

# IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE: CARATTERISTICHE ED EFFETTI SULLA NOSTRA VITA

Claudio Poggi



Federazione Regionale  
degli Ordini degli Ingegneri  
della Liguria

6

**IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE:  
CARATTERISTICHE ED EFFETTI  
SULLA NOSTRA VITA**

Claudio Poggi

## IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE: CARATTERISTICHE ED EFFETTI NELLA NOSTRA VITA

Autore  
Ing. **Claudio Poggi**  
ingpoggi@gmail.com  
www.claudiopoggi.it

### Block Notes n. 6

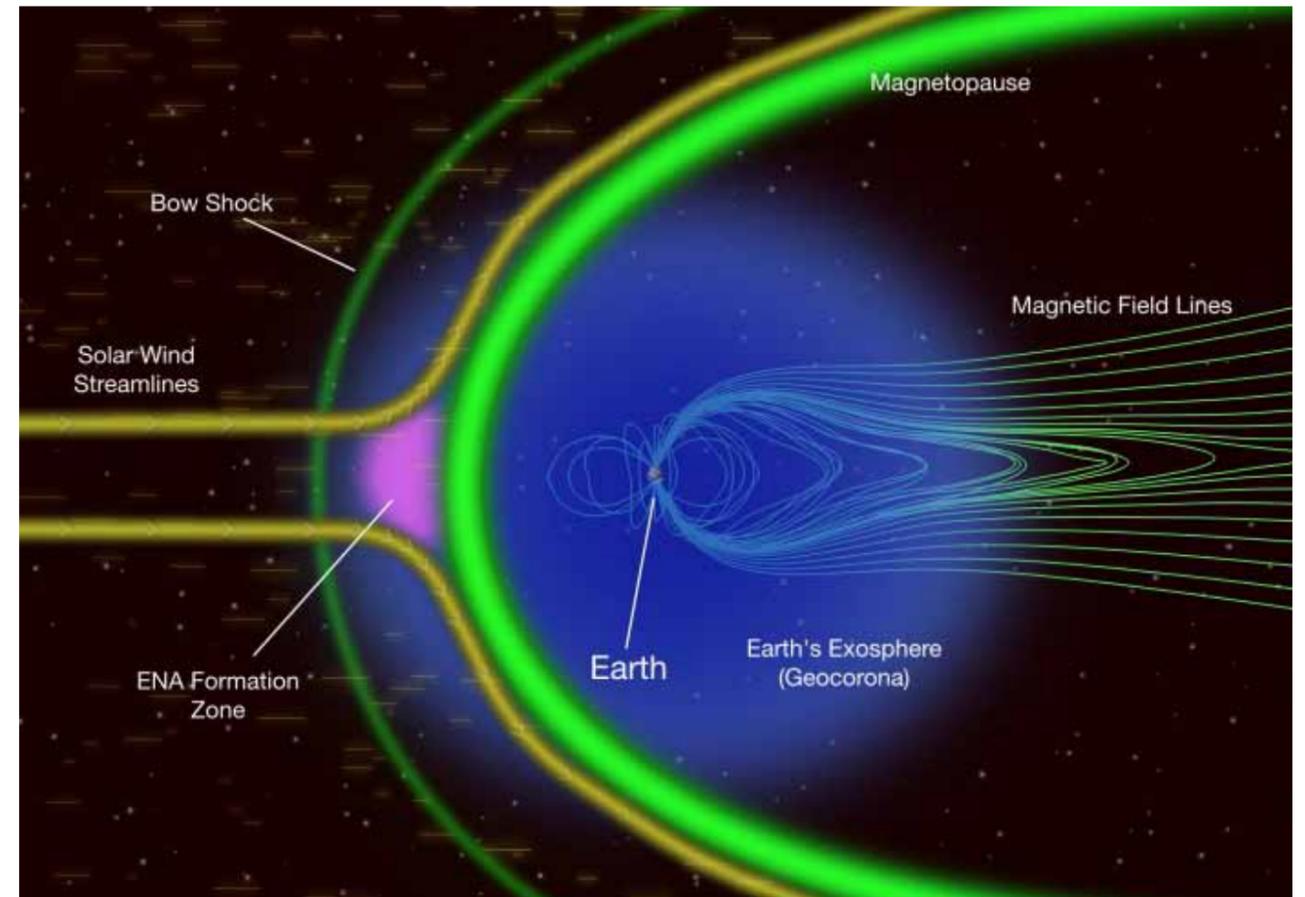
Supplemento al n. 3 marzo 2015  
del mensile **A&B – Atti e Bollettino di informazione degli Ordini degli Ingegneri della Liguria**  
della *Federazione degli Ordini degli Ingegneri della Liguria*

