

FORMAZIONE DELL' E-SPORADICO E METEORITI

Recentemente ho sviluppato alcune ricerche che dimostrano come la formazione dello strato E sporadico, alle latitudini temperate, abbia origini che provengono dall'esterno della terra.

Lo strato E sporadico e' causato dalla dispersione di ioni metallici derivati dalla fusione delle meteoriti che continuamente colpiscono l'atmosfera terrestre.

Non e' l'unica causa, ma l'ablazione meteorica svolge la funzione di innesco.

Quindi la propagazione e' dovuta all'azione combinata di:

- Venti ionosferici
- Flusso solare
- Ablazione Meteorica (con funzione di innesco)

Come si forma lo strato ionizzato

All'interno della regione E si localizzano forti venti orizzontali: questi venti molto intensi si muovono all'interno della ionosfera e sono separati da pochi chilometri di quota. La loro azione, combinata a quella delle onde gravitazionali di origine troposferica e a quella del campo magnetico terrestre, spinge gli ioni gassosi all'interno di quest'area, accumulandoli in strati che formano le nubi ionizzate. Si tratta di una vera e propria compressione verticale di ioni che si concentra formando sottili agglomerati ad elevata concentrazione elettronica N, caratterizzati da uno spessore di 2 - 4 chilometri e da un'altezza compresa fra i 90 e i 110 chilometri di quota.

Di norma, l'estensione di queste chiazze ionizzate non è ampia, essendo dell'ordine di 50 - 100 chilometri di diametro (alle latitudini temperate), ed il loro sviluppo in superficie è di poche migliaia di chilometri quadrati, con una concentrazione di elettroni per cm³ molto più elevata rispetto allo strato E ordinario.

Questi venti di direzione est-ovest all'interno dello strato E si muovono verticalmente per effetto delle onde gravitazionali e, in presenza del campo magnetico terrestre, comprimono gli ioni in sottili ammassamenti ad alta ionizzazione. Affinchè tale ammassamento di ioni sia possibile, sono necessari degli ioni metallici, quali gli ioni di Magnesio (Mg⁺), ioni di Ferro (Fe⁺) e Nichel (Ni⁺), caratterizzati da una capacità di ricombinazione più lenta rispetto agli altri ioni, fenomeno che consente l'ammassamento in strati densi e sottili. Gli ioni sono atomi o gruppi di atomi dotati di una carica elettrica proveniente da atomi o gruppi di atomi neutri che hanno perso o acquistato uno o più elettroni (processo di ricombinazione).

Recenti misurazioni hanno rivelato che le cortine di Es presentano un elevato contenuto di Ioni metallici (Fe⁺ e Mg⁺), oltre che O₂⁺ e NO⁺: questi sono gli ioni principali e dominanti presenti all'interno della regione E.

Gli ioni metallici sono il residuo lasciato dalla polvere meteorica che entra nell'atmosfera terrestre catturata dalla forza gravitazionale della terra.

La ionizzazione meteorica non è l'unica causa, ma dovrebbe avere una **funzione catalizzatrice** per l'intero meccanismo, soprattutto per i fenomeni di Es più intenso (quello che interessa le frequenze più alte, 50 e, soprattutto, 144 MHz).

L'intensità dell'evento di Es dipende dalla ionizzazione residua dello strato, dal numero di ioni pesanti presenti (relativi alla precipitazione meteorica) e dalla forza dei venti ionosferici, soprattutto dall'ampiezza dell'indice di cambiamento della velocità del vento con l'altezza, responsabile dell'ammassamento ionizzato.

Composizione atomica delle Meteoriti

La composizione atomica delle meteoriti che entrano nell'atmosfera terrestre, e' mostrata nella tabella in basso.

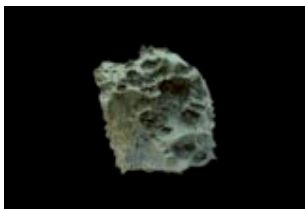
Gli elementi metallici dominanti sono il Ferro, il Magnesio, il Nichel e l'Alluminio.

Le meteoriti possono essere sostanzialmente di due tipi: meteoriti ferrose oppure meteoriti rocciose (Iron meteorite, Stony meteorite).

