



www.wutel.net

- Solar Energy Way -

- I MAGNETI -

I magneti molto potenti sono fabbricati a partire da leghe di terre rare, come samario-cobalto o neodimio-ferro-boro. Essi sono impiegati già da lungo tempo nell'industria. I magneti al neodimio-ferro-boro (magnetite al neodimio) sono economici e sono oramai diffusi in diversi ambiti, quali gli uffici e le economie domestiche oppure sotto forma di **giocattoli** o gioielli. Possono pure essere integrati in oggetti d'uso quotidiano come indumenti, gioielli e occhiali ed essere dunque difficilmente riconoscibili come tali. I magneti possono assumere forme assai diverse poiché sono fabbricati pressando una polvere e poi ricoperti di nichelio, argento, oro ecc.

La figura 1 mostra una gamma di magneti al neodimio sotto forma di differenti applicazioni: gioielli (A), magneti per l'ufficio (B, F), **giocattoli (D, E)**, utilizzati per fissare oggetti nelle economie domestiche (p.es. attrezzi, bicicletta) (C).



Figura 1: una gamma di magneti al neodimio: A: collana (sfere di 8, 10 e 13 mm di diametro), B: magneti per l'ufficio, C: parallelepipedi D: giocattolo , E: barrette (magnetiche) e sfere d'acciaio (non magnetiche), F: cubetto

Stimolatori cardiaci e defibrillatori impiantati

Alle persone che soffrono di gravi disturbi del ritmo cardiaco deve essere impiantato uno stimolatore cardiaco o un defibrillatore cardiovertore impiantabile (ICD: implanted cardioverter defibrillator). Tali dispositivi sono composti da un generatore d'impulsi impiantato sotto la pelle a livello del petto e da elettrodi che collegano il generatore al cuore e che, se necessario, forniscono un ausilio al battito cardiaco mediante impulsi

elettrici (stimolatore cardiaco) oppure ripristinano il ritmo in caso di fibrillazione (ICD). Gli stimolatori cardiaci e gli ICD devono essere programmati e controllati regolarmente. A tal scopo viene posato sul petto del paziente un magnete che pone il generatore d'impulsi in una modalità speciale (modalità asincrona) nella quale può essere programmato. Nella vita di tutti i giorni occorre evitare che il generatore d'impulsi passi alla modalità asincrona nella quale gli ICD cessano completamente di funzionare e gli stimolatori cardiaci mantengono le loro funzioni solo limitatamente. I generatori moderni devono essere immuni ai disturbi dei campi magnetici statici fino a 1 millitesla (mT) [1], ossia non devono passare alla modalità asincrona. Tuttavia sono sempre ancora in circolazione dispositivi la cui soglia d'immunità è inferiore (tra 0,5 e 1 mT).

Misurazioni del campo magnetico

In collaborazione con l'Ufficio Federale Svizzero della sanità pubblica (UFSP), l'Istituto di tecnica biomedica del Politecnico Federale di Zurigo (PFZ) ha misurato i campi magnetici statici generati da diversi magneti al neodimio liberamente commercializzati (figura 1). [2] A dipendenza delle dimensioni e della forma del magnete, il campo magnetico diminuisce rapidamente con la distanza. La figura 2 mostra i campi generati da diversi magneti al neodimio in funzione della distanza. I campi magnetici sono molto localizzati, soltanto il parallelepipedo grande genera un campo più esteso.

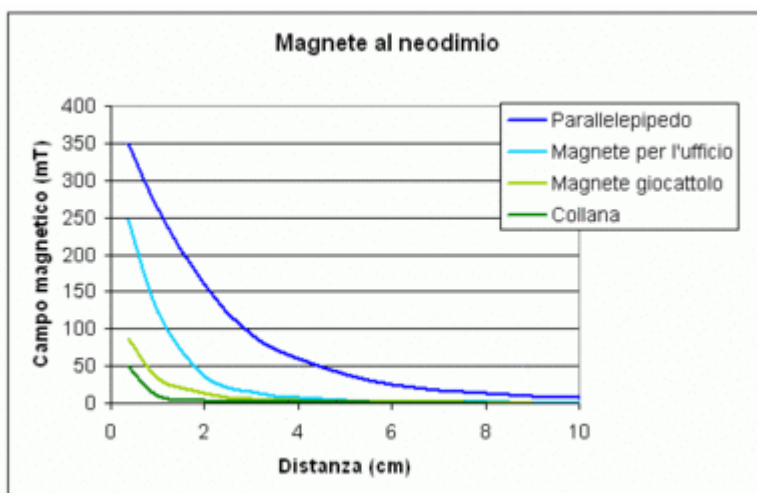


Figura 2: campi magnetici attorno a magneti al neodimio. Il campo magnetico diminuisce molto rapidamente con la distanza. [2]