Presidente **Maurizio Michelini**  
Editore: **Nuova Grafica LP**  
Progetto Editoriale: **Agenzia ABA News**  
Reg. Tribunale di Genova n. 64 del 25 marzo 1949 – Anno LXVI  
*in attesa di variazione periodicità*  
Direttore responsabile **Gianfranco Sansalone**

Publicato in edizione Pdf su [www.federazioneingegneri.liguria.it](http://www.federazioneingegneri.liguria.it)  
Provider <http://sites.google.com>

*Ingegnere Elettronico libero professionista da 30 anni, l'ing. Claudio Poggi si è laureato al DIBE di Genova, dove "maestri" del calibro di Chiabrera gli hanno trasmesso un particolare interesse per la biologia e la biofisica, che si affianca, anche professionalmente, alla più consueta attività di progettista nei settori dell'informazione e dell'automazione industriale. Attualmente è responsabile della ricerca e del product development di una PMI attiva nel settore elettromedicale.*

La presenza del Campo Magnetico generato dal nostro pianeta è uno dei fenomeni fisici più sottovalutati della nostra storia. Tutti sappiamo che esiste, anche perché tutti prima o poi abbiamo avuto per le mani una bussola. Ma in fondo siamo convinti che non ci debba interessare poi molto, e che sia invece una cosa che riguarda più che altro i marinai, gli esploratori o i boy scout.



**Fig. 1** – la Magnetosfera  
(Credit: NASA/Goddard Space Flight Center)

Se ci soffermassimo ad approfondire la questione, però, scopriremmo che il Campo Magnetico Terrestre (Campo Geomagnetico) ha un'importanza fondamentale nelle nostre vite perché innanzitutto contribuisce a rendere abitabile il nostro pianeta.

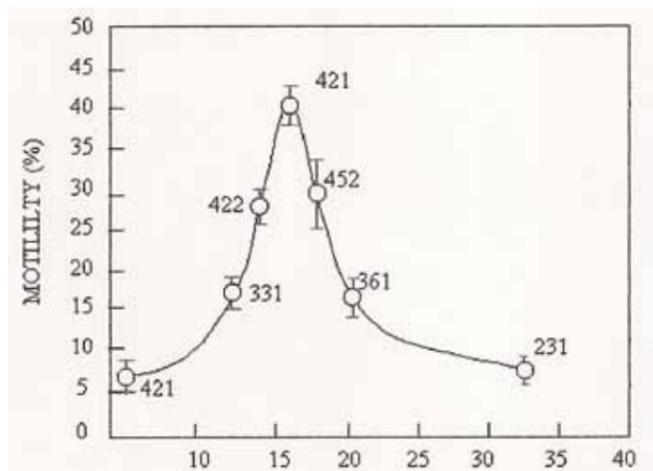
Infatti il Campo Geomagnetico si estende per parecchie decine di migliaia di chilometri, in una zona di spazio che si chiama Magnetosfera (V. Fig. 1), deviando in gran parte i Raggi Cosmici e le altre particelle (che altrimenti precipiterebbero sul nostro pianeta) e producendo a volte fenomeni molto spettacolari, quali le Aurore Boreali, ma soprattutto salvandoci la vita.

Ma gli effetti del Campo Geomagnetico non finiscono qui: infatti è implicato in molti altri fenomeni, alcuni dei quali interessano la Biologia.