Per la formazione dell'E sporadico concorrono entrambe, anche se le prime forniscono il maggior apporto di atomi metallici.

Typical Composition:

Iron Meteorite	Stony meteorite
Iron 91 %	Oxygen 36%
Nickel 8.5%	Iron 26%
Cobalt 0.6%	Silicon 18%
	Magnesium 14%
	Aluminum 1,5%
Source:	Nickel 1,4%
Encyclopaedia Britannica	Calcium 1,3%



Quando attraversano l'atmosfera, i meteoriti si riscaldano a temperature superiori a 3000 gradi Fahrenheit e, nel caso dei componenti più grandi, emettono luce. Il riscaldamento non avviene per attrito, come si potrebbe comunemente pensare, ma si tratta di un fenomeno denominato *pressione dinamica*.

Un meteorite comprime l'aria che si riscalda e, a sua volta, riscalda il meteorite.

Il calore intenso vaporizza la maggior parte dei frammenti: i frammenti più grossi diventano visibili fino a circa 90 chilometri di distanza.

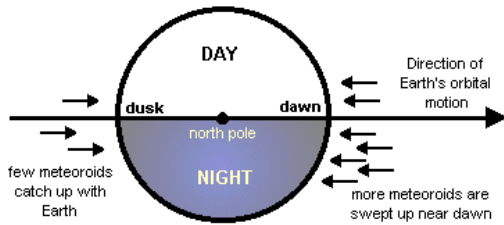
Alcuni grandi meteoriti causano un flash più luminoso denominato *fireball*: si tratta di una vera e propria esplosione che può essere udita anche fino a 50 chilometri di distanza.

La distruzione nell'atmosfera dipende dalla composizione relativa, dalla velocità e dall'angolo di entrata dell'oggetto.

Un meteorite più veloce, con un angolo obliquo, subisce la forza più grande.

I meteoriti ferrosi resistono meglio alla pressione dinamica rispetto a quelli rocciosi, e si disintegrano a quote più basse di circa 10 - 12 chilometri, dove l'atmosfera diventa più densa.

Il materiale meteorico che entra nell'atmosfera terrestre può raggiungere una quantità pari a parecchie tonnellate ogni giorno. Infatti, possono essere miliardi i meteoriti che raggiungono la Terra, ma sono così piccoli che il loro peso totale si considera dell'ordine di una tonnellata. Di solito hanno forme strane e sono molto pesanti in confronto alla loro grandezza.



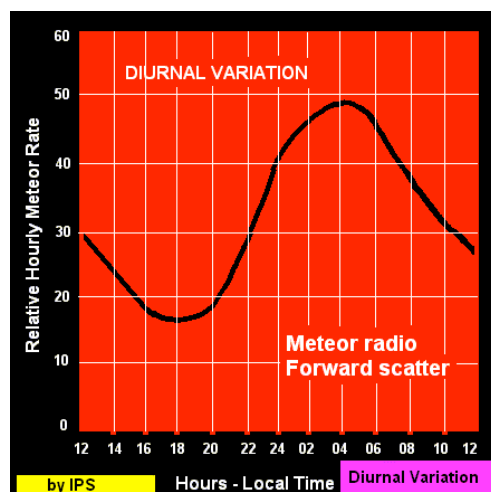
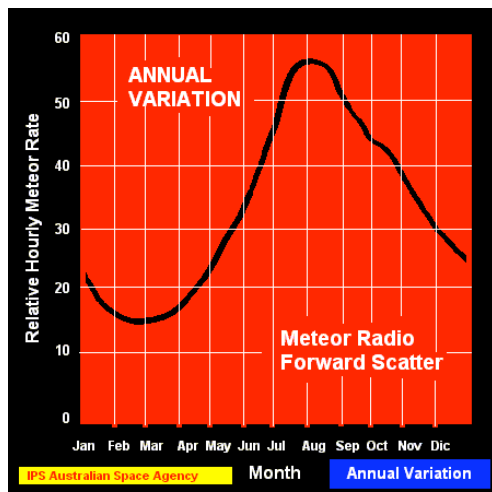
Variazioni nel flusso meteorico

Si calcola che, quotidianamente, entrino nell'atmosfera (con una velocità dell'ordine dei 100.000 km/ora) qualche decina di miliardi di micro meteoriti del diametro di un decimo di millimetro, senza contare le particelle di dimensioni più grandi. L'ablazione avviene all'altezza dello strato E, dove le possibilità di collisione con le molecole dei gas sono maggiori (per effetto dell'elevata densità).

