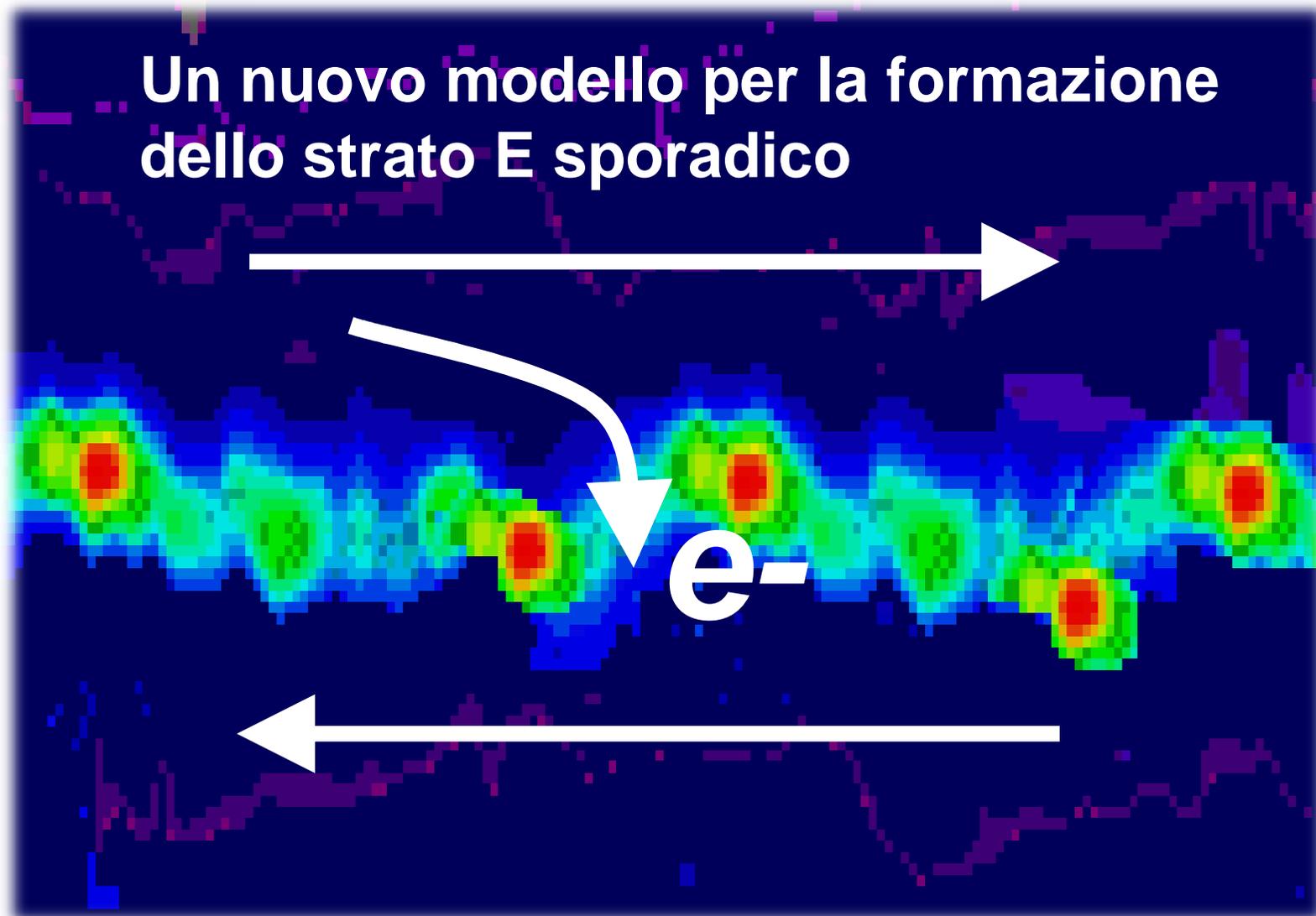


# Meteore + Wind Shear + Forza di Lorentz



# Il pulviscolo meteorico

- ❑ La materia prima viene fornita dal materiale meteorico che entra nell'atmosfera e brucia per attrito data l'altissima velocità di entrata, formando sia direttamente ioni (per surriscaldamento) sia ossidi ionizzati combinandosi con gli ioni ossigeno (questi formati dai raggi UV) presenti a quelle quote. L'atomo metallico perde un elettrone e diventa uno ione +.

