

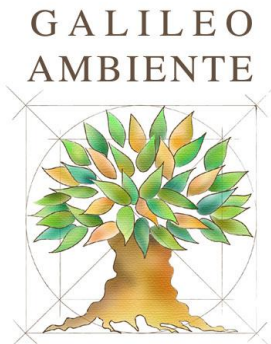
Conferenza

Inquinamento indoor: le fonti di inquinamento all'interno degli spazi abitati

Intervento a cura di
Dott.ssa Samantha Pilati

pilati@galileo-ambiente.it

info@meteoduomo.it





Cos'è l'inquinamento indoor?



Inquinamento all'interno di **ambienti confinati di vita e di lavoro**:

- abitazioni private
- edifici pubblici
- scuole e uffici
- mezzi di trasporto
- locali destinati ad attività creative

Sono esclusi gli ambienti industriali
(per i quali vige specifica normativa)



Inquinamento indoor e inquinamento outdoor



Il livello di inquinamento negli edifici è uguale se non addirittura **maggiore** di quello degli **ambienti esterni** (outdoor). Cause:

- fonti di inquinamento indoor
- inquinamento esterno che penetra negli edifici

La popolazione passa il **90% del proprio tempo** in ambienti confinati!



Principale fonti di inquinamento nelle case



- arredamento
- vernici e altri materiali
- stufe e camini
- riscaldamento/condizionamento
- apparecchi elettrici
- fumo
- prodotti per la pulizia
- inquinamento esterno



Principali fonti di inquinamento in scuole e uffici



- pennarelli
- evidenziatori
- fotocopiatrici
- stampanti laser
- apparecchi elettrici
- riscaldamento/condizionamento
- prodotti per la pulizia
- inquinamento esterno



Agenti inquinanti in ambienti confinati



- agenti **chimici** (CO, NO_x, SO_x, PM₁₀, amianto)
- agenti **fisici** (campi elettromagnetici, radon, rumore)
- agenti **biologici** (muffe, acari, batteri, pollini)



Radon: cos'è?

1																	18	
H																	He	
3	4															10		
Li	Be															Ne		
11	12															18		
Na	Mg															Ar		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
87	88	89																
Fr	Ra	Ac																
			58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71		
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Gas nobile radioattivo generato dal **decadimento del Radio**, che a sua volta proviene dall'**Uranio**.

Il Radon, a sua volta emette radiazioni e si trasforma in altri elementi anch'essi radioattivi (“**figli del Radon**”).



Radon: dove si trova?



- Terreno
- Acqua
- Materiali da costruzione

Entra negli edifici tramite:

- fessure
- giunzioni
- impianti termici, idraulici





Radon: effetti sulla salute

E' un agente **cancerogeno**

Seconda causa di morte per **tumore** polmonare

In particolare esiste una sinergia tra radon e fumo di
tabacco



Radon: come si misura?

Bq/m³

grandezza che viene utilizzata per la stima delle
concentrazioni di Radon

Dosimetri: strumenti utilizzati per la misurazione della
concentrazione di Radon

In Italia **75 Bq/m³** (media mondiale: **40 Bq/m³**)



Radon: normative vigenti



Esistono solo normative a **carattere regionale** e le linee guida della **Conferenza delle regioni** per la promozione della salute.

Valori limite raccomandati dalla Comunità Europea:

- 200 Bq/m³ per le nuove abitazioni
- 400 Bq/m³ per le abitazioni già esistenti
- 500 Bq/m per gli ambienti di lavoro



Radon: come si riduce?



Non è possibile eliminare completamente il Radon dagli ambienti di vita!

