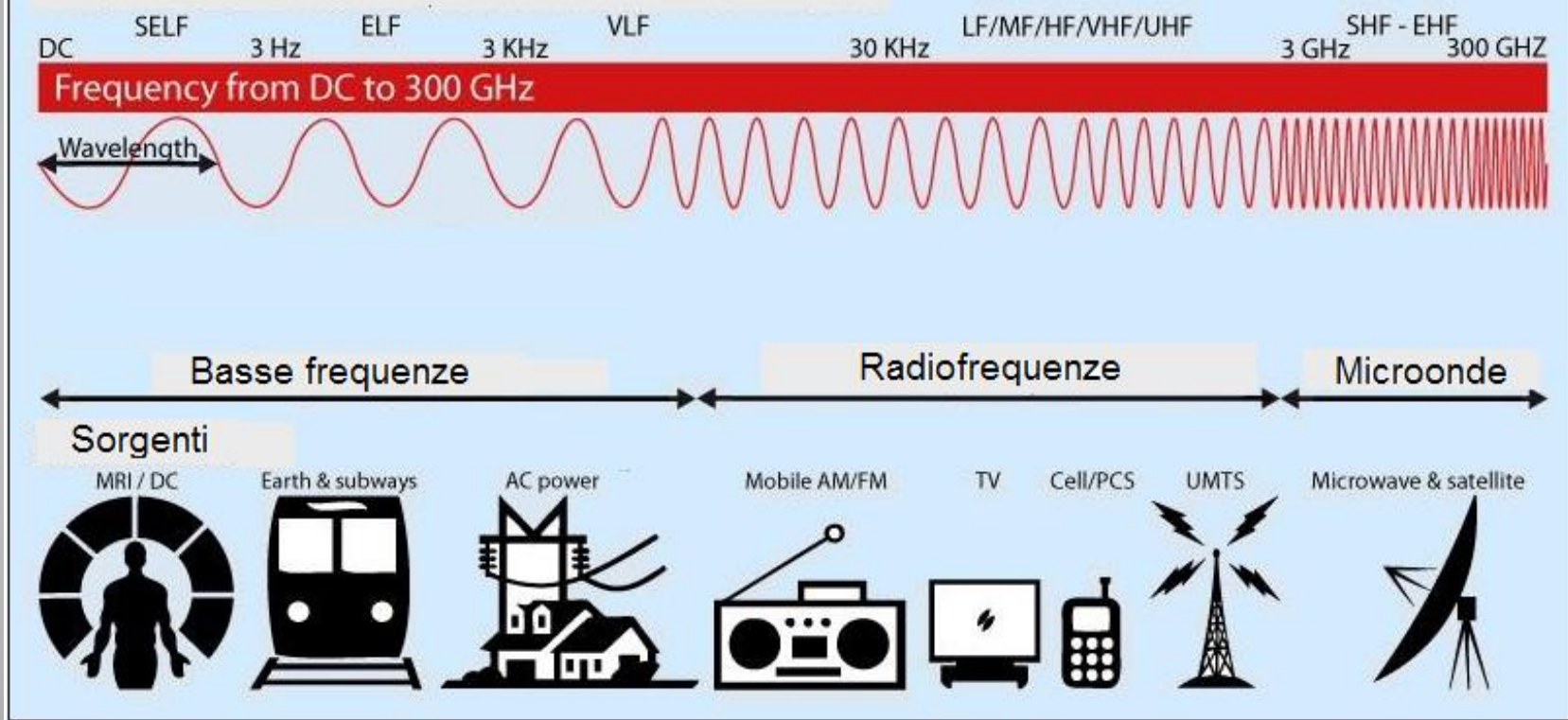
*Con questa variano le proprietà e quindi le possibilità d'impiego.*

La frequenza si misura in Hertz (Hz)

Le radio FM trasmettono da 88 a 108 MHz (distanziate di 200 kHz)

Campi elettromagnetici

# RADIAZIONI non IONIZZANTI



Campi elettromagnetici

## Origine dei campi

Tensione  $\longrightarrow$  Campo elettrico

$$E = \frac{dV}{dt}$$

Corrente  $\longrightarrow$  Campo magnetico

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_{\gamma} \frac{dl}{r^2}$$

Attorno a un filo percorso da corrente elettrica c'è un campo elettromagnetico.

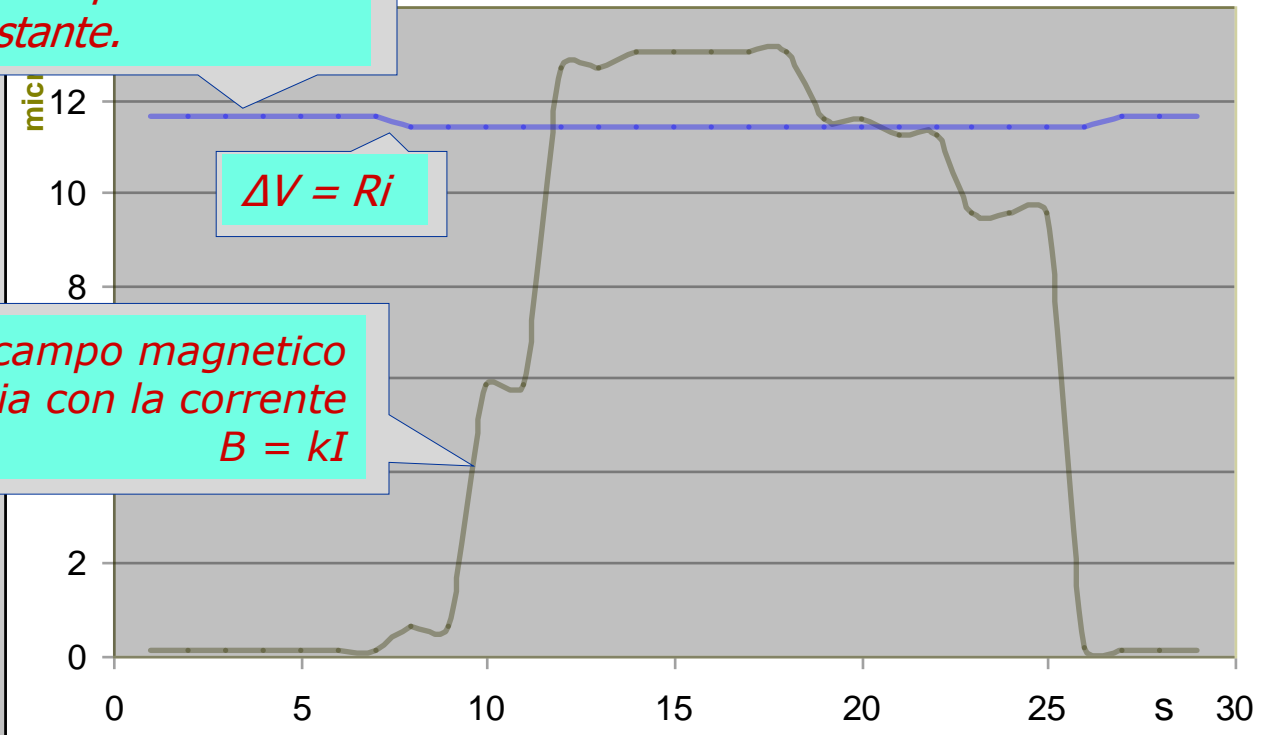
Un'antenna emette un campo elettromagnetico.

*Se una **carica elettrica è ferma** rispetto all'osservatore nel suo intorno c'è il **solo campo elettrico**.*

# Fotocopiatrice

*Il campo elettrico rimane praticamente costante.*

Esecuzione di fotocopie



$$\Delta V = Ri$$

*Il campo magnetico varia con la corrente*  
 $B = kI$

Campi elettromagnetici

## Campo vicino e Campo lontano

Dal potenziale  
magnetico vettore

$$A = \frac{\mu}{4\pi} \bar{M} \frac{e^{-\sigma r}}{r} = \frac{\mu}{4\pi} \int_V J_i \frac{e^{-\sigma r}}{r} dV$$

...