Uno di questi, ad esempio, è l'effetto Zhadin, che secondo alcune interpretazioni potrebbe spiegare gli effetti biologici dei Campi Elettromagnetici debolissimi.

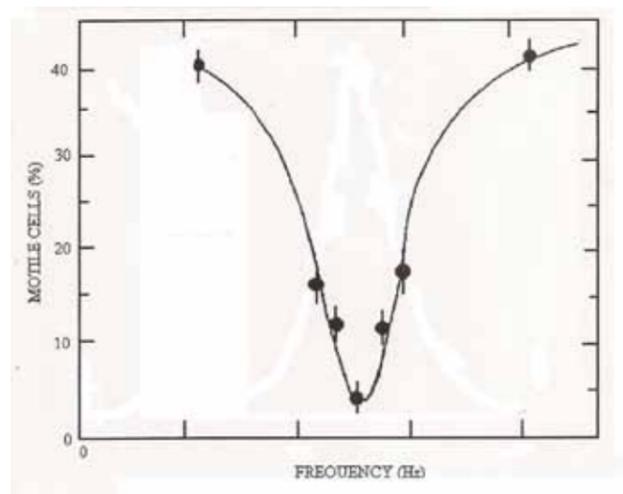
Un altro, che a noi interessa maggiormente, ha a che fare con la forza di Lorentz (cioè la deviazione di una particella carica operata da un Campo Magnetico statico), e più in particolare - in biologia - con la Teoria della Ionorisonanza Ciclotronica, che fu per la prima volta ipotizzata a metà degli anni '80 dal Prof. Liboff sulla base di un enorme numero di osservazioni compiute su diversi sistemi biologici (da alghe unicellulari a topolini, passando per colture cellulari in vitro, ecc.), riguardanti tutte una sorta di attivazione "elettromagnetica" di ben precise specie ioniche, e quindi i loro effetti biologici.

Faccio solo un esempio: una delle primissime osservazioni riguardò le diatomee, la mobilità delle quali risulta incrementata quando siano esposte a ioni calcio, e al contrario diminuita dall'esposizione a ioni potassio.



**Fig. 2** - Incremento di mobilità delle diatomee ottenuta con l'esposizione alla frequenza di risonanza del calcio (da un lavoro di McLeod, Smith e Liboff, con il permesso di uno degli autori)

Liboff notò che si poteva incrementare o decrementare la mobilità semplicemente fornendo un Campo Elettromagnetico di frequenza pari a quella della ionorisonanza di ciclotrone dell'una o dell'altra specie ionica.



**Fig. 3** - Diminuzione di mobilità delle diatomee ottenuta con l'esposizione alla frequenza di risonanza del potassio (da un lavoro di McLeod, Smith e Liboff, con il permesso di uno degli autori)

Dunque, fu osservato che in biologia alcune specie ioniche sembrano assumere comportamenti risonanti (*Ion Cyclotron Resonance like*) a frequenze che sono determinate dal Campo Magnetico Terrestre (in mancanza di altri fattori che si sovrappongano), secondo la classica formula della frequenza di ciclotrone

$$F = B_0 (Z_i / 2\pi \cdot m)$$

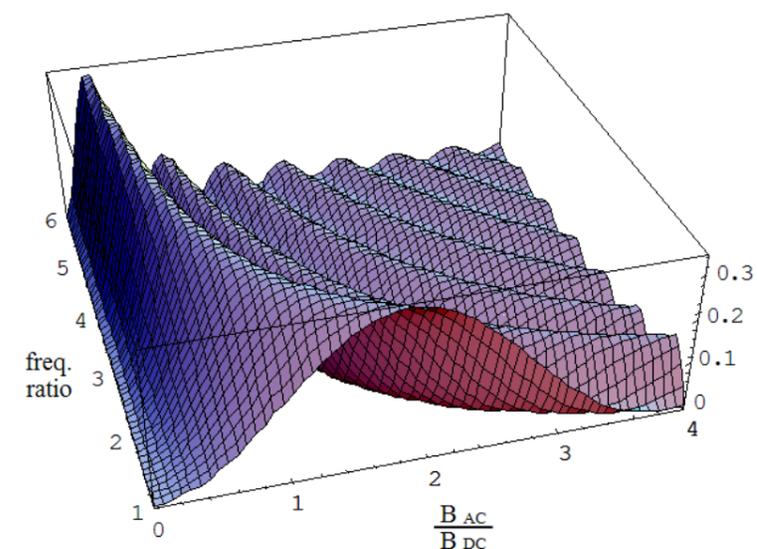
dove  $B_0$  è il valore del Campo Geomagnetico, e  $Z_i$  e  $m$  sono rispettivamente la carica e la massa dello ione.

