

ARI – Sezione di Parma



Propagazione HF

Conoscenze e trucchi per
collegamenti DX

Vittorio, IK4CIE

Onde di terra ?

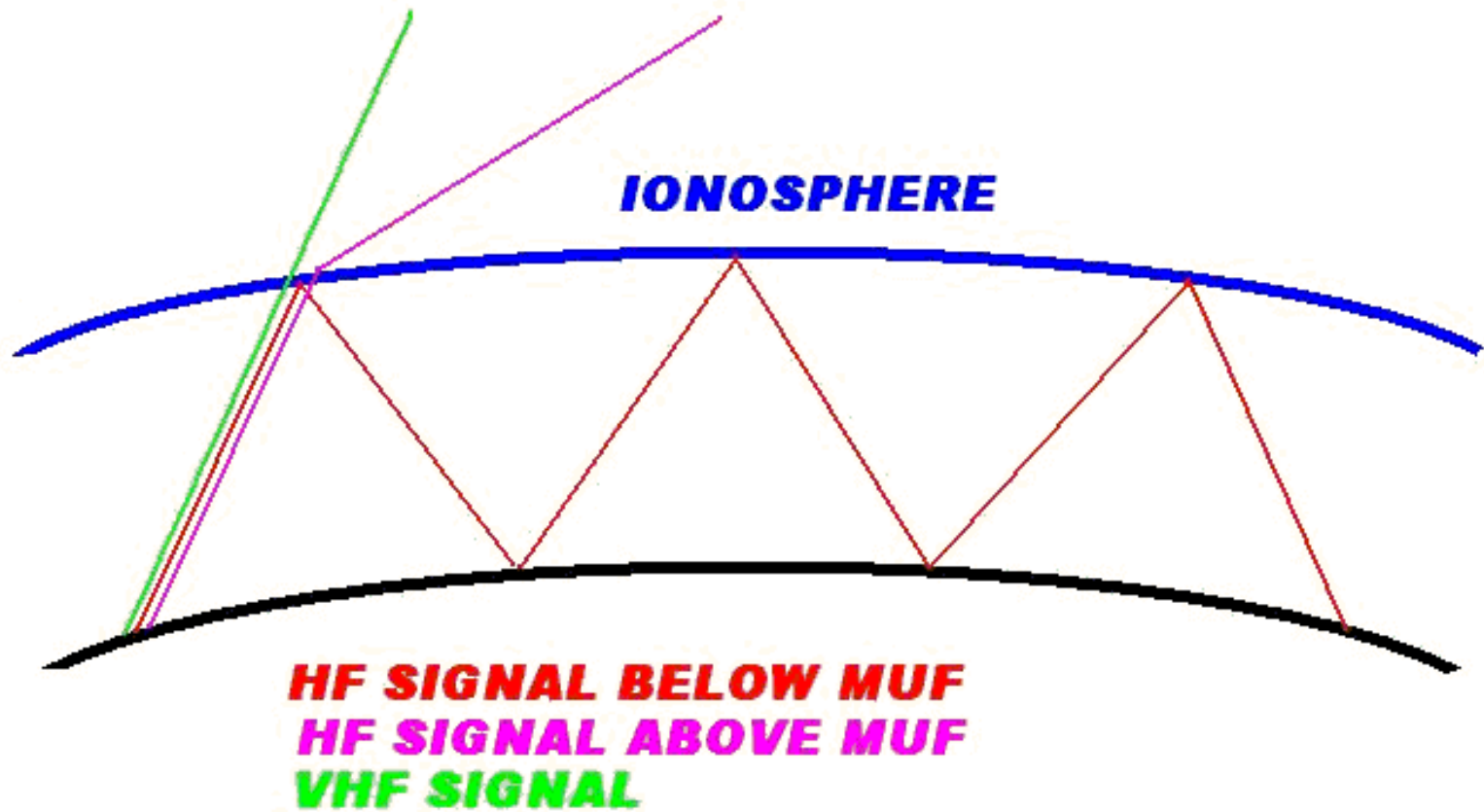
- In HF, solo in 160 e 80m le onde di terra consentono QSO a qualche decina di Km, ma solo con potenze elevate.
- Parliamo quindi solo di onda di cielo - skywave

Cenni sulla ionosfera

- La **ionosfera** è quella fascia dell'atmosfera nella quale le radiazioni del Sole, e in misura molto minore i raggi cosmici provenienti dallo spazio, provocano la ionizzazione dei gas componenti. La ionosfera si estende fra i 60 e i 450 km di altitudine