**Campo vicino:**

$$r \ll \lambda$$

$$H = \frac{M}{4\pi r^2} \hat{\varphi}$$

$$E = \frac{1}{j\omega\epsilon} \frac{\mu}{4\pi} \left( \frac{1}{r^3} \cos \vartheta \hat{r} + \frac{1}{r^3} \sin \vartheta \hat{\varphi} \right)$$

**Campo lontano:**

$$r \gg \lambda$$

$$E = j\mu \frac{M}{2\lambda} \frac{e^{-j\beta r}}{r} \sin \vartheta \hat{\varphi}$$

$$H = j \frac{M}{2\lambda} \frac{e^{-j\beta r}}{r} \sin \vartheta \hat{\varphi}$$

Misure  
separate  
per  $\bar{E}$  e  $\bar{B}$   
nel punto.

$$\frac{E}{H} = 377 \Omega$$

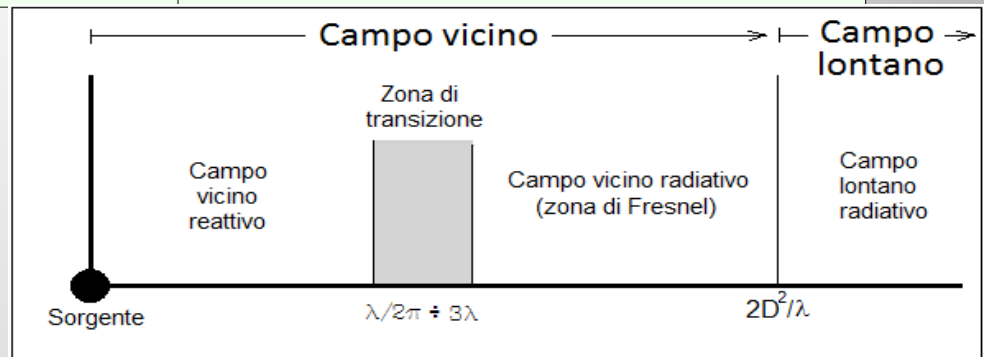
Campi elettromagnetici

## Campo vicino – Campo lontano

Frequenza	Lunghezza d'onda	Campo vicino
50 Hz	6 000 km	<i>Sempre campo vicino</i> ( $\lambda \leftrightarrow d^2/\lambda$ )
100 MHz	3 m	10 m
900 MHz	40 cm	40 cm (telefonino)
		5 m (SRB)
1 GHz	30 cm	1 m

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \tau^2} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \cdot \nabla^2 \Phi$$

$$\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$



Campi elettromagnetici



1. Onde e campi.
2. **Campi statici**
3. Campi variabili
4. Legislazione
5. Esempi

## Campi statici

Il campo statico può agire su:

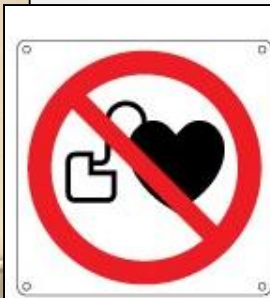
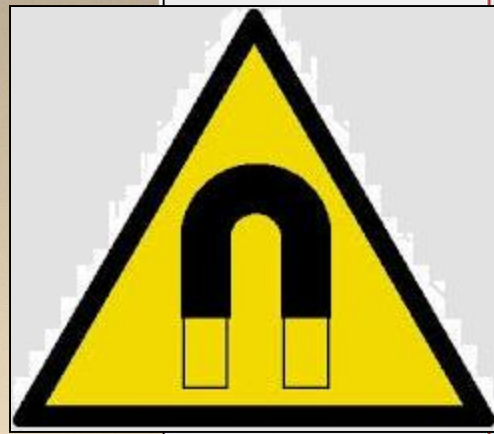
- oggetti metallici,
- particelle elettricamente cariche,
- cellule che si muovono nel sangue.

Campi di  $2 \div 3$  T possono dare:

- vertigini,
- nausea.

(Sono provocate da piccole correnti elettriche nell'organo dell'equilibrio nell'orecchio che danno al cervello informazioni diverse da quelle della visione).

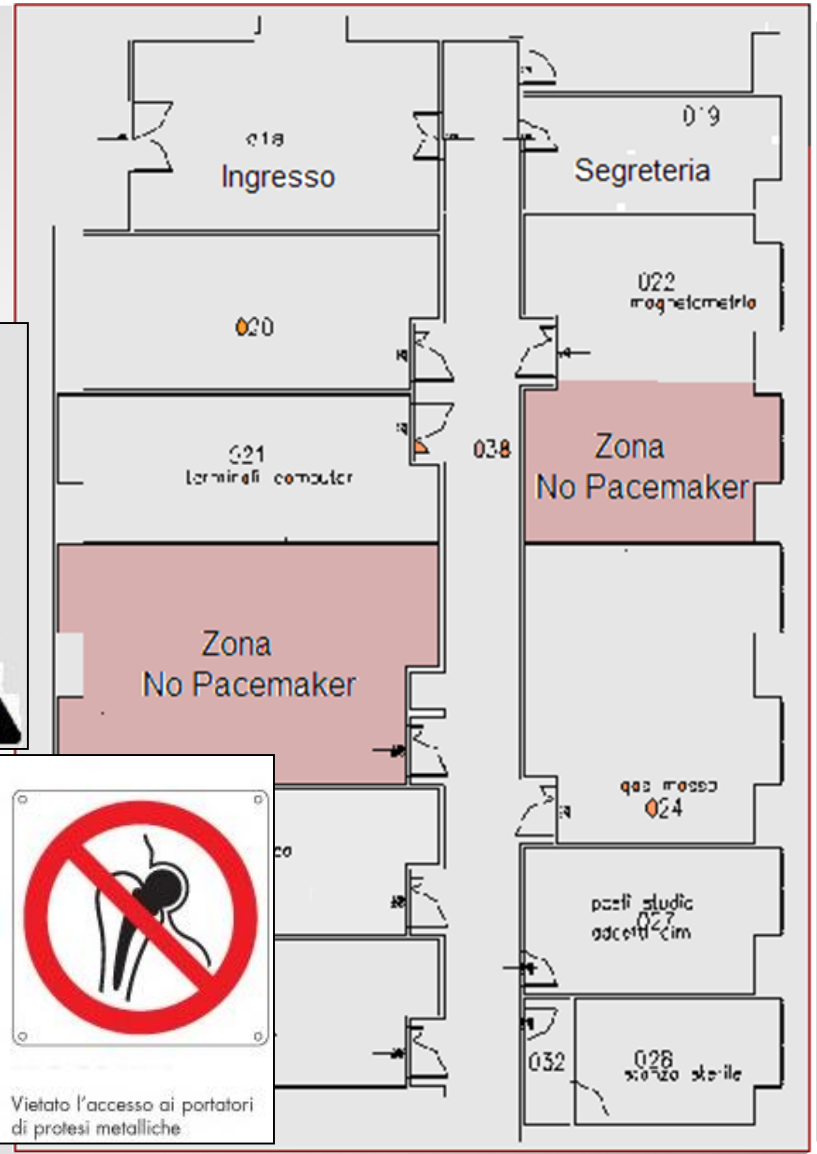
Non ci sono prove di effetti negativi dell'esposizione ai campi fino a 8 T, ad eccezione di informazioni limitate sugli effetti secondari sulla coordinazione occhio-mano e il contrasto visivo. (ICNIRP)



Vietato l'accesso ai portatori di stimolatori cardiaci attivi



Vietato l'accesso ai portatori di protesi metalliche



Campi elettromagnetici

Campi statici

1. Onde e campi.
2. Campi statici
3. **Campi variabili**
4. Legislazione
5. Esempi

## Effetti diretti

Gli **effetti diretti** (*immediati e oggettivi*): sono provocati dall'esposizione a campi di elevata intensità.

Si tratta di effetti **accertati** dalla ricerca: sono noti i **meccanismi** di azione, le **soglie** di insorgenza, le relazioni **dose-risposta**.

**EFFETTO:** l'esposizione può provocare variazioni fisiologiche in un sistema biologico.

**DANNO:** l'organismo non è in grado di compensare l'effetto biologico.

Campi elettromagnetici

Campi variabili

## **Effetti a lungo termine:**

esposizioni prolungate a campi di intensità inferiore alle soglie di insorgenza degli effetti acuti.

Per le radiazioni non ionizzanti, le evidenze di tali effetti

- sebbene non possano essere escluse,
- non sono state tuttavia accertate sul piano scientifico.

Per alcune tipologie di esposizione, esistono al momento delle evidenze non conclusive, soprattutto di tipo epidemiologico.

## Meccanismi di interazione

Le forze elettromagnetiche possono indurre:

- **spostamenti** di cariche libere (ioni) dalla loro posizione non perturbata;
- **vibrazioni** in cariche legate (elettroni in un atomo), atomi entro molecole);
- **rotazioni** di molecole dipolari, (soprattutto molecole di acqua);
- **riorientazioni** di molecole dipolari;
- **spostamento** o **rotazioni** di cellule.