Questi fenomeni di risonanza, o che assomigliano ad una risonanza financo nella formulazione matematica, sono stati verificati in decine di casi diversi e in svariati sistemi biologici, negli ultimi decenni. Il problema è che non dovrebbero esserci, per diverse ragioni: una di queste è il famoso "problema del

KT", un altro è il fatto che in fisica la risonanza di ciclotrone avviene nel vuoto, mentre in biologia gli ioni sono soggetti ad urti.

A spiegare il fenomeno della *Ion Cyclotron Resonance* in biologia (ICR) ci hanno provato in molti: Chiabrera, Lednev, Blackman e diversi altri, ma nessuno è riuscito a proporre una teoria pienamente convincente. A parte, forse, Liboff stesso, il quale nel 2008 ha presentato<sup>1</sup> un modello matematico che include gli urti subiti dagli ioni in un sistema biologico, e prevede anche il luogo in cui si esplica l'effetto biologico del campo elettromagnetico: la membrana cellulare (probabilmente i canali ionici). Tralasciando la ponderosissima trattazione matematica del modello, arriviamo direttamente alla sua conclusione, che viene visualizzata molto bene dal grafico in Fig. 6, in cui l'asse verticale rappresenta l'effetto biologico di un Campo Elettromagnetico (espresso come mobilità di un determinato ione in un medium biologico), in funzione sia del rapporto dell'intensità  $[B_{AC}]$  del Campo Elettromagnetico rispetto a quella del Campo Magnetico Terrestre  $[B_{DC}]$ , che del rapporto tra la frequenza del Campo Elettromagnetico e la frequenza di Ciclotrone dello ione preso in considerazione.

Per fare un esempio, secondo questo modello un Campo Elettromagnetico con frequency ratio =1, cioè con frequenza pari a quella di Ciclotrone di una data specie ionica, ha la sua massima efficacia, sulla mobilità dello ione, quando abbia una ampiezza di circa 1,9 volte quella del Campo Geomagnetico, mentre con una frequenza di 6 volte quella di Ciclotrone (sempre per un dato ione) ha la massima efficacia con una intensità di solo 0,3 volte quella del Campo Geomagnetico.



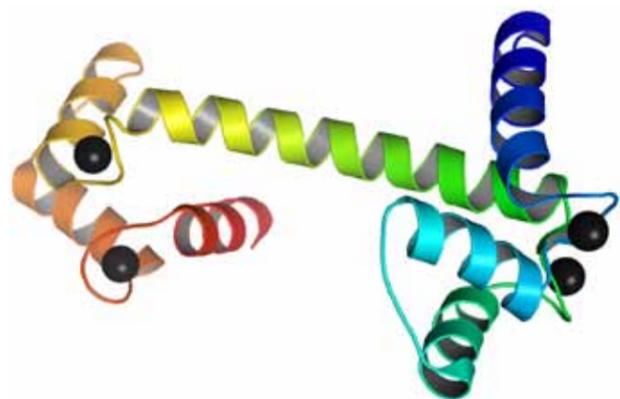
**Fig. 6:** mobilità ionica in funzione di frequenza e rapporto  $B_{AC}/B_{DC}$  (Con il permesso di A. Liboff)

La teoria ICR proposta da Liboff non è però non l'unica: in realtà quelle proposte sono molte.

Ad esempio, un'altra spiegazione ad alcuni degli effetti di risonanza osservati è stata data nel 1991 da Lednev, con la teoria della Risonanza Parametrica, che propone la molecola di *Calmodulina* come sito in cui si manifestano questi effetti.