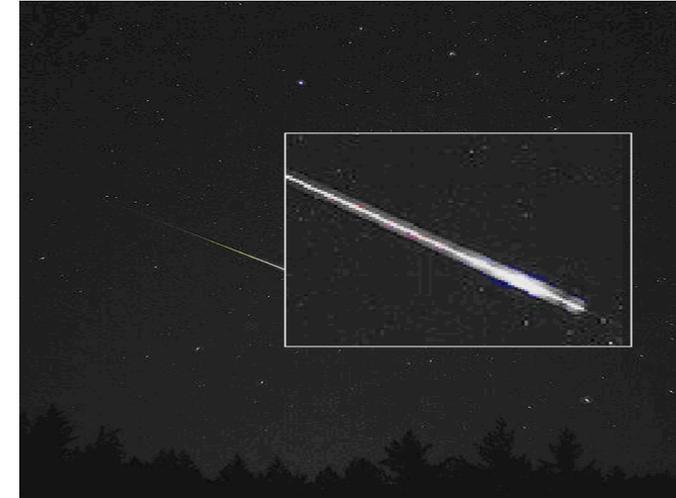


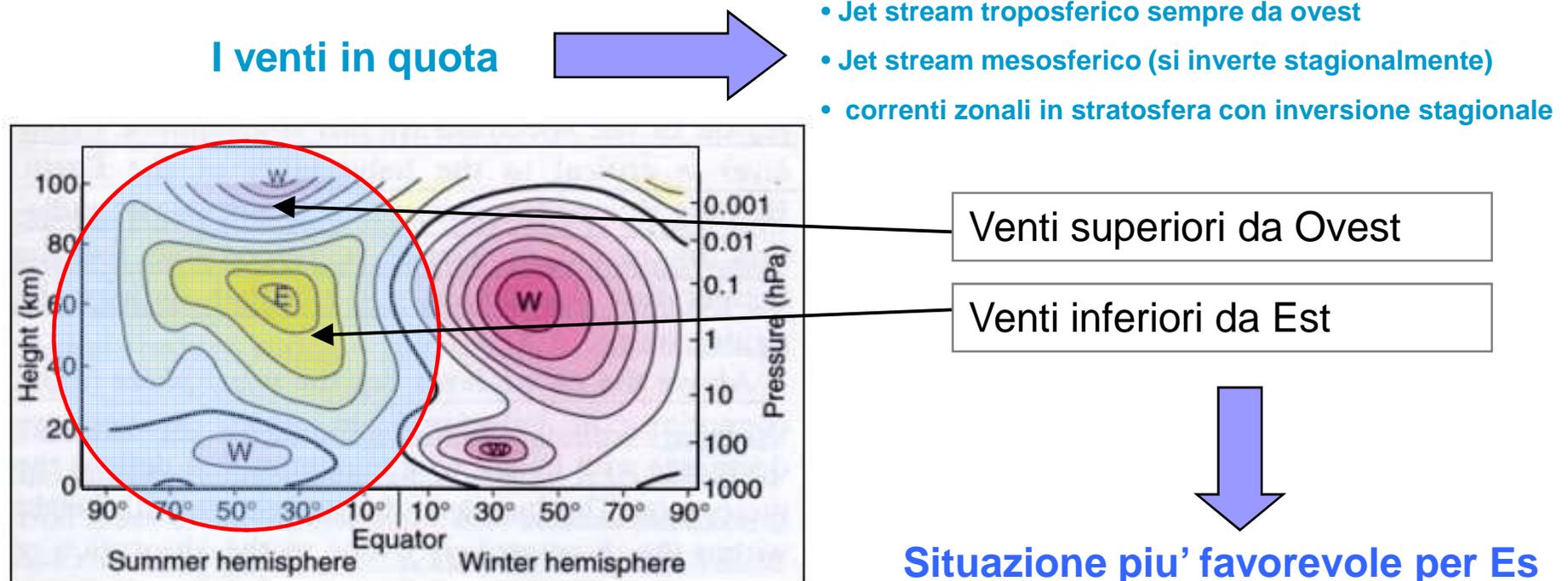
Image credits: Wikipedia  
Creative Commons Attribution

La ionizzazione da raggi UV, anche se maggiore nei mesi estivi, non consente densità elettroniche sufficienti nello strato E per consentire la formazione dello strato Es.

# I venti neutri nella Ionosfera

La chiave di lettura dell'E sporadico è da ricercare nella [meteorologia](#). Soprattutto nella dinamica dei venti neutri nella mesosfera.