La tabella 1 mostra la distanza al di sotto della quale il magnete genera un campo di 1 mT o superiore e di conseguenza può perturbare il funzionamento degli stimolatori cardiaci o degli ICD. Tali dati sono stati verificati e confermati mediante sperimentazioni effettuate in laboratorio su uno stimolatore cardiaco.

Magnete	Dimensioni (mm)	Forza d'attrazione (kg)	Distanza dal magnete per 1mT (cm)
Parallelepipedo grande	50,8 x 50,8 x 25,4	100	22
Parallelepipedo medio	25,4 x 25,4 x 12,7	20	11
Magnete giocattolo (ellipsoide)	16 x 16 x 45	sconosciuta	9
Magnete per l'ufficio	10, diametro 20	12	8,5
Collana, sfere piccole/medie/grandi	diametro: 8 / 10 / 13	0,9 / 1,5 / 2,9	7,5
Barrette (e sfere d'acciaio)	25, diametro 5	1	6
Cubetto	5 x 5 x 5	1,1	5

Tabella 1: distanza entro la quale i magneti generano un campo di 1 mT o superiore e possono dunque perturbare il funzionamento degli stimolatori cardiaci o degli ICD [2]

Ripercussioni sulla salute

Le ripercussioni dei campi magnetici statici sulla salute non sono ancora state analizzate a sufficienza. **Il valore limite per la popolazione raccomandato dalla Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) in generale è pari a 40 mT nel caso di un'esposizione continua di tutto il corpo** [3]. I campi generati da magneti al neodimio sono soltanto localizzati e sono molto inferiori a questo valore limite già alla distanza di pochi centimetri.

Campi magnetici molto intensi (superiori a 2 Tesla) e spazialmente estesi, come quelli generati da tomografi a risonanza magnetica, possono provocare disturbi transitori come vertigini, gusto metallico in bocca e flash luminosi sulla cornea.

Nel caso di un ferimento dovuto a una scheggia metallica, per esempio nell'occhio, il tessuto circostante può essere danneggiato se la scheggia si muove reagendo al campo magnetico. Finora non sono stati osservati effetti simili causati dai campi generati dai magneti al neodimio.

Ripercussioni indirette sui pace-maker e sugli ICD

In presenza di campi magnetici intensi, i generatori d'impulsi dei pace-maker e degli ICD possono passare a una modalità asincrona, nella quale il generatore non segue più il ritmo cardiaco del paziente bensì stimola il cuore seguendo una frequenza fissa. In rari casi ciò

può condurre a una situazione in cui un cuore che ha ancora un proprio ritmo e che non dipende permanentemente da un dispositivo impiantato venga stimolato in maniera inadeguata. Di conseguenza può entrare in uno stato di fibrillazione in cui il movimento cardiaco è scoordinato e il cuore non riesce più a pompare una sufficiente quantità di sangue nel sistema circolatorio. Se il paziente non viene immediatamente assistito medicalmente l'apporto di sangue si riduce fino a un livello pericoloso. Il funzionamento degli ICD è ostacolato dai campi magnetici. Se il paziente soffre di fibrillazione, in caso di esposizione a un campo magnetico l'ICD non svolge la sua funzione terapeutica e l'apporto di sangue è insufficiente. Per questi motivi, le persone alle quali è stato impiantato uno stimolatore cardiaco o un ICD dovrebbero tenere i magneti a una certa distanza dal proprio petto.

Nell'ambito di uno studio effettuato presso l'ospedale universitario di Zurigo è stato esaminato l'influsso di una collana costituita da sfere di magnete al neodimio (figura 1) sui generatori d'impulsi di 41 pazienti con uno stimolatore cardiaco e di 29 pazienti con un ICD [4]. Nella totalità dei pazienti, la collana ha perturbato il funzionamento del generatore d'impulsi soltanto se posta a una distanza massima di 3 centimetri.