Il calcio è l'elemento minerale più abbondante del nostro corpo, e il fosforo è il secondo. Questo non è affatto sorprendente, dato che le nostre ossa sono rinforzate e sostenute da circa due chili di calcio e fosforo. Il nostro corpo usa anche una piccola quantità di calcio, nella forma di ioni calcio, per svolgere compiti più attivi. Gli ioni calcio svolgono un ruolo essenziale nelle segnalazioni cellulari, aiutando a controllare processi come la contrazione muscolare, la trasmissione dell'impulso nervoso, la fecondazione e la divisione della cellula. Attraverso l'azione delle pompe calcio e di molte altre proteine che legano il calcio, le cellule mantengono il loro livello interno di calcio da 1.000 a 10.000 volte più basso rispetto al sangue. Quando il calcio viene rilasciato all'interno delle cellule, può innescare vari effetti biologici, facendo contrarre un muscolo, rilasciando insulina dal pancreas, o impedendo l'entrata di altri spermatozoi dopo che l'uovo è stato fecondato.

<sup>1</sup> Vincze, Szasz, Liboff "New Theoretical of ion resonance phenomena" Bioelectromagnetics, 2008 July



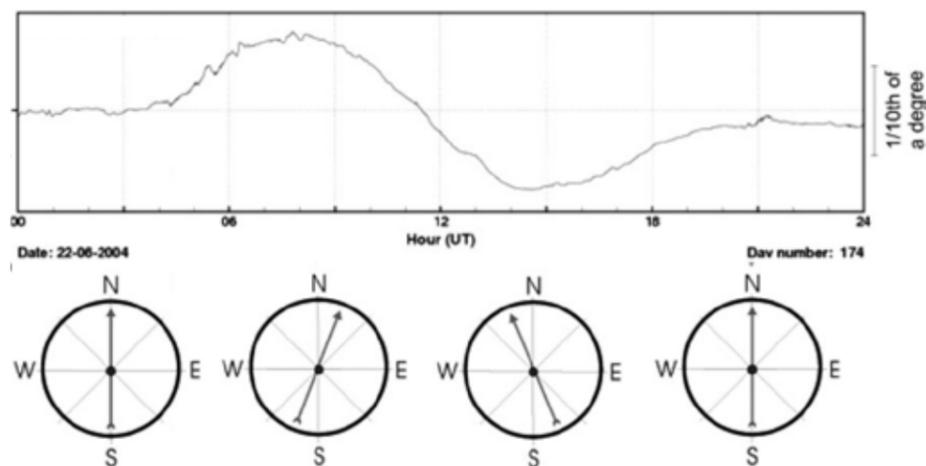
**Fig. 7:** gli ioni Calcio nella Calmodulina

Come suggerisce il suo nome, la **calmodulina** è una proteina modulata dal calcio (CALcium MODULated proteIN). È abbondante nel citoplasma di tutte le cellule più evolute ed è rimasta quasi immutata nel corso dell'evoluzione.

La calmodulina agisce come una proteina intermediaria che sente i livelli di calcio e rilascia segnali ai vari enzimi sensibili al calcio, ai canali ionici e ad altre proteine: è una piccola proteina a forma di manubrio composta di due domini globulari collegati da un connettore flessibile. Ognuna delle due porzioni terminali si lega a due ioni calcio. In questa figura ha tutti i quattro siti occupati da ioni calcio (colorati in nero) ed il connettore flessibile è formato da una lunga alfa-elica che separa i due domini di legame del calcio. In sostanza, la teoria della Risonanza Parametrica prevede che l'effetto biologico del Campo Elettromagnetico abbia inizio proprio con la risonanza di questi ioni Calcio.

La cosa veramente singolare è che sia Liboff che Lednev, pur partendo da assunti così differenti, pervengano alla stessa conclusione, e cioè che il massimo effetto biologico di un Campo Elettromagnetico si ha per valori pari a quasi 2 del rapporto la sua intensità  $[B_{AC}]$  e quella del Campo Magnetico Terrestre  $[B_{DC}]$  AC/DC.