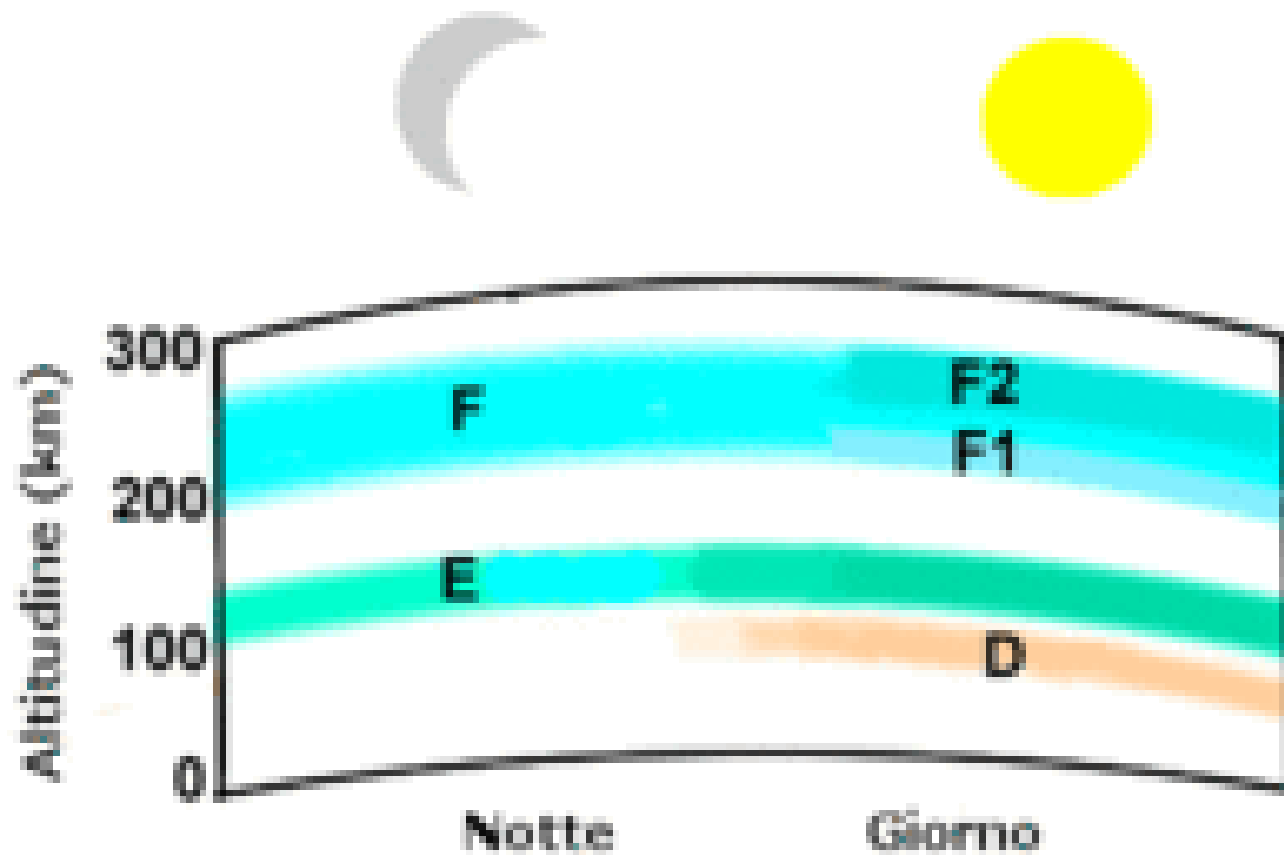
- *Quando uno o più elettroni sono rimossi od aggiunti per effetto di collisioni tra particelle da atomi o da molecole, avviene un processo di **ionizzazione**. Questo processo può manifestarsi anche a causa di assorbimento di radiazioni, come nel caso dei brillamenti solari, o per l'azione dei fotoni ultravioletti. Gli atomi o le molecole, che hanno un numero di elettroni minore del numero atomico (numero di protoni contenuti nel nucleo), rimangono carichi positivamente e prendono il nome di **cationi**; quelli che hanno un numero di elettroni maggiore del numero atomico, rimangono carichi negativamente e prendono il nome di **anioni**.*

Un'onda radio che raggiunge la ionosfera forza gli elettroni liberi ad oscillare alla stessa frequenza del suo campo elettrico. Se l'energia di oscillazione non viene persa per ricombinazione, gli elettroni cesseranno di oscillare reirradiando l'onda verso terra. Maggiore è la frequenza dell'onda incidente, maggiore sarà il numero di cariche libere per metro cubo necessarie per reirradiare l'onda. Per questo le frequenze più alte si propagano bene solo in presenza di elevata attività solare – quindi di elevata ionizzazione.