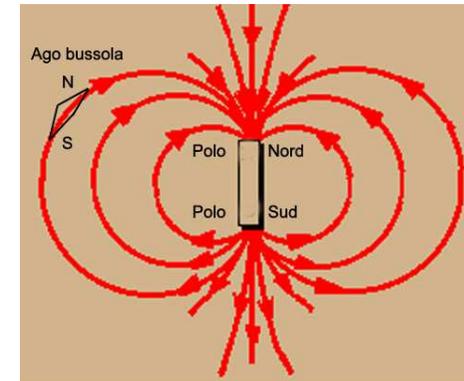
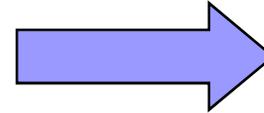
Esiste però una tendenza stagionale importante, questi venti nei mesi estivi presentano un andamento da Ovest verso Est a quote piu' alte (circa 95-100 Km) e un verso opposto a quota inferiore (circa 80-85 Km) , cioe' da est verso ovest. Il campo magnetico terrestre , orientato Sud-nord è ortogonale alla direzione dei venti inversi.



# La Forza di Lorentz

L'andamento delle linee di forza del campo geomagnetico terrestre.

□ **Andamento da Sud a Nord (Geografici)**



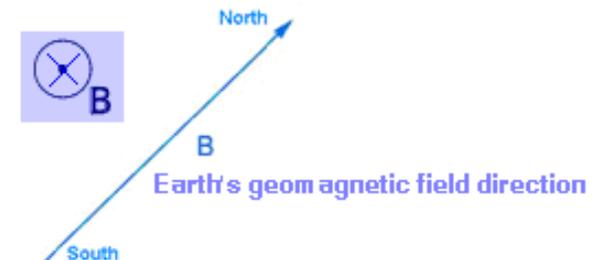
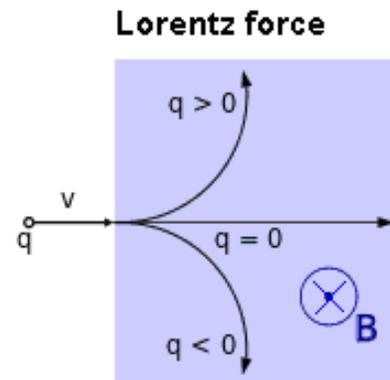
## La Forza di Lorentz

In fisica si chiama forza di Lorentz la forza che agisce su un oggetto elettricamente carico che si muove in un campo magnetico. La caratteristica principale della forza di Lorentz è che è sempre diretta perpendicolarmente sia rispetto alla direzione del moto che alla direzione delle linee di forza magnetiche.

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

Dove  $q$  è la carica elettrica

$\mathbf{v} \times \mathbf{B}$  è il prodotto vettoriale tra la velocità  $V$  e il campo magnetico  $B$