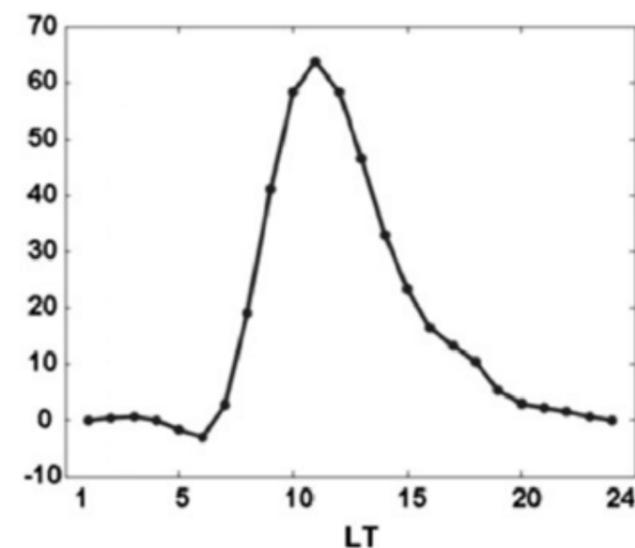
Dunque, *l'intensità* del Campo Magnetico Terrestre è estremamente importante per la nostra vita, ma non finisce qui: sono importanti anche le sue *variazioni*, che possono riguardare la declinazione (V. Fig. 8) o l'intensità (V. Fig. 9).



**Fig. 8** - Variazione della declinazione del Campo Magnetico Terrestre

Queste variazioni hanno caratteristiche interessanti:

- 1)** avvengono sempre durante le ore di luce (una spiegazione è che la ionizzazione provocata dagli ultravioletti fornisca elettroni liberi che si muovono tutti assieme a causa della forza di gravità solare);
- 2)** sono nell'ordine di alcune decine di nT, che è poi il valore che è stato provato essere rivelabile biologicamente per esempio negli uccelli.



**Fig. 9** - Variazione dell'intensità del Campo Magnetico Terrestre

I valori rappresentati sono rilevati in periodi senza tempeste solari. Ovviamente quando c'è grande attività solare si possono produrre variazioni che sovrastano completamente questi valori.

Il fatto che queste variazioni siano fasate con le ore di luce *suggerisce che possano avere anche funzioni di sincronizzazione dell'orologio biologico, esattamente come l'alternarsi di notte e giorno.*

Tra le varie funzioni regolate dall'orologio biologico c'è la produzione di melatonina da parte della ghiandola pineale nelle ore notturne, quando la retina non riceve luce. La melatonina è un potente antiossidante e la sua produzione serve alla riparazione dei componenti cellulari danneggiati durante il giorno.

Reiter (1993), Selmaoui e Touitou (1995) hanno dimostrato che non solo la luce, ma anche i campi ELF bloccano la produzione notturna di melatonina.

È dimostrato inoltre (Olcese, 1985) che la retina ha recettori sensibili a deboli campi magnetici.

Il fatto che sia la luce che il campo elettromagnetico influiscano sull'orologio biologico, e che entrambi siano rivelati da sensori posti nello stesso organo, *potrebbe significare che abbiano un funzionamento complementare* e che abbiano seguito lo stesso percorso nell'evoluzione.

Da tutto questo consegue il fatto che disturbi del ciclo magnetico possono influire sull'orologio biologico allo stesso modo in cui influiscono alterazioni del ciclo luminoso, come *jetlag* o deprivazione del sonno.

Quindi può essere ragionevole affermare che *disordini magnetici possono spiegare l'incremento di problemi medici, come l'incremento dei ricoveri psichiatrici* (Friedman, 1963), *dei suicidi* (Berk 2006), *degli infarti cardiaci* (Mendoza, 2000), osservati durante le tempeste solari.

Ecco dunque un'altra caratteristica del Campo Magnetico Terrestre - la *variazione* - che può essere importante nella nostra biologia.



Federazione Regionale  
degli Ordini degli Ingegneri  
della Liguria