E' possibile però **limitarlo** attraverso:

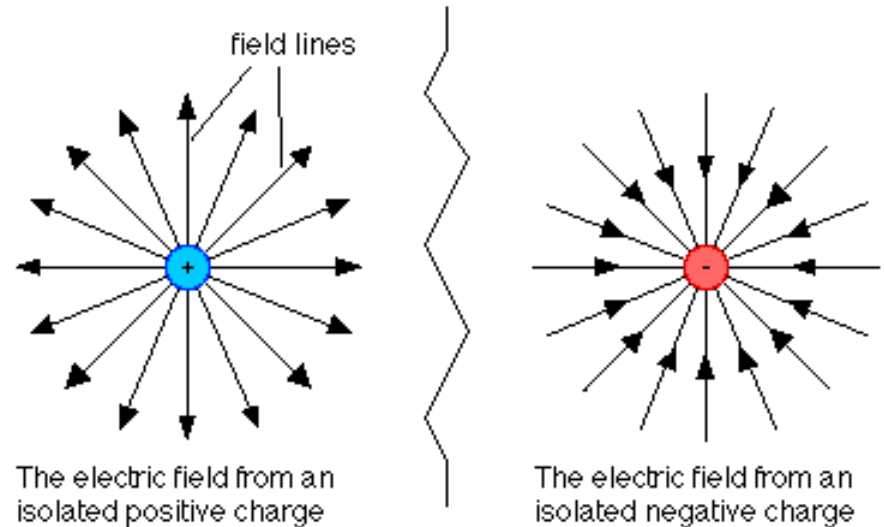
- ventilazione
- pressurizzazione dell'edificio
- depressurizzazione del suolo
- ventilazione del vespaio
- sigillatura delle vie d'ingresso



Principi fisici del campo elettrico E



- è generato da una o più cariche elettriche
- agisce su cariche elettriche e corpi elettricamente carichi
- vi è attrazione tra cariche di segno opposto
- la forza di attrazione è proporzionale alle cariche e inversamente proporzionale alla loro distanza
- l'intensità del campo elettrico si misura in Volt per metro (V/m)





Principi fisici del campo magnetico H



- è generato da cariche elettriche in moto, ovvero da **CORRENTI ELETTRICHE**

- è generato anche dai **DIPOLI MAGNETICI**

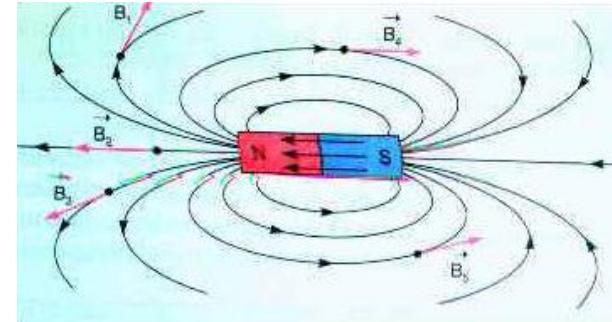
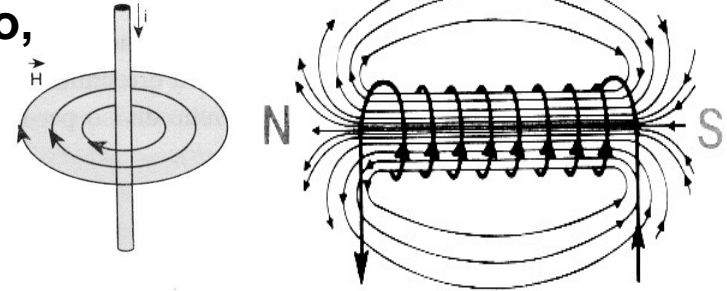
- agisce su correnti elettriche

- l'intensità del campo magnetico diminuisce con la distanza

- l'intensità del campo magnetico si esprime in **Ampere su metro (A/m)**

- si utilizza spesso **l'INDUZIONE MAGNETICA B** correlata ad H: H e B sono proporzionali e la costante di proporzionalità dipende dal mezzo in cui avviene la propagazione

- l'induzione magnetica si misura in **Tesla (T)** o sottomultipli (μT)