## Sulla possibilità di interazione

Fenomeno	Energia di attivazione (eV)	Frequenza corrispondente (Hz) [Energia $E = hf$ ]
Rottura del legame idrogeno	0.08 - 0.2	$2.3 \cdot 10^{13} - 4.8 \cdot 10^{13}$ Infrarossi
Cambio reversibile di conformazione delle proteine	0.4	$10^{13}$ Infrarossi
Rottura del legame covalente	5	$1.2 \cdot 10^{13}$ Ultravioletto
<b>Ionizzazione</b>	<b><math>\approx 12</math></b>	<b><math>2.4 \cdot 10^{15}</math></b> <b>Ultravioletto</b>
Telefonini	//	$9.0 - 2.1 \cdot 10^9$

Campi elettromagnetici

$$E = h \cdot f \leq 12.4 \text{ eV}$$

Campi variabili



# Meccanismi di interazione

Basse Frequenze  
(ELF)

Induzione  
di correnti elettriche

Alte Frequenze  
(RF/MW)

Assorbimento di  
energia

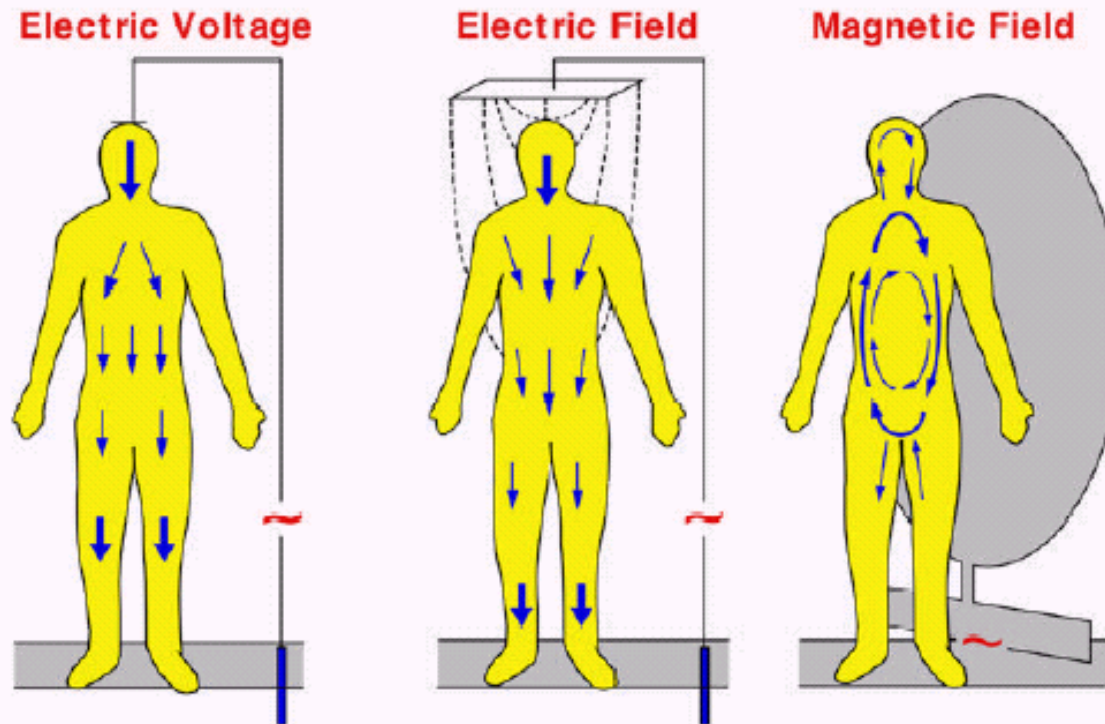
Campi elettromagnetici

Campi variabili

Fino ad 1 MHz prevale l'induzione di correnti elettriche nei tessuti elettricamente stimolabili (nervi e muscoli)

## Induzione di correnti

### THE PHYSICAL MECHANISM: INDUCTION OF ELECTRIC CURRENTS



Criterio per la protezione: mantenere le correnti indotte  $< 10 \text{ mA/m}^2$  per i lavoratori e  $< 2 \text{ mA/m}^2$  per la popolazione.

$$i \propto \frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}$$

Campi elettromagnetici

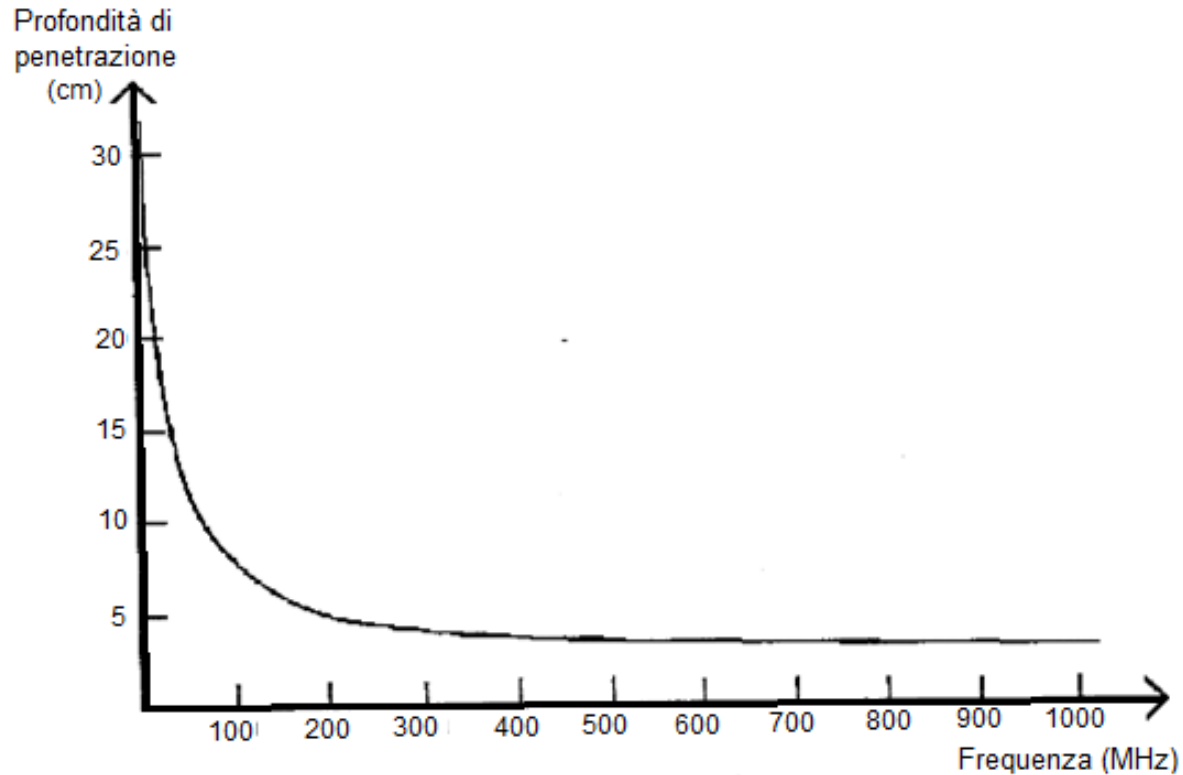
Campi variabili

## *Campo magnetico a 50 Hz*

<i>Effetto</i>	$\mu\text{T}$	<i>Conseguenze</i>
Riscaldamento dei tessuti	1.600.000	<i>Gravissime</i>
Induzione di extrasistole (rischio di fibrillazione)	130.000	
Percezione sensoriale	16.000	<i>Gravi</i>
Limite ICNIRP per popolazione (e legislazione italiana)	100	<i>Non accertate</i>
Rumore elettrofisiologico	centinaia	<i>Non accertate</i>

Si tratta di effetti a soglia: perché si verifichi la stimolazione la densità di corrente elettrica deve essere maggiore di un determinato valore. Questo permette di fissare limiti di esposizione finalizzati alla totale prevenzione di questi effetti.

**Profondità di penetrazione di un'onda piana in un dielettrico planare (con permittività uguale a quella media del corpo umano) in funzione della frequenza**



$$\nabla^2 \vec{E} - \mu\sigma \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0$$