Questo flusso di meteoriti non è costante.

Esso varia secondo le ore del giorno e della stagione, oltre che da anno ad anno.

Queste variazioni sono indicate nei due grafici che mostrano le variazioni tipiche giornaliere ed annuali.



Noi sappiamo che il fenomeno dell'E sporadico è concentrato prevalentemente nei mesi estivi, e questo sembra confermato dall'andamento del diagramma che raffigura la variazione annuale: il flusso meteorico è maggiore nei mesi da Giugno a Settembre, in coincidenza con i mesi statisticamente migliori per le aperture di E sporadico.

Non è casuale che le aperture più frequenti ed intense di propagazione Es siano concentrate in alcuni mesi dell'anno: un legame, anche se forse non è l'unica spiegazione, ci deve essere.

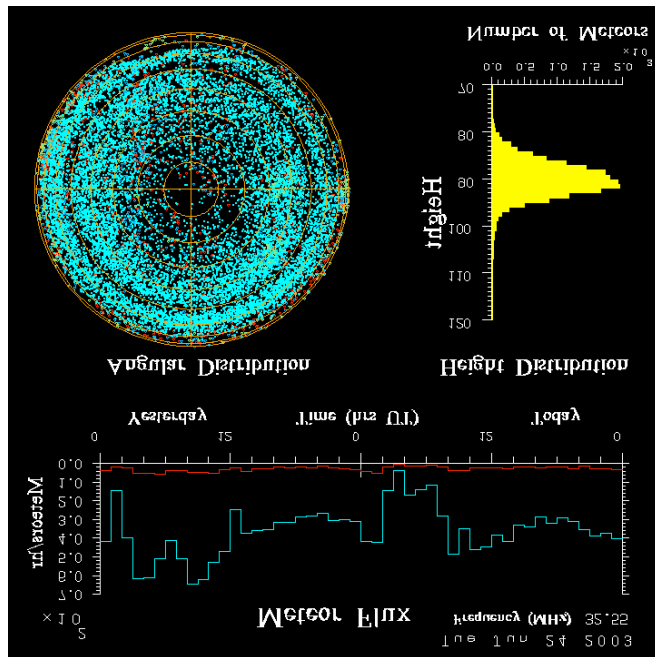


Fig.1: Diagramma del flusso meteorico del 24/06/2003 corrispondente a una buona apertura di E sporadico sui 50 MHz. Dalla curva, che illustra la distribuzione di meteoriti con l'altezza, si vede come la maggior concentrazione sia compresa tra gli 80 e i 100 chilometri nella regione E.

Rilevamento dati

Ho preso come riferimento il contest IARU sui 50 MHz del 22 Giugno 2003, poiché è stata possibile un'osservazione sistematica sulla propagazione per E sporadico.

Grazie ai dati disponibili da SKIYMET METEOR RADAR, sono riuscito a confrontare il flusso di meteoriti del 22/06/03 con il flusso di una giornata, presa come campione, senza nessuna apertura di E sporadico il 30/10/2003.

I dati sono riportati nella figura 2, dove la curva rossa si riferisce al flusso del 22 Giugno e la curva gialla al 30/10.

Ho confrontato i dati di altre aperture con altri giorni: i risultati sono simili.

La differenza di flusso meteorico è notevole e sembra confermare come il fenomeno delle meteoriti sia l'elemento determinante per la formazione dell'Es.