# L'azione combinata dei venti zonali + Forza di Lorentz

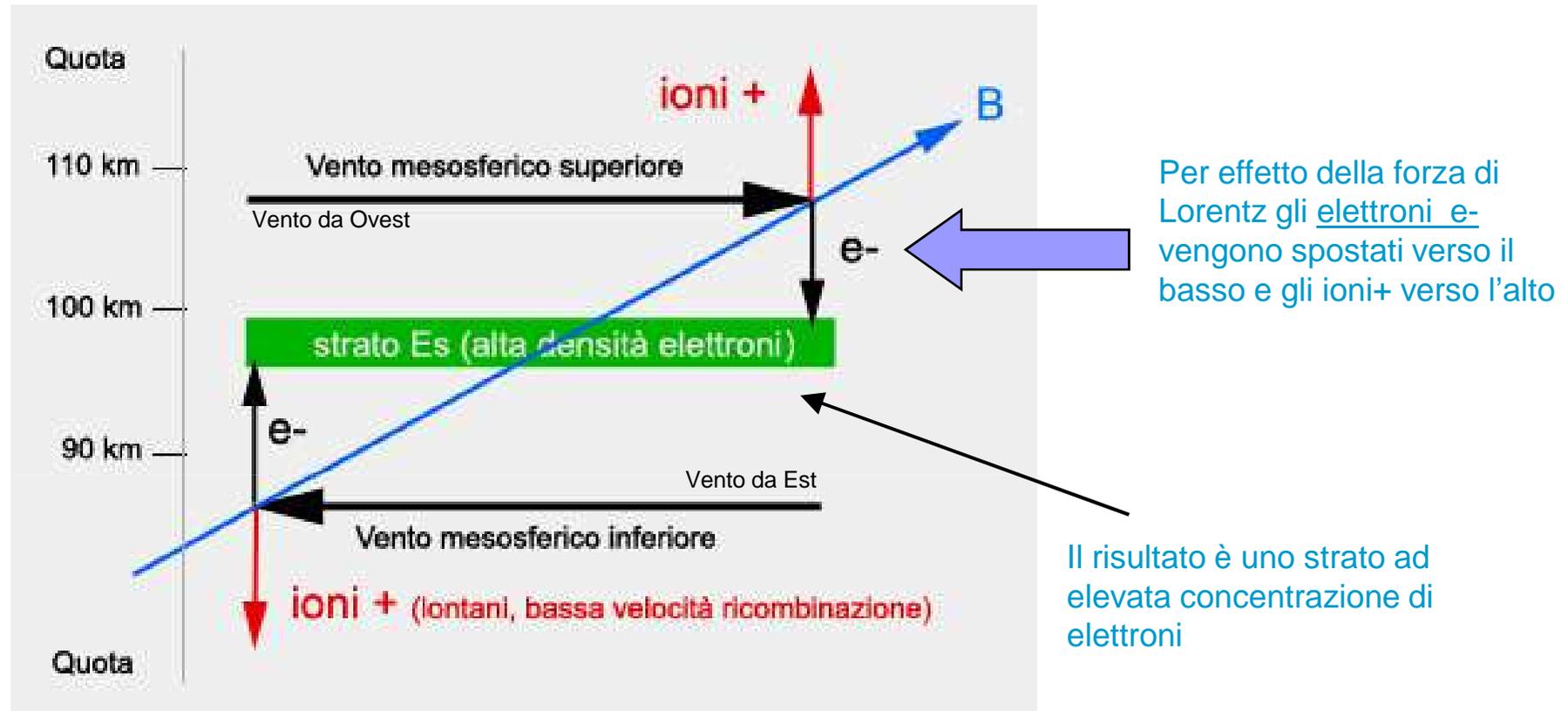


Grafico by Giorgio, Marchi, ik1uwI

Schema grafico del modello Wind Shear+ Forza di Lorentz, responsabile della concentrazione dello strato di elettroni nel mezzo. Lo schema si riferisce ai mesi estivi dove [l'andamento dominante dei venti e' verso est per quelli superiori e verso ovest per quelli inferiori.](#) [Solamente con questa direzione dei venti neutri zonali è possibile l'accumulo di elettroni liberi.](#) La rifrazione delle onde radio nella Ionosfera si deve alla concentrazione di Elettroni liberi N.

# La rifrazione ionosferica dipende dagli elettroni liberi

Quando un'onda elettromagnetica incide sulla Ionosfera, il campo elettrico dell'onda produce uno spostamento degli elettroni e degli ioni; lo spostamento degli ioni è assai più ridotto di quello degli elettroni, perché uno ione pesa assai più degli elettroni (circa 2000 volte di più nel caso dell'idrogeno atomico, il gas più leggero)

## L'indice di rifrazione nella Ionosfera

L'indice di rifrazione  $n$  visto da un'onda a frequenza  $f$  che si propaga in un gas ionizzato dipende dal numero di cariche per unità di volume  $N$  secondo la relazione:

$$n = \sqrt{1 - \frac{Ne^2}{4\pi^2 f^2 m \epsilon_0}}$$

dove  $m$  è la massa dell'elettrone,  $e$  è la carica dell'elettrone, ed  $\epsilon_0$  è la costante dielettrica del vuoto



