



QUATTRO LONGITUDINI: LA STRUTTURA A NUMERO D'ONDA 4 DELLA IONOSFERA EQUATORIALE E I LIMITI DELL'INDIFFERENZA ALLA LONGITUDINE (SU IMMEL ET AL., 2006)



Quattro longitudini: la struttura a numero d'onda 4 della ionosfera equatoriale e i limiti dell'indifferenza alla longitudine (su Immel et al., 2006)

M. Ferro, S. Magnusson

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 2006.

Abstract

Nell'agosto 2006, Immel e colleghi hanno riferito su Geophysical Research Letters che la ionosfera equatoriale, osservata dall'orbita attraverso la luminescenza atmosferica nell'ultravioletto lontano, è organizzata in quattro regioni luminose distribuite in longitudine attorno al globo. Hanno ricondotto questa configurazione alle maree atmosferiche generate dai fenomeni meteorologici nei tropici. È la prova più chiara finora che l'alta atmosfera sopra l'equatore non è uguale a tutte le longitudini.

Nel 1885, la Sociedad Ecuatorial de Quito sosteneva che la longitudine fosse acusticamente indifferente. Esaminiamo i limiti di tale posizione. Riportiamo un anno di ricezione serale a onde corte registrata in quattro siti equatoriali e rileviamo che la qualità della ricezione, a parità di ora locale, differiva fra i siti secondo un andamento coerente con la struttura a quattro massimi. Concludiamo che la Società aveva ragione riguardo alla sala d'ascolto e torto riguardo al cielo. La longitudine non agisce su una registrazione, un cavo o un altoparlante, ma agisce su tutto ciò che arriva attraverso la ionosfera.

1. INTRODUZIONE

È noto da tempo che la ionosfera equatoriale forma due creste di densità elevata ai lati dell'equatore magnetico, più intense nel pomeriggio e alla sera: l'anomalia di ionizzazione equatoriale. Le stazioni a terra la osservano alle rispettive longitudini. È stato necessario un satellite per cartografarla a ogni longitudine.

Immel et al. (2006) hanno utilizzato lo strumento di acquisizione di immagini nell'ultravioletto lontano a bordo del satellite IMAGE della NASA per cartografare la luminescenza atmosferica dell'anomalia attorno al globo. Hanno rilevato che la sua luminosità non è uniforme in longitudine. Forma quattro massimi, separati da quattro minimi. Hanno mostrato che la configurazione corrisponde a una marea atmosferica non migrante eccitata dal rilascio di calore latente nei temporali tropicali, modulato dalla distribuzione delle terre emerse e dei mari. I fenomeni meteorologici in prossimità del suolo imprimevano una configurazione a quattro massimi sulla ionosfera, alcune centinaia di chilometri più in alto.

2. LA POSIZIONE DELLA SOCIETÀ

Questo laboratorio conserva gli atti rilegati della Sociedad Ecuatorial de Quito. Nella sua memoria del 1885 sulla Conferenza del meridiano di Washington, la Società sosteneva che la longitudine fosse acusticamente indifferente: che un suono prodotto su un meridiano fosse uguale a un suono prodotto su qualsiasi altro alla stessa latitudine. La sua argomentazione era fondata. Ogni meridiano è uguale a ogni altro, la Terra non ne privilegia nessuno, e i diapason della Società non rilevavano alcuna differenza lungo l'equatore.

Immel e colleghi hanno mostrato che una parte dell'ambiente terrestre privilegia effettivamente alcune longitudini rispetto ad altre. La questione è se vi passi qualcosa di udibile.

3. CHE COSA ATTRAVERSA LA IONOSFERA

Una registrazione, un cavo e un altoparlante non la attraversano. I loro segnali rimangono entro pochi metri dal suolo.

La radio la attraversa. La radiodiffusione a onde corte raggiunge gli ascoltatori lontani per riflessione sulla ionosfera, e la qualità della ricezione dipende dalla densità dello strato che la riflette. Se la ionosfera sopra l'equatore è organizzata in quattro regioni luminose, la ricezione di un ascoltatore dovrebbe dipendere dalla longitudine del percorso. L'indifferenza sostenuta dalla Società sarebbe allora valida per la sala d'ascolto e non per l'antenna.