Esistono anche altri dispositivi medici impiantabili che vengono attivati dai magneti. Non è tuttavia noto in che misura il funzionamento di questi dispositivi sia perturbato dai magneti al neodimio.

Pericoli in caso di ingestione

I magneti **devono assolutamente essere tenuti al di fuori della portata dei bambini piccoli.**

Se ne vengono ingeriti diversi, i magneti possono attirarsi a vicenda e provocare una perforazione, un'infezione o un'occlusione nel tratto intestinale in cui si trovano. Numerosi bambini hanno già subito ferimenti causati in questo modo, in un caso con conseguenze letali. Questo tipo di infortuni non interessa soltanto i bambini piccoli ma anche quelli più grandicelli, che devono dunque essere resi attenti ai pericoli che conseguono all'ingestione di magneti.

Maggiori informazioni sui giocattoli sono disponibili sulla scheda informativa della Divisione sicurezza delle derrate alimentari:

Disciplinamento legale

Ai sensi della norma EN 45502-2-2 [1] i pace-maker e gli ICD devono funzionare senza problemi anche se esposti a un campo magnetico fino a 1 mT.

A causa di numerosi infortuni causati da giocattoli magnetici, la norma sui giocattoli EN 71-

1 [5] si trova attualmente in fase di elaborazione per rendere obbligatoria l'apposizione di un'avvertenza sull'imballaggio o direttamente sul giocattolo. Nell'Unione europea tale avvertenza deve essere applicata già prima dell'entrata in vigore della norma a partire dall'estate 2008 [6].

Bibliografia

1. CEN/CENELEC, EN 45502-2-2: Active implantable medical devices, Part 2-1: Particular requirements for active implantable medical devices intended to treat bradyarrhythmia (cardiac pacemakers). 2003, Part 2-2: Particular requirements for active implantable medical devices intended to treat tachyarrhythmia (includes implantable defibrillators). 2008, CENELEC: Brussels.
2. Ryf S et al.: Interference of neodymium magnets with cardiac pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators: An in vitro study. Technol Health Care. 2008;16(1):13-8. Vedi "Ulteriori informazioni"
3. ICNIRP: Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Physics 66 (1): 100-106; 1994.
4. Wolber T et al.: Potential interference of small neodymium magnets with cardiac pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators, Heart Rhythm 4 (2007), 1-4. Vedi "Ulteriori informazioni"
5. EN 71-1: dei giocattoli: Proprietà meccaniche e fisiche.
6. 2008/329/CE: Decisione della commissione del 21 aprile 2008 che impone agli Stati membri di assicurare che i giocattoli magnetici commercializzati rechino un'avvertenza riguardante i rischi che pongono per la salute e la sicurezza.

Fonte: <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/>

L'intensità del campo magnetico (o meglio della densità di flusso magnetico) si misura in tesla (simbolo T) e sottomultipli (millitesla, mT e microtesla, μT). Una unità abbastanza comune in passato e ancora oggi talvolta usata, sebbene non ammessa nel sistema internazionale, è poi il gauss (simbolo G). Per confrontare le due unità di misura basta ricordare che:

$$1 \text{ T} = 10^4 \text{ G} = 10000 \text{ G}$$

quindi:

$$1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T} = 0,0001 \text{ T} = 0,1 \text{ mT} = 100 \mu\text{T}$$

e:

$$1 \mu\text{T} = 10 \text{ mG}$$

L'intensità del campo magnetico generato dai magneti permanenti varia molto in funzione del tipo e delle dimensioni dell'oggetto considerato. L'ordine di grandezza per calamite di dimensioni comuni può essere attorno a $1 \div 10 \text{ mT}$ in stretta prossimità (dell'ordine del cm) delle espansioni polari. Per fare un altro esempio, il campo generato dalla banda magnetica delle comuni carte tipo bancomat, misurato a stretto contatto con la banda stessa, si aggira sugli $0,1 \text{ mT}$. L'intensità del campo magnetostatico generato dalle calamite decresce molto rapidamente allontanandosi dalla sorgente: almeno come il quadrato della distanza, finché si resta nei pressi di uno dei due poli, altrimenti addirittura come il cubo della distanza.