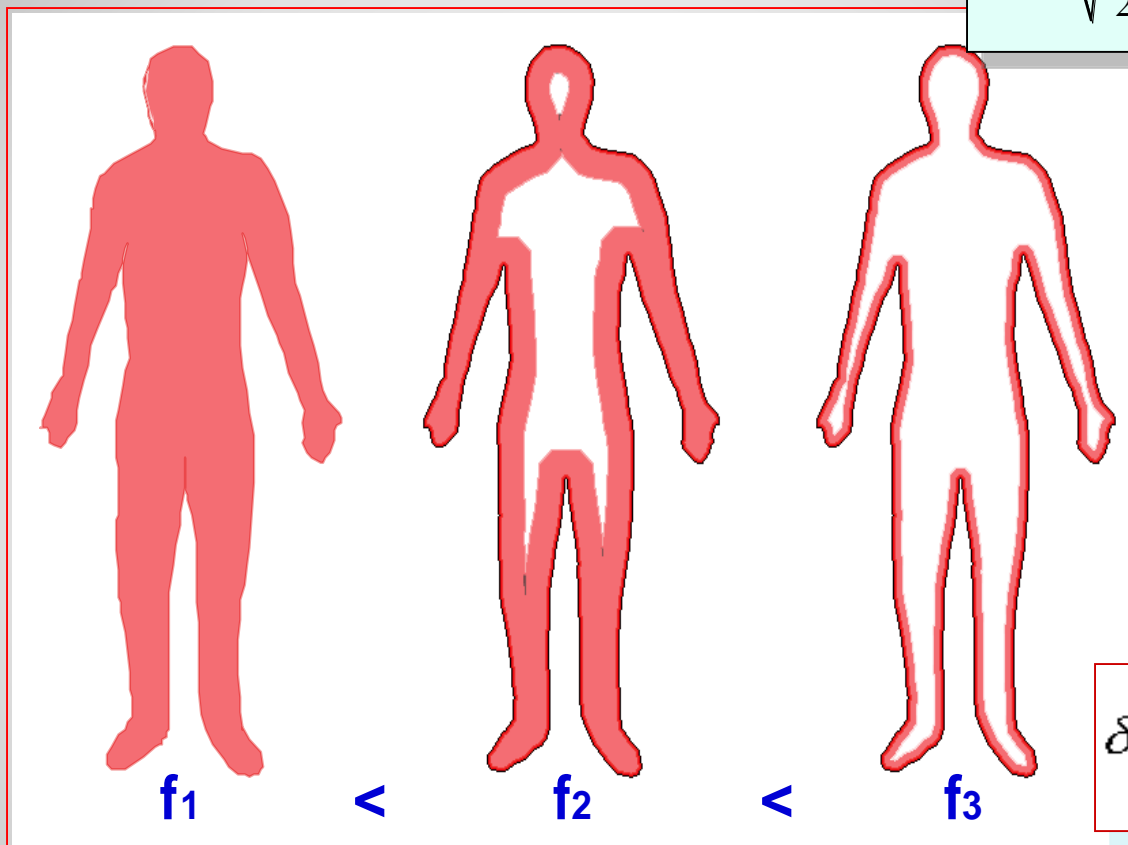
The first order derivative with respect to time in equation describes the attenuation of the wave.

Campi elettromagnetici

Campi variabili

## Profondità di penetrazione

$$\delta = \frac{c}{\omega \sqrt{\frac{\epsilon_r}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{\omega^2 \epsilon_0^2 \epsilon_r^2}} - 1 \right)}}$$



$$\delta \approx \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu_0 \sigma}}$$

L'antenna di un telefono cellulare emette campi elettromagnetici che possono penetrare 4 ÷ 6 cm nel cervello umano.

*Dimbylow PJ Mann SM. SAR calculation in an anatomically realistic model of the head ... for 900 MHz and 1.8 GHz. Phys Med Biol 1994;39;1537-44*

Campi elettromagnetici

Campi variabili

# Penetrazione nel corpo

$$\sigma \approx \omega \epsilon$$

$$\omega \epsilon_r \epsilon_o = 2\pi \cdot 13.56 \cdot 10^6 \cdot 81.07 \cdot 8.856 \cdot 10^{-12} = 1.22277$$

Penetrazione nel corpo umano				
Tessuto	Frequenza [MHz]	Conduttività [S/m]	Lunghezza d'onda [m]	Penetrazione [cm]
Muscolo	13.56	0.6282	0.99744	18.732
Muscolo	900 (GSM)	0.9429	0.04428	4.236
Muscolo	2100 (UMTS)	1.5135	0.01944	2.576
Muscolo	2450 (microonde)	0.5583	2.49710	0.466

Da Andreuccetti <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/htmlclie/htmlclie.htm>

## Effetti a lungo termine

Si è diffuso un timore molto indefinito di cancerogenicità.  
I casi che lo hanno provocato sono:

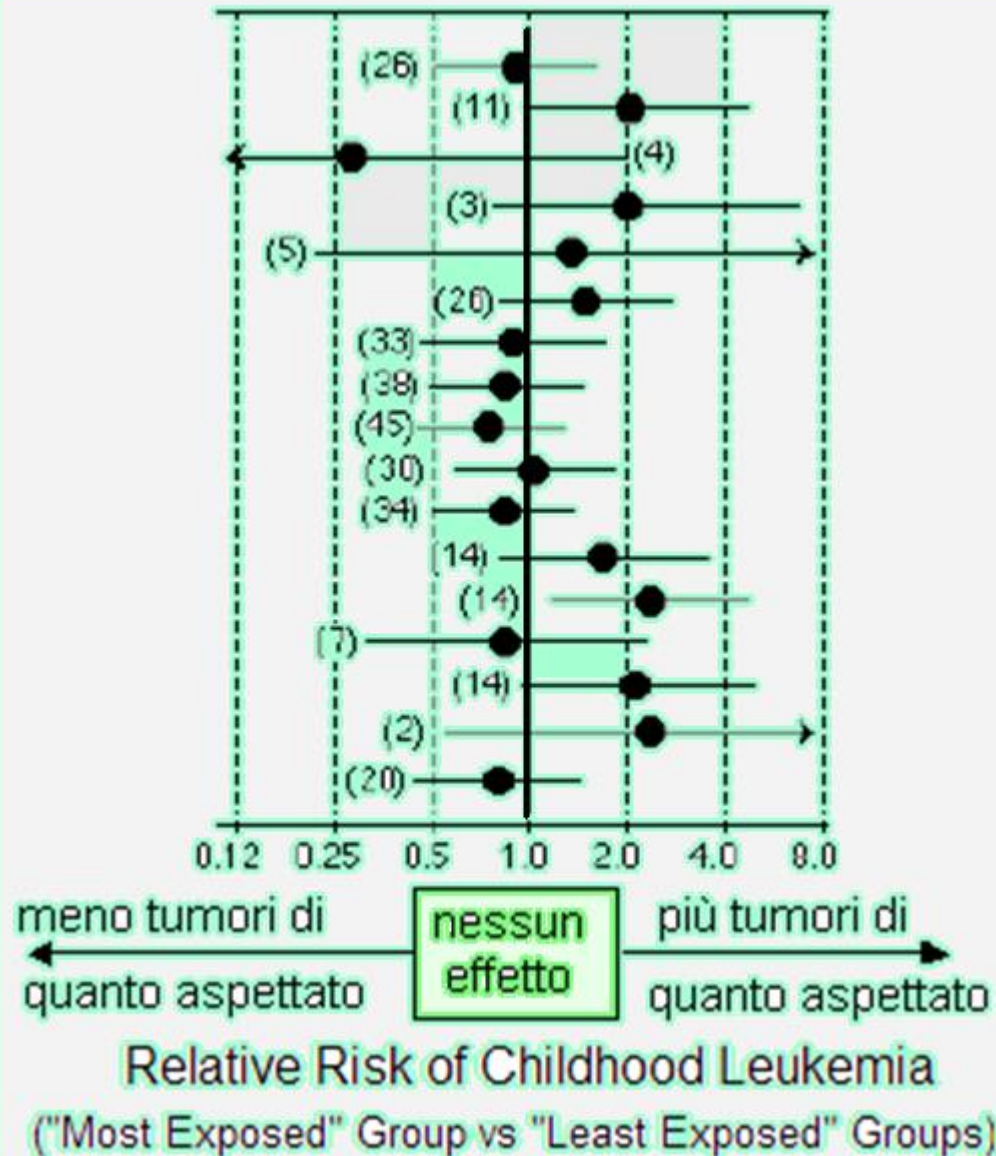
**Linee elettriche:**

**Leucemia infantile**

**Telefonini:**

**Tumori al cervello**

## 50 Hz: studi sulla leucemia infantile



Wertheimer & Leeper [ C1]

All 1980-1994 studies pooled

### 1995-1999 Studies

Very-high wire code [ C35]

Measured average  $\geq 0.4 \mu\text{T}$  [C35]

Calculated  $\geq 0.145 \mu\text{T}$  before diagnosis [ C33]

Measured average  $\geq 0.2 \mu\text{T}$  [C34]

Very-high wire code [ C43]

Very-high wire code at diagnosis [C44]

Very-high wire code 2 yrs pre-diagnosis [C44]

Measured average  $\geq 0.27 \mu\text{T}$  [C44]

Calculated  $\geq 0.27 \mu\text{T}$  2 yrs pre-diagnosis [C44]

Calculated  $\geq 0.27 \mu\text{T}$  life time [C44]

Personal monitor  $\geq 0.27 \mu\text{T}$  [C44]

Interior measured average  $\geq 0.15 \mu\text{T}$  [C45]

Exterior measured average  $\geq 0.15 \mu\text{T}$  [C45]

Very-high wire code [ C45]

Personal monitor  $\geq 0.15 \mu\text{T}$  [C46]

Measured average  $\geq 0.2 \mu\text{T}$  [C48]

Measured average  $\geq 0.2 \mu\text{T}$  [C49]

All 1995-1999 studies pooled

Campi elettromagnetici

Campi variabili



**I campi magnetici ELF**  
sono stati classificati  
come possibilmente  
cancerogeni per l'uomo,  
sulla base degli studi  
epidemiologici relativi  
alla **leucemia  
infantile.**



Recentemente  
sono state  
inserite anche le  
radiofrequenze.

**Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro  
(IARC - Istituzione specialistica dell'OMS)**

Campi elettromagnetici

Campi variabili

## Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC - Istituzione specialistica dell'OMS)

Classificazione	Agente
<b>Gruppo 1</b> <b>Cancerogeno per l'uomo</b> (normalmente in base ad una forte evidenza di cancerogenicità nell'uomo).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asbesto</li> <li>- Iprite</li> <li>- Tabacco</li> <li>- Radiazione gamma</li> </ul>
<b>Gruppo 2A</b> <b>Probabilmente cancerogeno per l'uomo</b> (normalmente in base ad una forte evidenza di cancerogenicità negli animali).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gas di scarico dei motori diesel</li> <li>- Lampade solari</li> <li>- Radiazione UV</li> <li>- Formaldeide</li> </ul>
<b>Gruppo 2B</b> <b>Possibilmente cancerogeno per l'uomo</b> (normalmente sulla base di una evidenza nell'uomo che è considerata credibile, ma per la quale non si possono escludere altre cause).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caffé</li> <li>- Cloroformio</li> <li>- Gas di scarico dei motori a benzina</li> <li>- <b>Campi magnetici ELF</b></li> <li>- <b>Campi elettromagnetici a radiofrequenza</b></li> </ul>

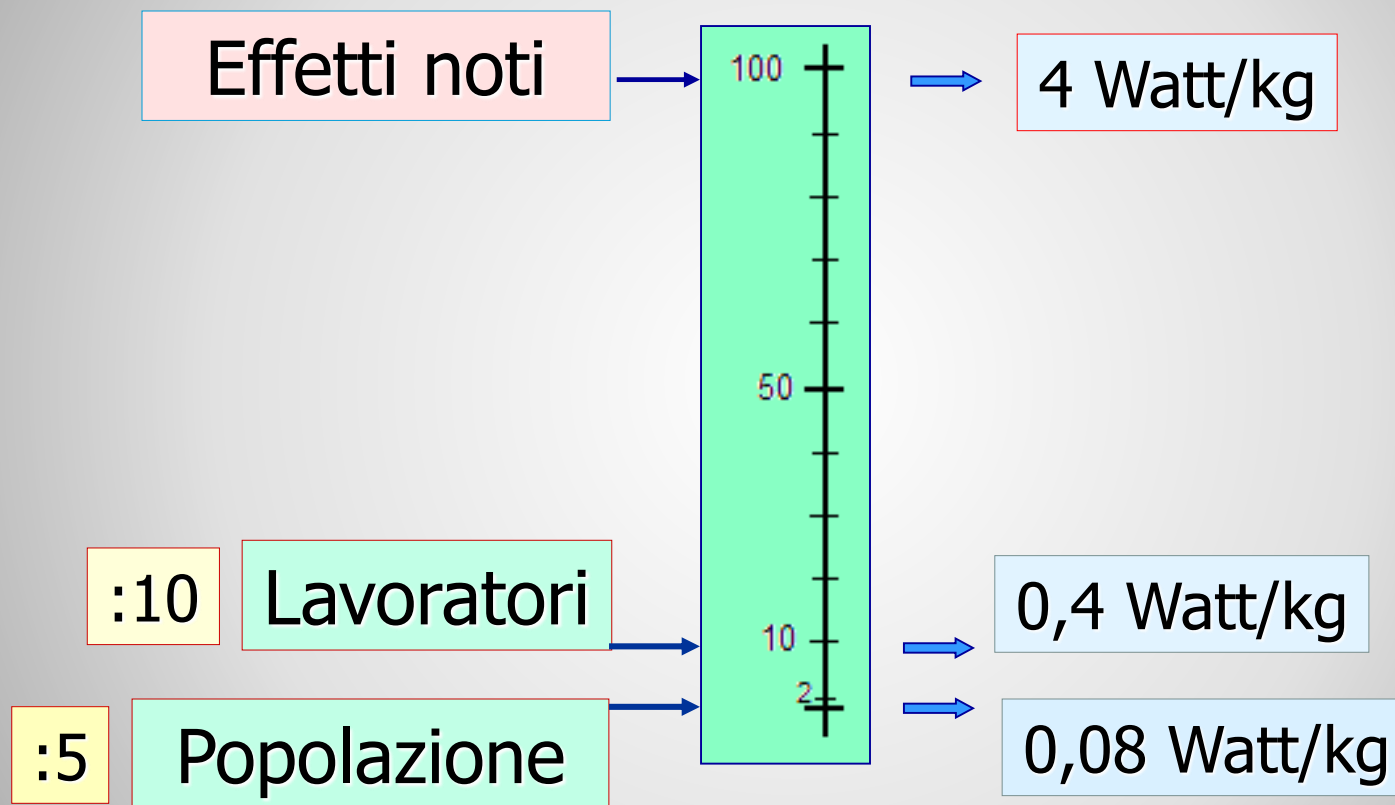
La cancerogenicità ELF per tutte le patologie tumorali negli adulti sono state giudicate "**inadeguate**"; leucemia infantile: evidenza scientifica "**limitata**" (IARC).

Campi elettromagnetici

Campi variabili

1. **Onde e campi.**
2. **Campi statici**
3. **Campi variabili**
4. **Legislazione**
5. **Esempi**

# Sulla formulazione dei limiti legali



Campi elettromagnetici

Campi variabili

## Campi statici: Situazione attuale

Caratteristiche dell'esposizione		Induzione magnetica
Lavoratori	Giornata lavorativa (media pesata sul tempo)	200 mT
	Valore mai superabile	2 T
	Estremità	5 T
Popolazione	Esposizione continua	40 mT

International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP):  
Guidelines on limits of exposure to static magnetic field

## Direttiva 2013/35/UE

### VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE FREQUENZA TRA 0 e 10 MHz

Tabella A1

VLE per un'induzione magnetica esterna ( $B_0$ ) compresa tra 0 e 1 Hz

	VLE relativi agli effetti sensoriali
Condizioni di lavoro normali	2 T
Esposizione localizzata degli arti	8 T
	VLE relativi agli effetti sanitari
Condizioni di lavoro controllate	8 T

## Legislazione: popolazione

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 luglio 2003 (in G.U. n. 200 del 29 agosto 2003) - Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la **protezione della popolazione** dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli **elettrodotti**.

Campo elettrico	5 kV/m
Induzione magnetica	100 $\mu$ T
Aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere	10 $\mu$ T da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nel normali condizioni di esercizio.
Obiettivo di qualità	3 $\mu$ T

# Legislazione: popolazione

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 luglio 2003 (in G.U. n. 199 del 28 agosto 2003) - Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la **protezione della popolazione** dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz.

ALLEGATO B

<b>Tabella 1</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
<b>Limiti di esposizione</b>			
0,1 < f ≤ 3 MHz	60	0,2	-
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,01	4

Valore di attenzione (permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere) e obiettivo di qualità (progressiva minimizzazione della esposizione): **6 V/m**

Campi elettromagnetici

Campi variabili



## Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici (DLgs 81/08, Titolo VIII)

- Art. 206. - Campo di applicazione
  1. Il presente capo determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori ... Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi ... dovuti agli **effetti nocivi a breve termine conosciuti** nel corpo umano derivanti da ... correnti indotte e dall'assorbimento di energia ...
  2. *Il presente capo non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.*

- Art. 207. - Definizioni

1. Agli effetti delle disposizioni del presente capo si intendono: ...

- b) **valori limite di esposizione**: limiti ... basati sugli **effetti** sulla salute **accertati** ...

Il rispetto dei limiti garantisce la protezione dei lavoratori contro tutti gli effetti nocivi a breve termine conosciuti.

(Allegato XXXVI, lett. A, tabella 1).

- c) **valori di azione**: parametri misurabili (**E**, **H**, **B** ed **S**), che determina l'obbligo di adottare misure.

*Il rispetto dei valori di azione assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.*

(Allegato XXXVI, lett. B, tabella 2).

## Protezione lavoratori e popolazione

DPCM 8 luglio 2003 (protezione <b>popolazione</b> )			
	<b><i>E</i></b> (V/m)	<b><i>B</i></b> ( $\mu$ T)	<b><i>P</i></b> (W/m <sup>2</sup> )
50 Hz	5000	100	//

Valori di azione ICNIRP per l'esposizione <b>professionale</b>			
Frequenza	<b><i>E</i></b> (V/m)	<b><i>B</i></b> ( $\mu$ T)	<b><i>P</i></b> (W/m <sup>2</sup> )
50 Hz	10 000	500	//

## 100 kHz – 300 GHz (Laboratori)

Si intendono prevenire gli effetti acuti legati agli effetti termici. Il meccanismo di interazione e consiste nell'assorbimento di energia nel corpo umano, con conseguente innalzamento della temperatura dei tessuti.

L'assorbimento di energia elettromagnetica può essere valutato in termini di **tasso di assorbimento specifico** o **SAR**: dall'inglese *Specific Absorption Rate*, grandezza *dosimetrica di base* misurato in watt al chilogrammo [W/kg]).