Principi fisici del campo elettromagnetico

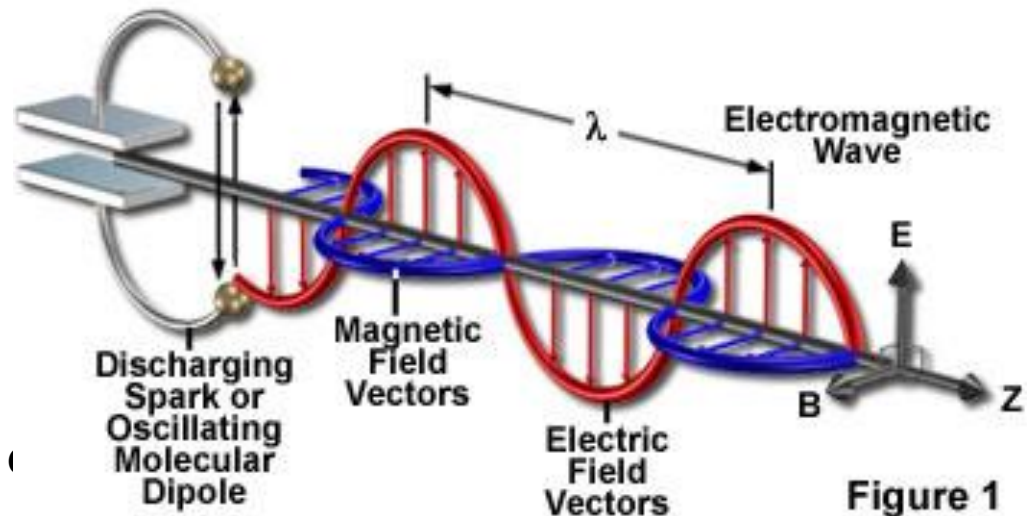


- un campo elettrico variabile nel tempo genera un campo magnetico variabile che, a sua volta, genera un nuovo campo elettrico variabile

- è descritto da due onde E e H in fase e perpendicolari tra loro

- si propaga anche a grande distanza dalla sorgente

- le correnti alternate (es. quelle che alimentano case, uffici, industrie ...) producono campi elettromagnetici





Campo vicino e campo lontano



➤ CAMPO VICINO

ad una distanza dalla sorgente inferiore alla lunghezza d'onda il campo elettrico e il campo magnetico non sono ancora accoppiati e sono da considerarsi **indipendenti**.

I campi vanno determinati separatamente.

➤ CAMPO LONTANO

ad una distanza dalla sorgente superiore alla lunghezza d'onda il campo elettrico e quello magnetico risultano in fase: si parla di **campo elettromagnetico**.

Basta determinare una componente per risalire all'altra.



Sorgenti antropiche



Settore	Frequenza	Applicazioni
trasporto energia elettrica	50 Hz	produzione en. elettrica (centrali) trasporto, distribuzione en. elettrica (elettrodotti) trasformazione en. elettrica (cabine, sottostazioni)
residenziale terziario	50 Hz 75 kHz – 21 GHz 0.9 – 2.45 GHz	elettrodomestici, apparecchi elettrici ed elettronici sistemi antifurto e di allarme forni a microonde
comunicazioni sistemi di controllo	0.6 – 3 MHz 3 – 30 MHz 30 MHz – 3 GHz	emissioni radio, telecomunicazioni emissioni radio CB emissioni radio HF, TV, radar per traffico aereo, radar meteorologici, telemetria, telefoni portatili



Sorgenti antropiche



Settore	Frequenza	Applicazioni
medicina	1 Hz – 100 MHz 27 Hz – 915 MHz 1 Hz – 70 MHz 2.45 GHz 2.45 GHz	Elettromagnetoterapia Marconiterapia Risonanza Magnetica Nucleare Radarterapia Radar Doppler



Interazione con campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50/60 Hz)



OMD
Osservatorio Meteorologico
di Milano Duomo

Il **corpo umano** è un **conduttore**.

I **campi elettrici** agiscono sui conduttori: influenzano la distribuzione delle cariche elettriche sulla loro superficie e provocano un **flusso di corrente attraverso il corpo, verso la terra**.

I **campi magnetici** provocano la **circolazione di correnti entro il corpo** di intensità dipendente da quella del campo magnetico.