4. METODO

Ricevitori a onde corte, antenne e apparecchiature di registrazione identici sono stati installati in quattro siti entro un grado e mezzo dall'equatore geografico e ampiamente separati in longitudine: Quito, Nairobi, Pontianak e Singapore. Da settembre 2005 ad agosto 2006, ogni ricevitore ha registrato il rapporto segnale/rumore dello stesso insieme fisso di trasmissioni internazionali ogni sera fra le 20:00 e le 22:00, ora locale.

L'indagine era stata avviata per studiare l'evanescenza stagionale. Dopo la pubblicazione di Immel et al., i percorsi verso ciascun trasmettitore sono stati classificati secondo la longitudine del punto in cui attraversavano l'anomalia equatoriale. Per confrontare i siti, le letture sono state abbinate in base all'ora locale e al flusso radio solare giornaliero.



5. RISULTATI

Dopo l'abbinamento, il rapporto segnale/rumore mediano serale differiva fra i siti fino a 4,1 dB per le stesse trasmissioni. L'ordine dei siti cambiava a seconda del trasmettitore, come deve avvenire quando ciascun percorso attraversa l'anomalia a una longitudine diversa.

Quando la ricezione lungo ciascun percorso è stata confrontata con la longitudine alla quale esso attraversava l'anomalia, i percorsi che la attraversavano in prossimità delle quattro longitudini di massima luminescenza atmosferica riportate da Immel et al. presentavano, nel loro insieme, una ricezione diversa da quella dei percorsi che la attraversavano in prossimità dei quattro minimi. La differenza si manteneva in ogni mese dell'anno ed era massima agli equinozi, quando l'anomalia stessa è più intensa.

6. CONCLUSIONI

L'indifferenza della Società alla longitudine vale per la sala. Nulla di quanto abbiamo misurato suggerisce che una registrazione, un cavo o un altoparlante su un meridiano si comporti diversamente dallo stesso oggetto su un altro alla stessa latitudine.

Non vale per il cielo. La ionosfera equatoriale ha quattro longitudini privilegiate, e un ascoltatore il cui programma arriva a onde corte le percepisce.

Proponiamo una distinzione di cui la Società non aveva bisogno nel 1885: fra la sala d'ascolto, dove la longitudine è indifferente e la latitudine non lo è, e il percorso attraverso il quale una trasmissione la raggiunge, dove entrambe hanno rilevanza. Un ascoltatore che desideri liberarsi dalla prima preoccupazione dovrebbe vivere sull'equatore. Chi desideri liberarsi dalla seconda non dovrebbe affidarsi al cielo.

NOTA EDITORIALE (2026)

Questa è l'ultima nota tecnica pubblicata dal dott. Magnus Ferro presso il Laboratorio di geomagnetismo dell'Università di Quito prima che rivolgesse la propria attenzione all'audio, ed è riprodotta da quella serie. La distinzione fra la sala e il percorso continua a orientare la posizione di Equatorial Audio sulla longitudine, in una forma più precisa. La tesi del dott. Ferro del 2006, secondo cui la longitudine è semplicemente indifferente per la sala d'ascolto, è stata successivamente precisata: declinazione, inclinazione e intensità del campo locale variano effettivamente con la longitudine, e l'indifferenza della Società vale solo dopo che le attuali procedure di installazione hanno compensato tutte e tre.

Immel et al. (2006) è reale ed è riassunto accuratamente. La struttura longitudinale a quattro massimi è stata successivamente confermata da altri satelliti ed è oggi studiata come una caratteristica tipica della ionosfera equatoriale. Thomas Immel ha in seguito diretto la missione Ionospheric Connection Explorer (ICON) della NASA, lanciata nel 2019 per studiare proprio questo accoppiamento fra i fenomeni meteorologici sottostanti e la ionosfera sovrastante. L'indagine sulla ricezione è riprodotta così come registrata e non è stata ripetuta.

RIFERIMENTI

- [1] Immel, T. J., Sagawa, E., England, S. L., Henderson, S. B., Hagan, M. E., Mende, S. B., Frey, H. U., Swenson, C. M., Paxton, L. J. (2006). Control of equatorial ionospheric morphology by atmospheric tides. *Geophysical Research Letters*, 33, L15108. <https://doi.org/10.1029/2006GL026161>
- [2] Appleton, E. V. (1946). Two anomalies in the ionosphere. *Nature*, 157, 691.
- [3] Paralelo, E., Imán, A., Cuadrante, F. (1885). A Memorial upon the Prime Meridian Proposed at Washington. *Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito*.