10 - 100 W/kg (medio)	Ipertermia generalizzata o localizzata; Inibizione temporanea o permanente della spermatogenesi; Induzione di aborto e malformazioni fetali stress termico.
4 W/kg (medio)	Soglia di induzione di effetti comporta mentali e di risposte fisiologiche collegate a stress nell'animale.
< 4 W/kg (medio)	Nessun effetto.

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{2\rho}$$

# Protezione lavoratori e popolazione

ICNIRP: valori di azione (protezione lavoratori)				DPCM 8 luglio 2003 (protezione popolazione)	
Formulazione		Frequenza (MHz) <sup>(1)</sup>	Limite (V/m)	Frequenza (MHz)	Limite (V/m)
MHz		900	90	900	20 (6)
400 – 2000	$3 \cdot f^{1/2}$	1800	127	1800	20 (6)
		1900	131	1900	20 (6)
GHz	V/m	MHz	V/m		
2 – 300	137	2450 <sup>(2)</sup>	137	3 - 3000	20 (6)

(1) GSM; (2) WiFi, Forni a microonde.

# Segnaletica



Zona 0	Non sono superati i valori di riferimento nazionali per la popolazione o tutte le apparecchiature sono incluse in tabella 1 - Attrezzature e situazioni giustificabili. Lista non esaustiva. (Documento CTIPLL - ISPESL).
Zona 1	L'esposizione può essere maggiore dei valori di riferimento nazionali per la popolazione ma non superiori livelli d'azione per i lavoratori previsti dall'allegato XXXVI Tabella 2 Valori di Azione (D.L. 9/04/08 n. 81).
Zona 2	Sono superati i livelli d'azione per i lavoratori previsti dall'allegato XXXVI Tabella 2 Valori di Azione (D.L. 9/04/08 n. 81).

Campi elettromagnetici

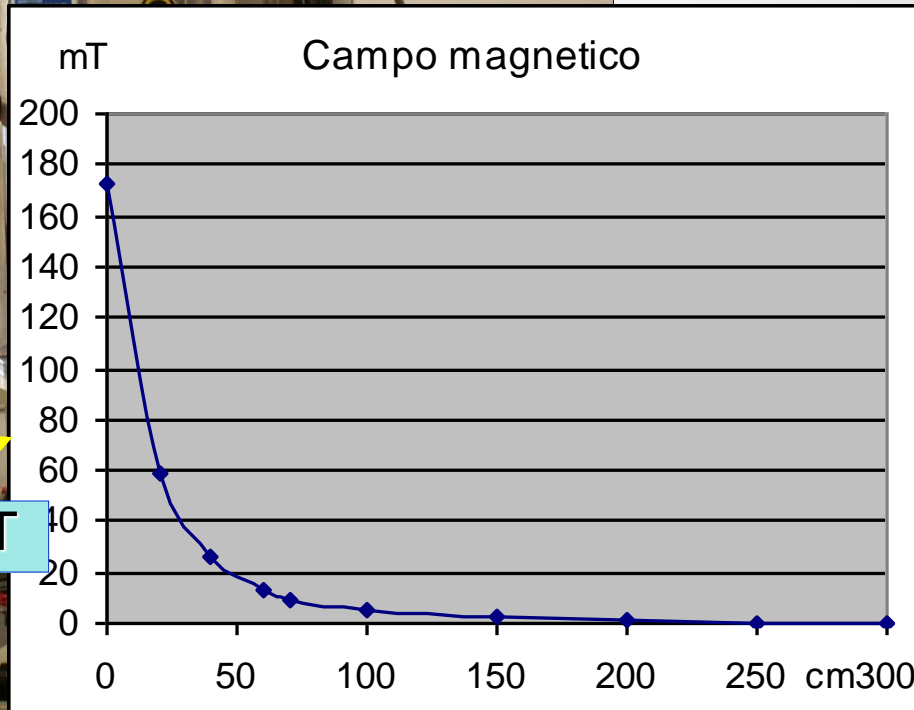
Campi variabili

- 1. Onde e campi.**
- 2. Campi statici**
- 3. Campi variabili**
- 4. Legislazione**
- 5. Esempi**

VARIAN  
INOVA 600  
(14,4 T)

Campo statico  
magnete a  
superconduttori

~ 54 mT



~ 580 mT

cm	mT
0,5	173,1
20	58,3
40	25,7
60	13,7
100	5,25
150	2,01
200	0,86
250	0,54
300	0,31

ICNIRP:  
 $2 \cdot 10^5 \mu\text{T}$

Campi variabili



## Sulle zone

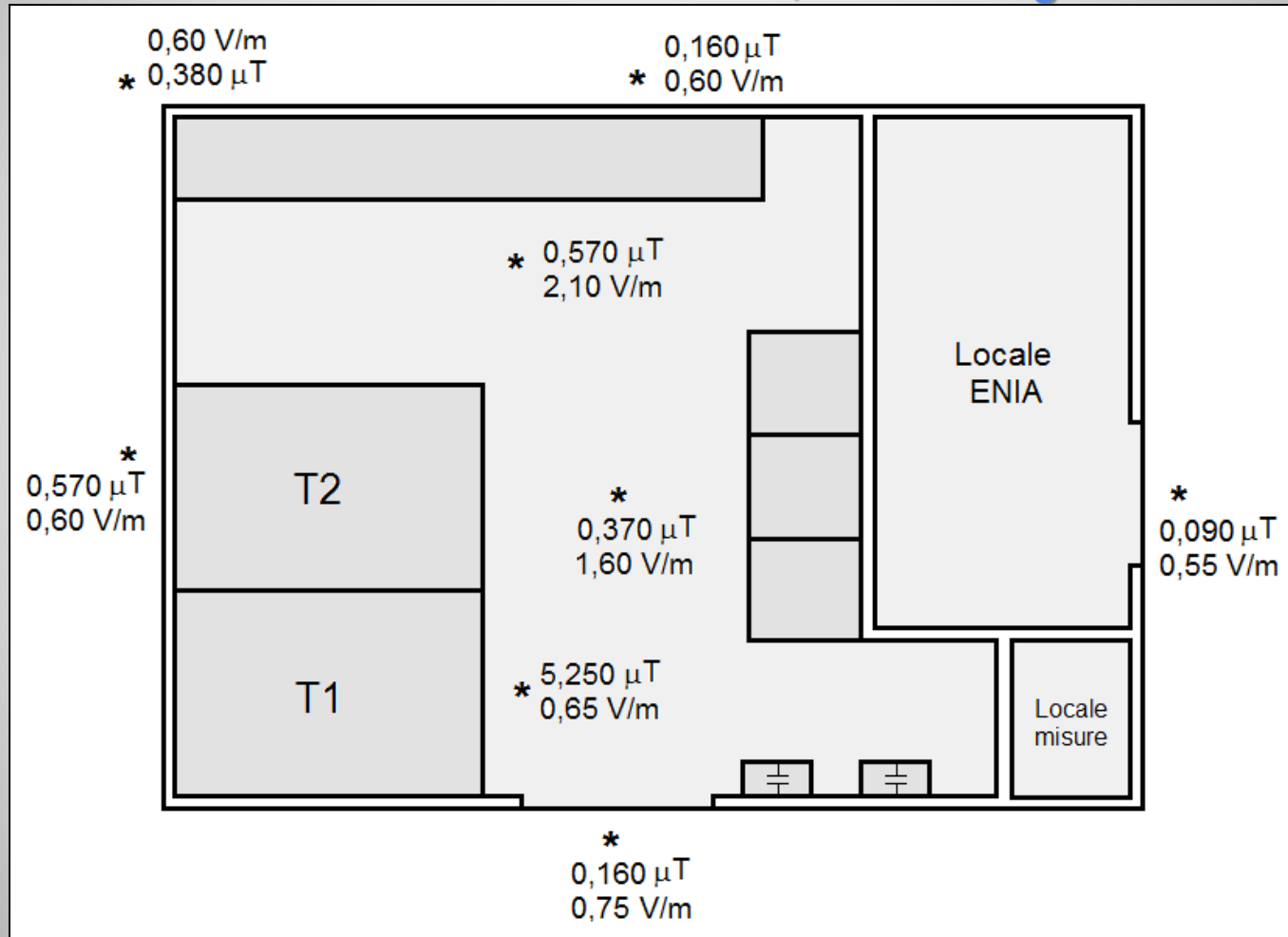
Zona ad accesso libero ( $B < 0.1 \text{ mT}$ )

Zona ad accesso ristretto  
( $0.1 \text{ mT} < B < 0.5 \text{ mT}$ )

Zona ad accesso controllato  
( $B \geq 0.5 \text{ mT}$ )