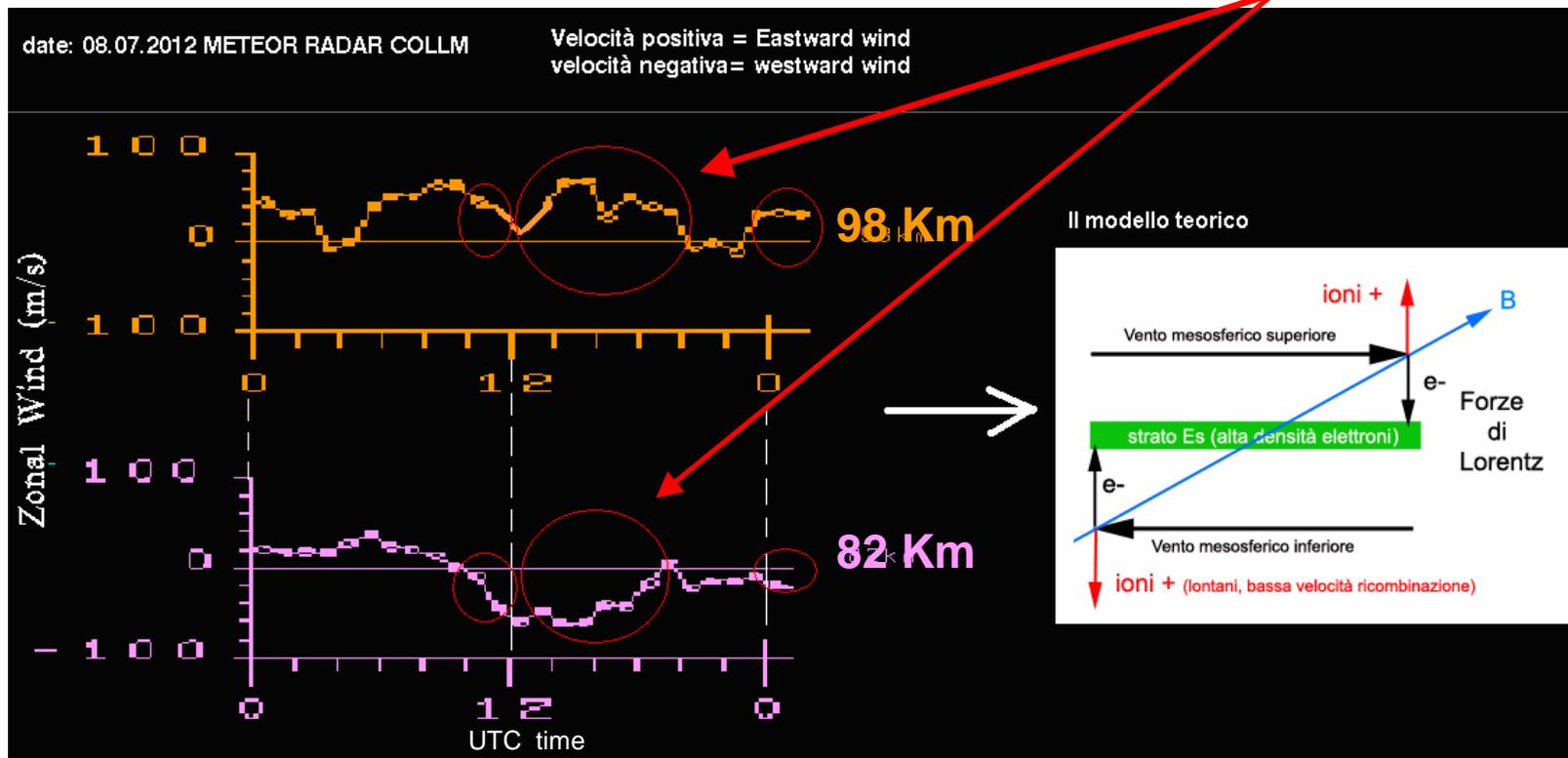
**sono gli elettroni e non gli ioni ad interagire con le onde elettromagnetiche**

# Una verifica pratica

Analisi pratica con utilizzo meteor Radar di Collm in Germania che registra le velocità dei venti zonali in quota. Quota riportata a destra del diagramma velocità dei venti. Ho estrapolato l'andamento del vento superiore ([marcato andamento verso Est](#)) Con ampiezza influenzata dalle semidiurnal tides. Il vento inferiore ha un andamento [prevalente verso Ovest](#), soprattutto per le ore di luce. Con marcata ampiezza nella parte centrale della giornata. Ho cerchiato le fasi di winds shear e di possibile accumulo elettroni. Quindi formazione di Es.

Scala velocità: 100 m/Sec=360 Km/h

Venti inversi ad alta velocità  
(alta probabilità di Es)



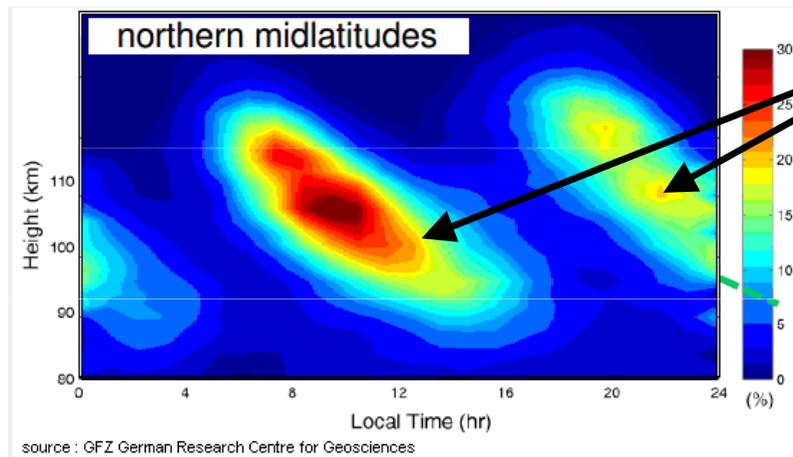
Modello elaborato da ik3xtv su grafico meteor Radar Collm

# Modello Previsionale

Una previsione certa allo stato attuale non è possibile perché non c'è la possibilità di avere dei dati in tempo reale sull'ampiezza e la fase dei venti in quota e sulla massa meteorica incontrata.