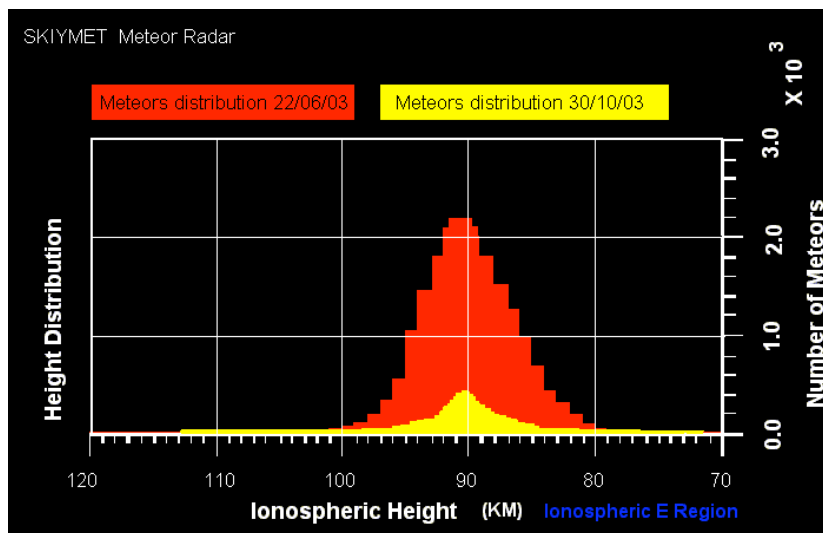


Fig. 2: Dati da SKIYMET METEOR RADAR: confronto tra il flusso meteorico del 22/06/03 (buona apertura di Es a 50 MHz) e il flusso del 30/10/03, quando la propagazione di Es risultava completamente chiusa.

Inoltre, l'andamento della propagazione nel corso della giornata del 22/10 non si è rivelato costante, ma la qualità delle aperture, quindi dei segnali, ha subito un andamento ciclico che sembra confermato dal non costante flusso meteorico (variazione giornaliera). Come riportato nella figura 3, l'andamento della propagazione sembra seguire l'andamento della quantità di meteoriti che entrano nell'atmosfera.

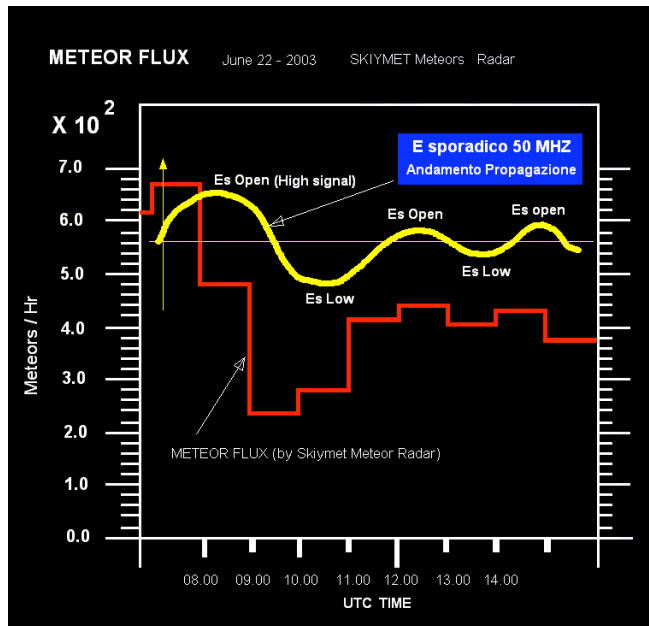


Fig. 3: Confronto tra il flusso di meteoriti ed il livello della propagazione Es

F.Egano

Propagation Studies www.qsl.net/ik3xtv

flavio.egano@schneiderelectric.it

Bibliografia:

SKIYMET Meteor Radar Flux by Andoya Rocket Range-Norway

NOAA (National Atmospheric and Ocean Administration)

Articoli vari di Marino Miceli, I4SN

Lo strato E sporadico, R.R. di M.Martinucci, in3www

School of Physics, University of New South Wales, Sydney-Australia "The Lunar tide in Sporadic E"

UKSMG Six news Archives

Mid Latitude Sporadic E - Michael Hawk

Newton - Lo spettacolo della Scienza

Dx Radius in Aurora and FAI radio propagation - Volker Grassmann, DF5AI

Naval Research Laboratory Washington, DC

Earth's Ionosphere - Tor Hagfors, Kristian Schlegel - Max Planck Institute of Aeronomy, Katlenburg-Lindau, Germany

Atmospheric Gravity waves - Prof. Michael P. Hickey, Dipartimento di Physics and Astronomy- Clemson University, South Carolina

Department of Physics and Astronomy - University of Western Ontario - A Short Primer on Gravity waves

Geophysical Institute, University of Alaska

What are sprites? - Jeremy Thomas

Red sprites and Blue jets - Matt Heavner.