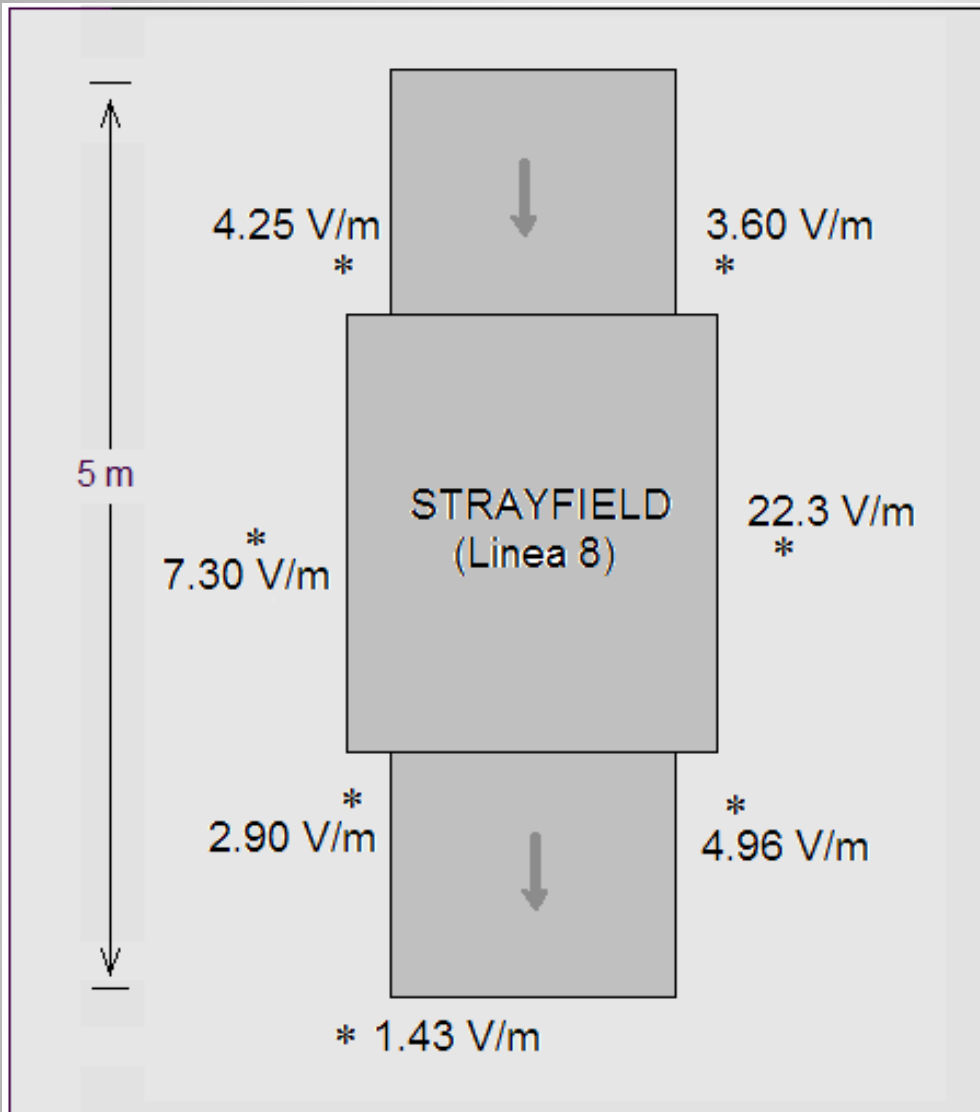
# Cabina elettrica 15 kV – 400 V

## Edificio 0608 ex Scientifici, via D'Azeglio



Campi elettromagnetici

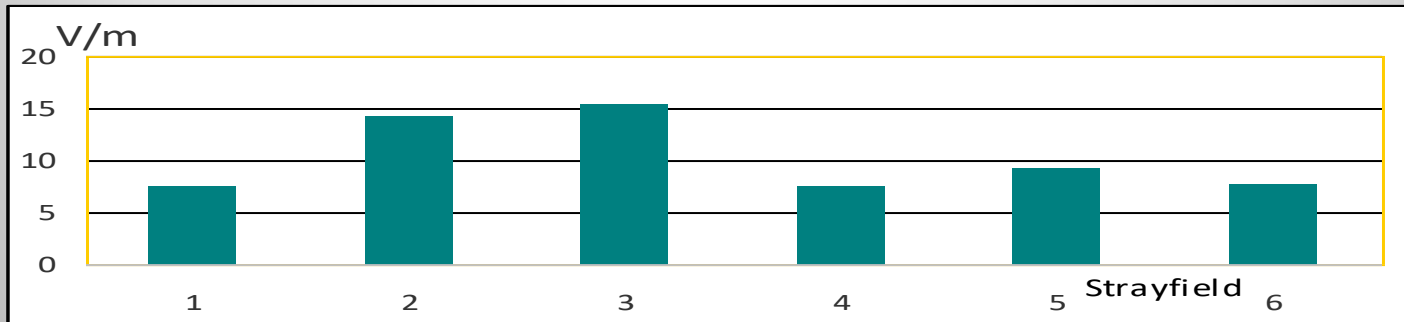
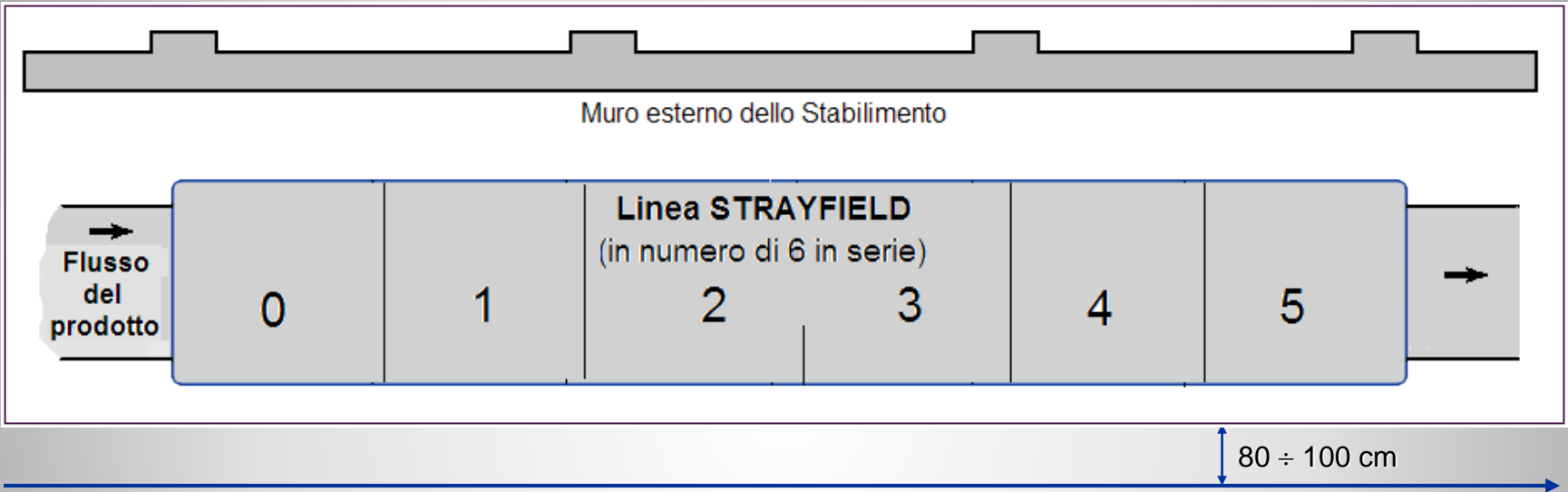
Campi variabili



Essiccatori  
27.12 MHz

Attorno a un  
solo Strayfield  
(non in serie con  
altri).