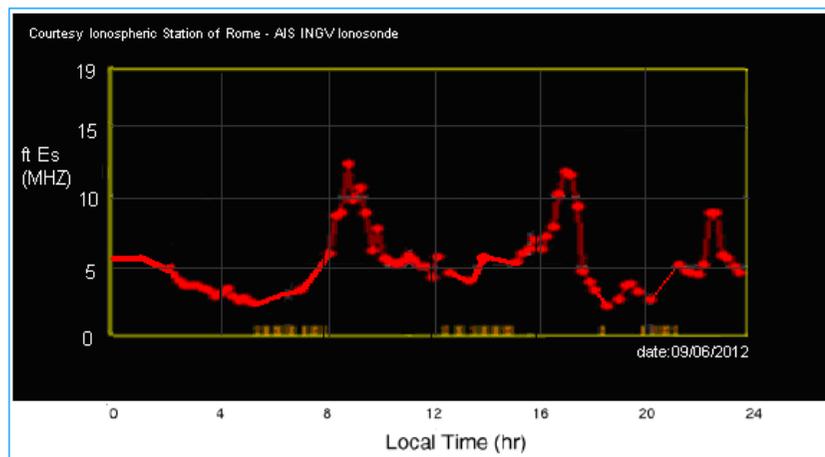
Si può tentare un modello di tipo probabilistico partendo dal fatto determinante che l'orario delle possibili aperture è governato dalle maree atmosferiche, cioè dalla variazione giornaliera dell'ampiezza dei venti.

Occorrenza in percentuale di E sporadico ad una latitudine di 40-45°.



## Semidiurnal Tides

I venti inversi presentano due picchi di velocità giornalieri ed è in prossimità di questi picchi che c'è la maggiore probabilità di E sporadico. (Semidiurnal Tides)  
Si evidenziano due massimi e due minimi per giorno (24 ore)



Confronto dell'andamento giornaliero della ftEs con la probabilità di E sporadico . Emerge una significativa corrispondenza tra la curva di Es della Ionosonda di Roma e il grafico probabilistico in alto.