Non si può escludere che un campo magnetostatico possa avere qualche influenza sugli organismi biologici: per esempio, sembra certo che gli uccelli migratori riescano ad orientarsi proprio grazie a sensori in grado di percepire le linee di forza del campo magnetico terrestre (che è appunto un campo magnetostatico, di intensità compresa tra 30 e $70 \mu\text{T}$).

A differenza del campo magnetico variabile nel tempo, il campo magnetostatico non è in grado di indurre correnti elettriche nei tessuti degli organismi esposti, almeno fino a che questi sono a riposo. Esistono però altri due meccanismi, come minimo, per mezzo dei quali anche un campo statico può interagire con un organismo biologico.

Induzione magnetica

Il campo magnetostatico è in grado di indurre una tensione elettrica nei fluidi organici in circolazione, in particolare nei grossi vasi arteriosi dove la velocità del sangue è maggiore (forza di Lorentz). Esso può indurre una tensione elettrica anche in altre parti dell'organismo, nel caso queste vengano mosse all'interno del campo stesso (induzione di Faraday).

Interazioni magnetomeccaniche

Il campo magnetico esercita una coppia torcente sulle molecole biologiche diamagnetiche o paramagnetiche, tendendo così ad orientarle con la direzione del campo stesso. Inoltre, un campo magnetico fortemente disomogeneo (cioè rapidamente variabile da un punto all'altro dello spazio) può esercitare una forza netta sulle molecole paramagnetiche e ferromagnetiche, costringendole a movimenti di tipo traslatorio.

Quali effetti sanitari, o comunque avvertibili, possono derivare da questi meccanismi di interazione? Studi su lavoratori professionalmente esposti ad intensi campi magnetostatici hanno evidenziato una casistica assai multiforme di sintomatologie per lo più soggettive (irritabilità, affaticamento, mal di testa, perdita di appetito ed altro), senza che sia stato possibile stabilire un sicuro rapporto causa-effetto. Altri tipi di disturbi, un po' più oggettivi e riproducibili (vertigini, nausea, percezione di sapore metallico, fosfeni), sono stati riscontrati in individui in movimento dentro un campo magnetostatico di almeno 4 T. Sembra si possano escludere, invece, conseguenze sanitarie come tumori o altre patologie gravi.

Più in generale, nessun effetto negativo è mai stato associato ad esposizioni transitorie a livelli inferiori ai 2 T. Su questa osservazione si fondano le raccomandazioni emanate nel 1994 dall'ICNIRP (vedere sotto), forse la più autorevole organizzazione normativa internazionale per le radiazioni non ionizzanti. I limiti specificati in tali raccomandazioni, nelle varie situazioni di esposizione, sono riassunti nella tabella sottostante.

Esposizioni professionali	Esposizione continua, corpo intero	max. 200 mT
	Esposizioni brevi, corpo intero	max. 2 T
	Esposizioni brevi, solo arti	max. 5 T
Popolazione comune	Esposizione continua	max. 40 mT
	Esposizioni occasionali e controllate	Come professionalmente esposti

Un caso a parte è costituito dai portatori di pacemaker o di altri dispositivi impiantabili, che possono esibire malfunzionamenti se esposti a campi dell'ordine di 0,5 mT o superiori. Apposite segnalazioni dovrebbero essere utilizzate per avvertire questi soggetti, in modo da evitare loro di penetrare in zone dove tali valori possono essere superati.

A queste raccomandazioni si deve aggiungere infine l'avvertimento che campi dell'ordine di 1 mT o superiori possono danneggiare irrimediabilmente le informazioni registrate su dischetti floppy, carte di credito, nastri audio e video ed altri supporti magnetici.

Per approfondire:

Quasi tutto quanto sopra riportato proviene dai tre riferimenti seguenti, dove chi lo desidera potrà trovare moltissime altre informazioni sull'argomento.

UNEP (United Nations Environment Programme) - WHO (World Health Organization) - IRPA (International Radiation Protection Association): Environmental health criteria 69 "Magnetic fields", Geneva, 1987.

ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection): Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields, Health Physics Volume 66, Number 1, January 1994, pp.100-106.

John Moulder: [Static electric and magnetic fields and human health: questions and answers.](#)