# Essiccatori 27.12 MHz



Potenza 50 kW ognuno

ICNIRP (DLgs 81/08): 61 V/m  
DPCM 2003: 20 V/m [6 V/m]

Campi elettromagnetici

Campi variabili

**ALLEGATO XXXVI al DLgs 81/08**  
 ... VALORI DI AZIONE PER I CAMPI  
 ELETTROMAGNETICI

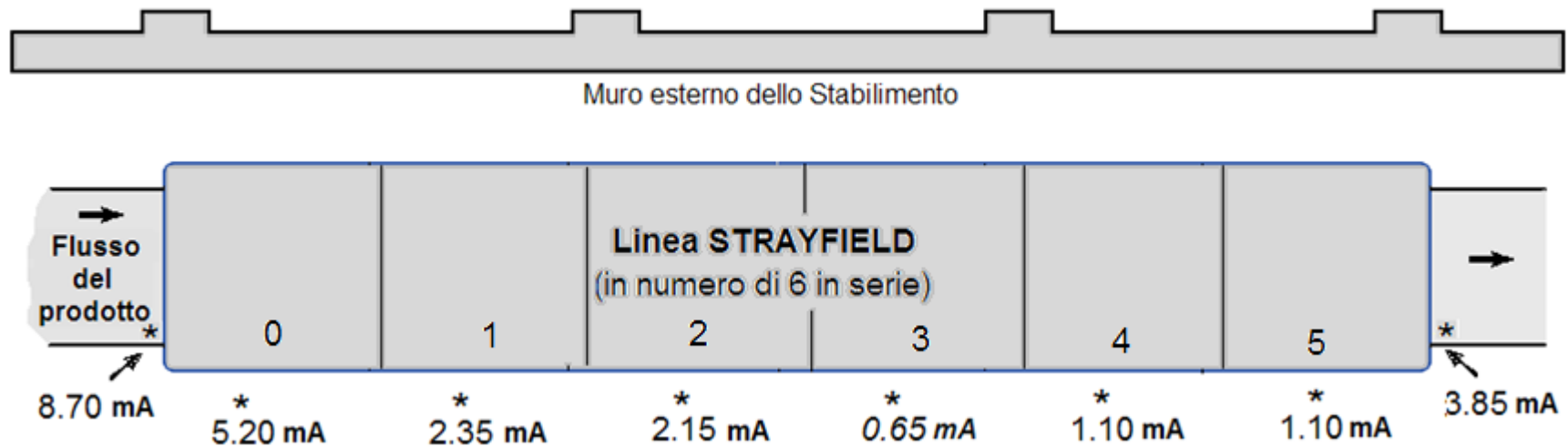
## Essiccatori 27.12 MHz

**TABELLA 2**

Valori di azione (**articolo 208, comma 2**)[valori efficaci (rms) imperturbati]

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B ( $\mu\text{T}$ )	Densità di potenza di onda piana $S_{eq}$ ( $\text{W}/\text{m}^2$ )	Corrente di contatto, $I_C$ (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti $I_L$ (mA)
1 – 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	/	40	/
<b>10 – 110 MHz</b>	61	0,16	0,2	10	40	<b>100</b>
110 – 400 MHz	61	0,16	0,2	10	/	/

## Essiccatori 27.12 MHz



- ❑ Le misure sono state fatte a  $\sim 30$  cm dalla parete degli Strayfield.
- ❑ La potenza impegnata decresce con il tenore di umidità del prodotto.

**IEEE C95.1-1991** definisce i livelli accettabili di corrente indotta nel corpo da RF per le frequenze da 3 kHz a 100 MHz.

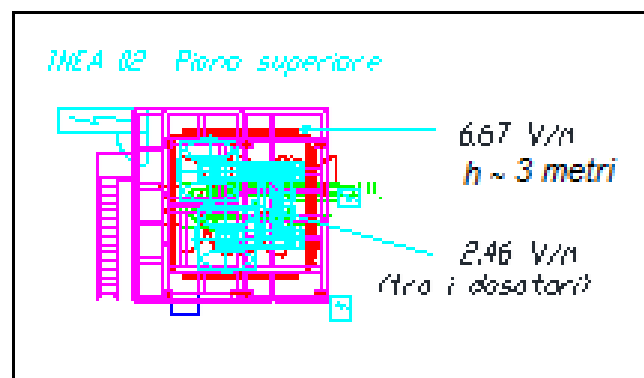
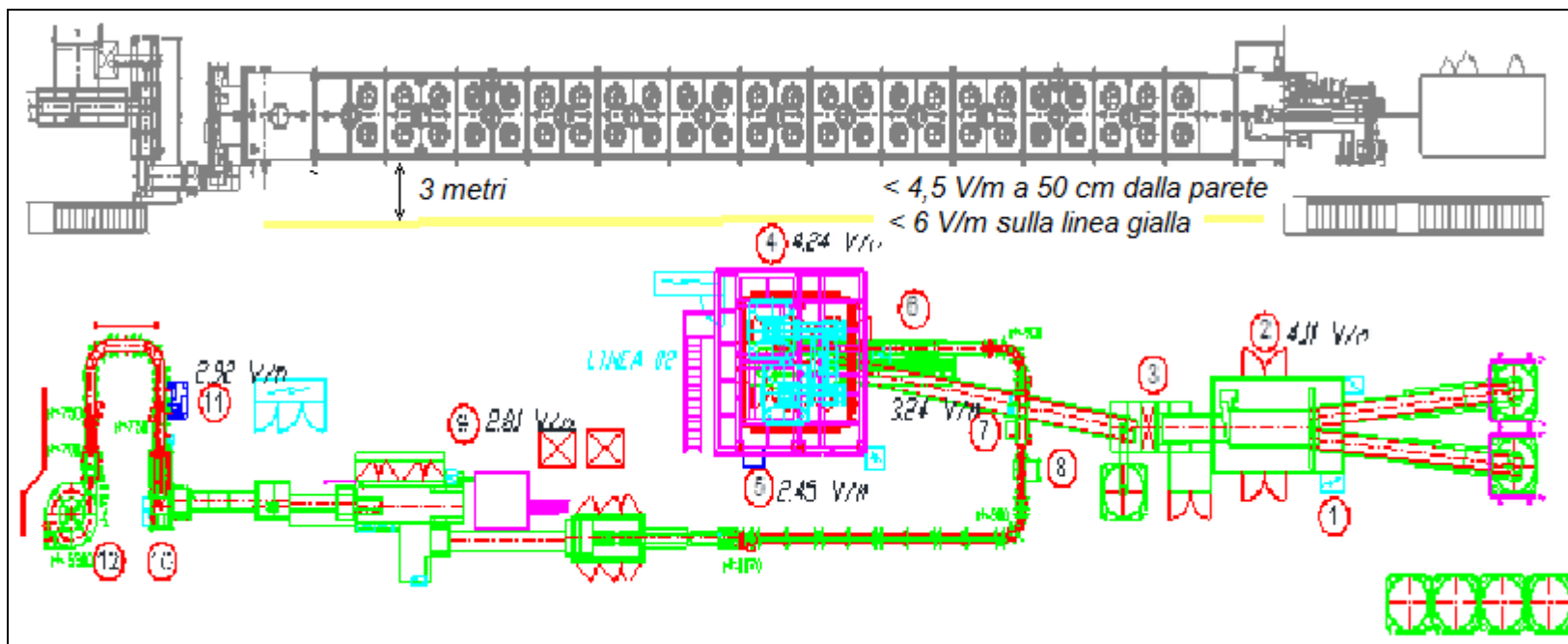
L'intervallo di livelli accettabili vanno da 3 mA per esposizione non controllata a 3 kHz a 200 mA per esposizioni controllate tra 100 kHz e 100 MHz.

## Essiccatore 27.12 MHz

### MISURE DI ESPOSIZIONE DEL PERSONALE (V/m)

Si eseguono ad una distanza di 50 cm dall'impianto in ogni direzione e circa 2 metri d'altezza

	<i>Misura</i>	<i>Giudizio</i>	<i>Comportamento</i>
1	Minore di 20	Situazione normale	//
2	Da 20 a 61	Situazione eccezionale	<b>Delimitazione zona per impedirne l'accesso</b>
3	Da 61 a 137	Situazione non più accettabile	<b>Fermata dell'impianto appena possibile</b>
4	Maggiore di 137	Situazione potenzialmente molto pericolosa	<b>Immediato fermo dell'impianto</b>



Campi elettromagnetici

Microonde



## SAR

(Tasso specifico di assorbimento energia)

Posizione	$E_{max}$ (V/m)	$E_{eff}$ (V/m)	WB SAR (W/Kg)
Oblò L 32 n. 1 Ovest inf.	22.57	16.45	0.22 <sup>(1)</sup>
Corridoio tra due forni	18.12	10.04	0.08
Spazio tra due oblò	9.33	6.39	0.03
Corridoio forno/muro	7.49	4.49	0.01
Uscita forno 1 (Faraday chiuso)	6.40	5.20	0.01

(1). I valori sono riferibili solo all'immediato intorno dell'oblò (a meno di 20 cm): valgono solo per estremità e non per il corpo intero.

### SAR Valori limite di esposizione (W/kg)

frequenze	Corpo intero	capo e tronco	arti	
10 MHz – 10 GHz	0.4	10	20	<b>DLgs 81/2008</b> ALLEGATO XXXVI
	0.08	2	4	<i>Esposizione del pubblico</i> <i>Linee Guida ICNIRP</i>

# Sulla percezione del rischio

## Public health impact and public perception of selected environmental health risks in Italy

Exposure	Disease	Expected cases/year	Public health relevance	Public perception of risk
Radon	Lung cancer*	2.200-5.100 <sup>(1)</sup>	+++	+
Benzene	Leukaemia**	16-275 <sup>(2)</sup>	++	++
EMF	Leukaemia**	3 <sup>(3)</sup>	+	+++

\* Estimated total lung cancer cases per year @ 32.000

\*\* Estimated total leukaemia cases per year @ 5.000

(1) Estimates based on published literature

(2) Italian National Toxicological Committee estimates

(3) WHO, 1997

*WHO European Centre for Environment and Health, Rome Division*



Campi elettromagnetici