# Previsioni

Tabelle di probabilità di Es in base all'ora locale

Grafici suddivisi per latitudine

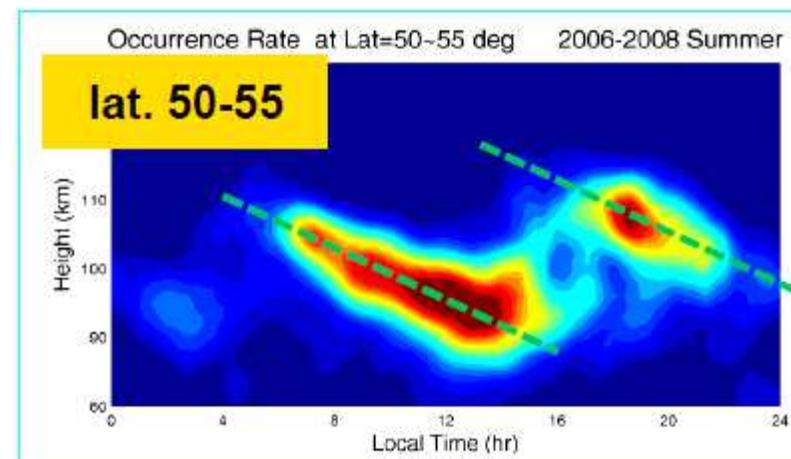
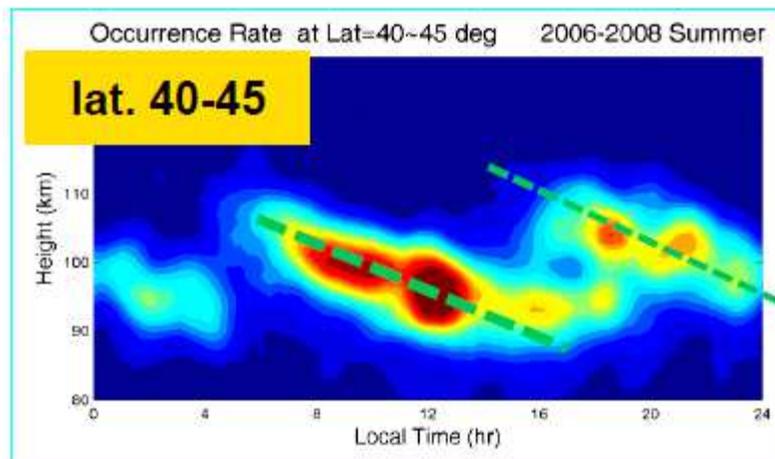
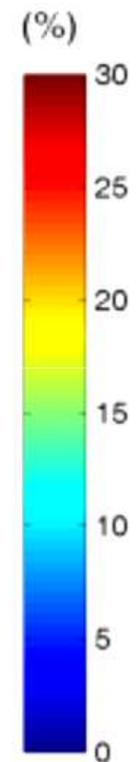
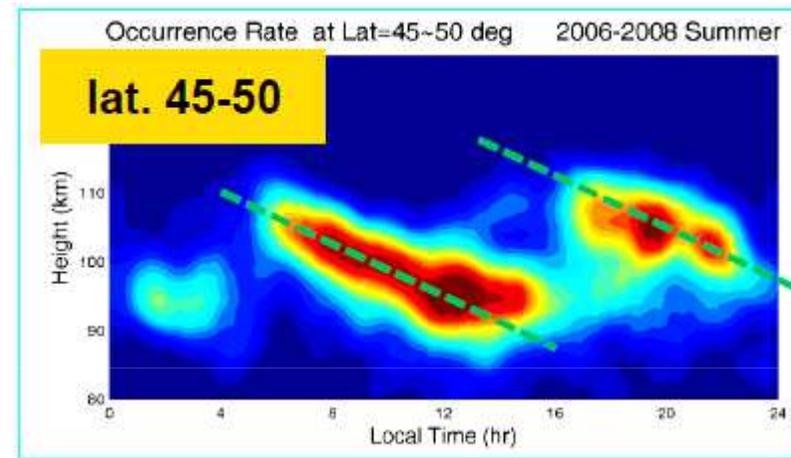
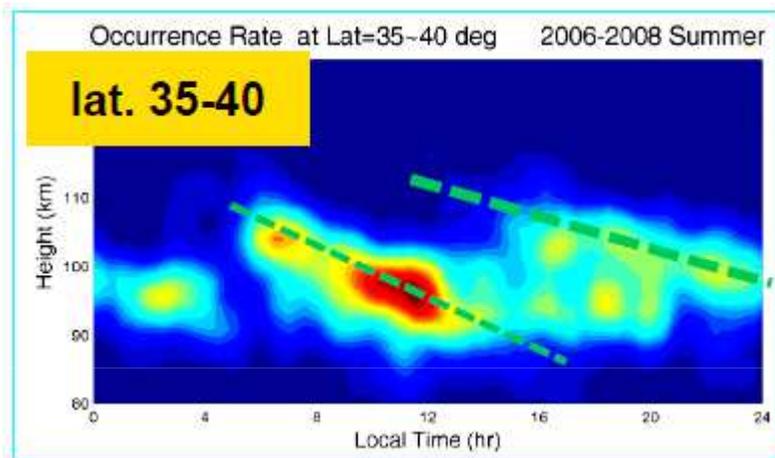


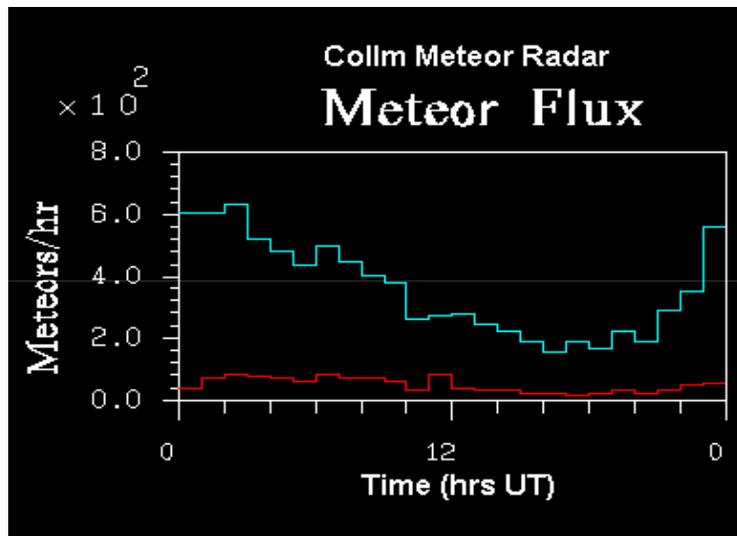
Immagine elaborata da ik3xtv su dati Meteor Radar Collm FORMOSAT-3/COSMIC Data Users Workshop, Boulder, U.S.A  
Measurements of CHAMP, GRACE and FORMOSAT-3/COSMIC

# Le variazioni del flusso meteorico

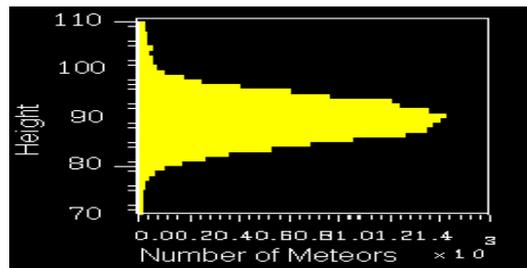
Il flusso meteorico non è costante ma presenta delle variazioni:

- ❑ variazione stagionale (flusso medio circa 6 volte maggiore nei mesi estivi)
- ❑ variazione diurna (picco al mattino seguito da progressiva diminuzione)
- ❑ variazione oraria

## Variazione diurna



## Distribuzione in altezza



**Durata della migrazione per forza di Lorentz:** notare la differenza oraria tra l'arrivo della maggiore quantità di massa e le ore di massima Es (vedi tabelle probabilità)

## Quota di Vaporizzazione

Dispersione del materiale meteorico (funzione della dimensione) prima che wind shear e Lorentz lo addensino

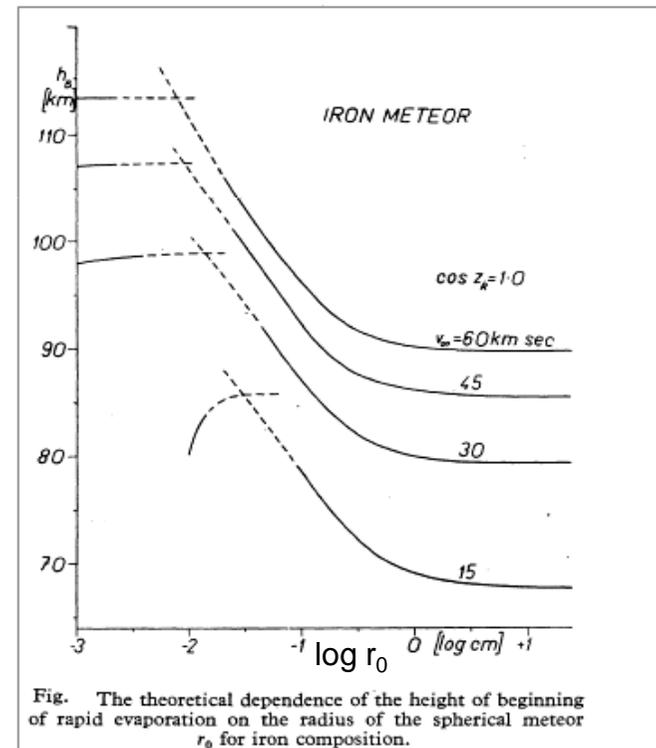


Fig. The theoretical dependence of the height of beginning of rapid evaporation on the radius of the spherical meteor  $r_0$  for iron composition.

Courtesy: SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS) (Ceplecha, Z. & Padevč, T. Astronomical Institute of Czechoslovakia)

# Alcune considerazioni

Questo nuovo modello si presta bene a spiegare:

- la marcata occorrenza stagionale estiva
- il lento processo di ricombinazione degli ioni

I fattori chiave

- ❑ Flusso meteorico
- ❑ Venti inversi nella mesosfera
- ❑ Forza di Lorentz
- ❑ Maree Atmosferiche

Ipotesi e modelli validi per le medie latitudini

## Referenze

Università di Lipsia Istituto di Meteorologia

A tutorial review on Sporadic E layers Christos Haldoupis

Physics Department, University of Crete, Heraklion, Crete, Greece

"Global Observation and Analysis of Sporadic E layers using GPS radio occultation measurements" by

C.Arras,J.Wickert,S.Heise,T.Schmidt. Helmutz Centre Potsdam

"An explanation for the seasonal dependence of midlatitude sporadic E layers" JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112, A06315, doi:10.1029/2007JA012322, 2007

Articoli vari di Marino Miceli, I4sn (Radio Rivista –ARI)

Dynamical Meteorology - (IMAU, Utrecht University)

GFZ German Research Centre for Geosciences

Università di Padova- Corso di Elettronica e Telecomunicazioni G. Lullo

INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare sezione di Trieste Edoardo Milotti

Wikipedia

Department of Physics, Chinese Culture University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Institute of Space Science/Center for Space and Remote Sensing Research,

National Central University, Chung-Li, Taiwan, R.O.C.

## Collaborazione

Ha collaborato Giorgio Marchi, IK1UWL

Grazie anche a Christina Arras del GFZ GFZ German Research Centre for Geosciences.

Flavio Egano, ik3xtv [www.qsl.net/ik3xtv](http://www.qsl.net/ik3xtv) [ik3xtv@gmail.com](mailto:ik3xtv@gmail.com) data pubblicazione: Luglio 2012

ARI Associazione Radioamatori Italiani-Sezione di Thiene (VI)

Copyright 2012 ©

© RIPRODUZIONE RISERVATA