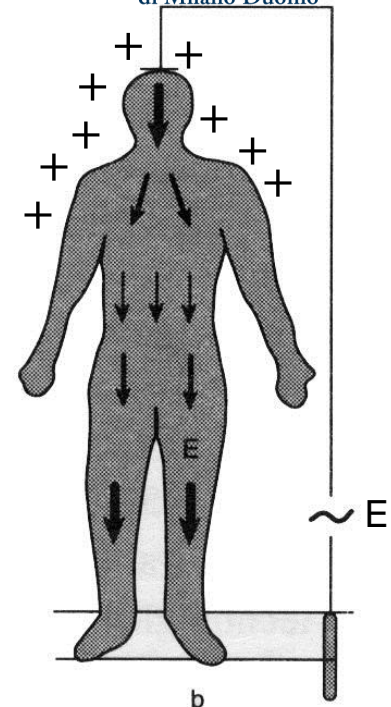
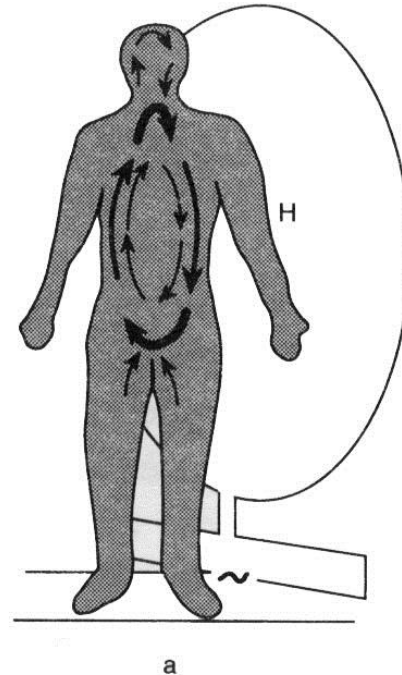


Figura 4. Distribuzione di correnti elettriche indotte nel corpo umano da un campo magnetico (a) e da un campo elettrico (b).

Sotto una linea ad alta tensione, le **correnti indotte sull'uomo sono piccolissime** in confronto a quelle necessarie a provocare scosse ed altri effetti elettrici.



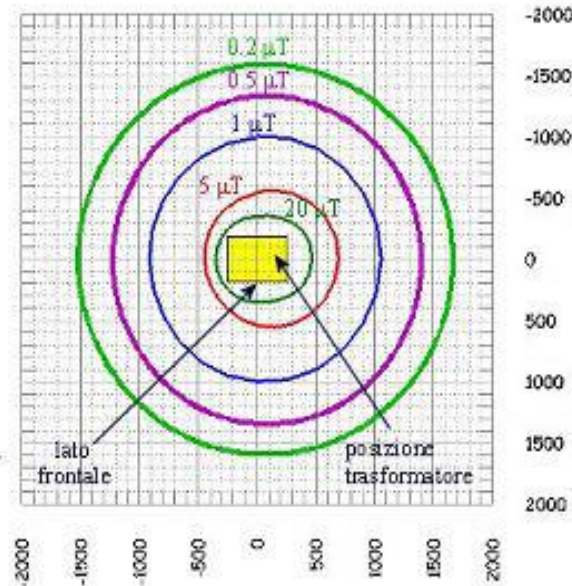
Interazione con campi elettromagnetici a radiofrequenza (300 kHz – 300 GHz)



Il **corpo umano** agisce come un'**antenna** e assorbe una grande quantità di energia ad alta frequenza.

Il **riscaldamento dei tessuti corporei** è il principale effetto biologico.

L'assorbimento locale non è uniforme.



L'intensità dell'effetto dipende dalla densità di potenza e dalla frequenza della sorgente e dalla distanza da essa.

Negli ultimi anni si stanno prendendo in considerazione e studiando effetti di tipo non-termico. Particolare attenzione è dedicata all'azione del campo elettrico sulla membrana cellulare.





Effetti biologici e danni sanitari



Le onde elettromagnetiche possono produrre effetti biologici che talvolta, ma non sempre, possono portare ad effetti di danno alla salute.

effetto biologico: l'esposizione provoca qualche variazione fisiologica notevole o rilevabile in un sistema biologico.

danno alla salute: 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.

E le esposizioni di lungo periodo a bassi livelli di campo elettrico e magnetico a bassa frequenza ?

L'Agencia Internazionale per la Ricerca sul Cancro IARC classifica i campi a **bassa frequenza come "possibili cancerogeni" per l'uomo** (gruppo IARC 2B - *limitata evidenza di cancerogenicità nell'uomo*).



Normativa a tutela della popolazione *basse frequenze*



Si basa su **esposizioni di breve durata**

DPCM 8 luglio 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 generati dagli elettrodotti***”

limiti di esposizione: **100 μ T** per l’induzione magnetica
 5000 V/m per il campo elettrico

valore di attenzione: **10 μ T** mediana dei valori nell’arco delle 24 ore
 nelle normali condizioni di esercizio
 dell’elettrodotto

obiettivo di qualità: **3 μ T** mediana dei valori nell’arco delle 24 ore
 nelle normali condizioni di esercizio
 dell’elettrodotto

Vale anche per i **lavoratori esposti** ai campi elettrico e magnetico a bassa frequenza per **motivi non professionali** (ovvero **sono esclusi i lavoratori del settore elettrico**)



Normativa a tutela della popolazione alte frequenze



OMD
Osservatorio Meteorologico
di Milano Duomo

Si basa su esposizioni di breve durata

DPCM 8 luglio 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**”

frequenza	Valore efficace E (V/m)	Valore efficace H (A/m)	Densità potenza (W/m ²)
0.1 – 3 MHz	60	0.2	---
3 – 3000 MHz	20	0.05	1
3 – 300 GHz	40	0.01	4
per esposizioni oltre le 4 ore giornaliere			
0.1 MHz – 300 GHz	6	0.016	0.1 (3 MHz-300 GHz)

Vale per sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi; esclusi i sistemi mobili.
Sono esclusi i lavoratori esposti per ragioni professionali (costruzione, esercizio e manutenzione degli impianti).



Livelli di esposizione in ambienti di vita e lavoro



Apparato elettrico	E (V/m)	B (μ T)		
		a 3 cm	a 30 cm	a 1 m
Asciugacapelli	80	6 - 2000	0.01 - 7	0.01 - 0.03
Aspirapolvere	50	200 - 80	2 - 20	0.13 - 2
Ricevitore stereo	180	---	---	---
Forno elettrico	8	1 - 50	0.15 - 0.5	0.01 - 0.04
Forno a microonde	---	73 - 200	4 - 8	0.25 - 0.6
Schermo computer, televisore	60	2.5 - 50	0.04 - 2	0.01 - 0.15
Computer	---	0.5 - 30	< 0.01	---
Lampada a incandescenza	5	---	---	---
Lampada a fluorescenza	---	40 - 400	0.5 - 2	0.02 - 0.25
Treni, tram elettrici (a bordo)	fino a 300	decine - centinaia		
Metal detector, sistemi sicurezza aeroportuali	---	fino a 100		



Come ridurre l'esposizione



- tenere a distanza le fonti
- preferire i sistemi alimentati a batteria rispetto a quelli a corrente
- non lasciare le apparecchiature in stand-by
- limitare i tempi di esposizione
- usare sistemi di schermatura sulla fonte



Sindromi correlate all'inquinamento indoor



- *sindrome dell'edificio malato*
- *malattia correlata all'edificio*
- *sindrome da sensibilità chimica multipla*
- irritazioni
- allergie
- malattie respiratorie



Bioarchitettura e bioedilizia



Nato negli anni '70 in Germania:
un nuovo approccio di realizzazione degli edifici a
impatto ambientale limitato

Gli edifici vengono visti come facenti parte di un
sistema planetario e si comportano come gli esseri
viventi riversando nell'ambiente i loro prodotti di scarto.



Per saperne di più ...



<http://www.indoor.apat.it/site/it-IT/>

http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Aria/Inquinamento_Indoor/

<http://epaedia.eea.europa.eu/page.php?pid=381>

<http://www.arpa.emr.it/elettrosmog/cosasono.html>