MUF – Massima frequenza utilizzabile

Strati ionizzati



Strato D

- Si estende tra 60 e 90 Km di altezza
- Il gas ionizzato è principalmente ossido di azoto
- Ioni ed elettroni si ricombinano velocemente; l'effetto è di assorbire i segnali a frequenze basse (effetto sensibile fino a circa 8 MHz)
- Presente di giorno, scompare di notte
- Poiché la densità di elettroni liberi è bassa, lo strato D riflette solo le onde lunghe, la sua frequenza critica è circa 500 KHz; provoca assorbimento delle “bande basse” nelle ore di sole.

Strato E

- Si estende tra 90 e 130 Km di altezza
- Il gas ionizzato è l'ossigeno
- La velocità di ricombinazione è minore rispetto allo strato D
- Può consentire riflessione dei segnali radio, con salti fino a 2500 Km

E sporadico

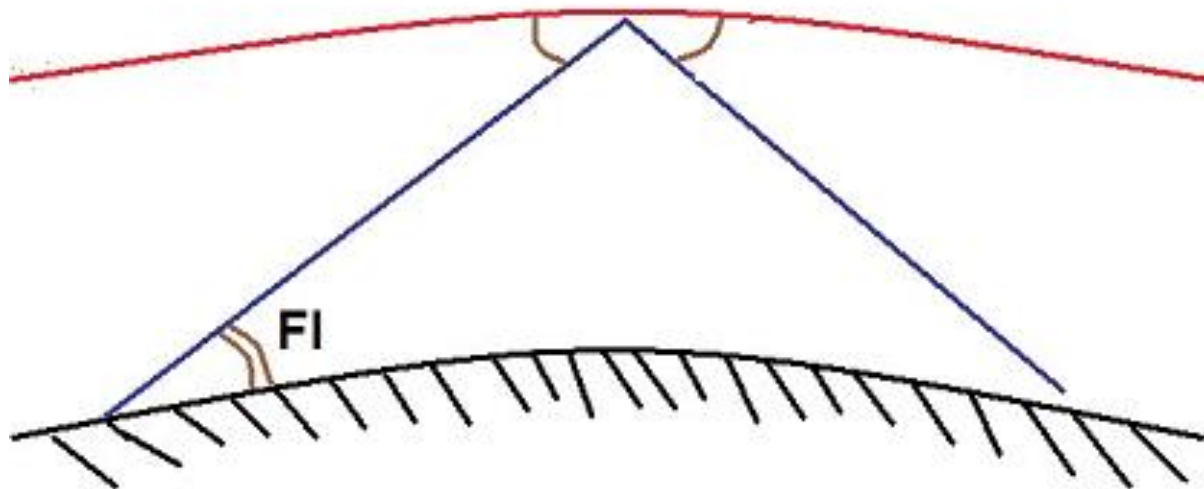
- È uno strato sporadico che compare a quota di 100 Km per brevi intervalli di tempo (minuti, ore)
- Sono nubi elettroniche fortemente ionizzate, che permettono riflessione di segnali anche a frequenze elevate 50 – 150 MHz
- Le cause non sono ben note... ionizzazione da sciami meteorici ? Venti ad alta quota ?

Strato F

- Si estende tra 130 e 450 Km d'altezza
- Di giorno si suddivide in due sottostrati, F1 <240Km con ioni NO^+ e F2 >240Km con ioni O^+
- Lo strato F è la regione più spessa e riflettente
- Consente salti fino a 4000 Km

Condizioni per la riflessione

ANGOLO DI ELEVAZIONE



Condizioni per la riflessione

- *Per riflettere un'onda che si propaga verso la ionosfera con un angolo di elevazione ψ , è necessario uno strato con indice di rifrazione n tale che (legge di Snell):*
$$\cos \psi > n$$
- *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 .*

Condizioni per la riflessione

- L'angolo di elevazione massimo per cui avviene la riflessione è dunque

$$\psi < \arccos \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2}$$

- Dove si definisce frequenza critica f_c
- (N =numero di elettroni liberi per metro cubo)

$$f_c \approx 9\sqrt{N}$$

Condizioni per la riflessione

- Per frequenze inferiori ad F_c la riflessione avviene sicuramente; per frequenze superiori a F_c la riflessione avviene solamente sotto un certo angolo di incidenza. Per questo, ed anche per aumentare la lunghezza del singolo salto, è importante irradiare con bassi angoli. Comunque, la riflessione non si ha mai per frequenze maggiori di circa 3 volte F_c . Questo perché comunque non è possibile scendere con l'angolo di incidenza sotto un certo valore, causa la curvatura terrestre. Si definisce quindi la MUF che vale circa $3F_c$

NVIS

(Near Vertical Incidence Skywave)

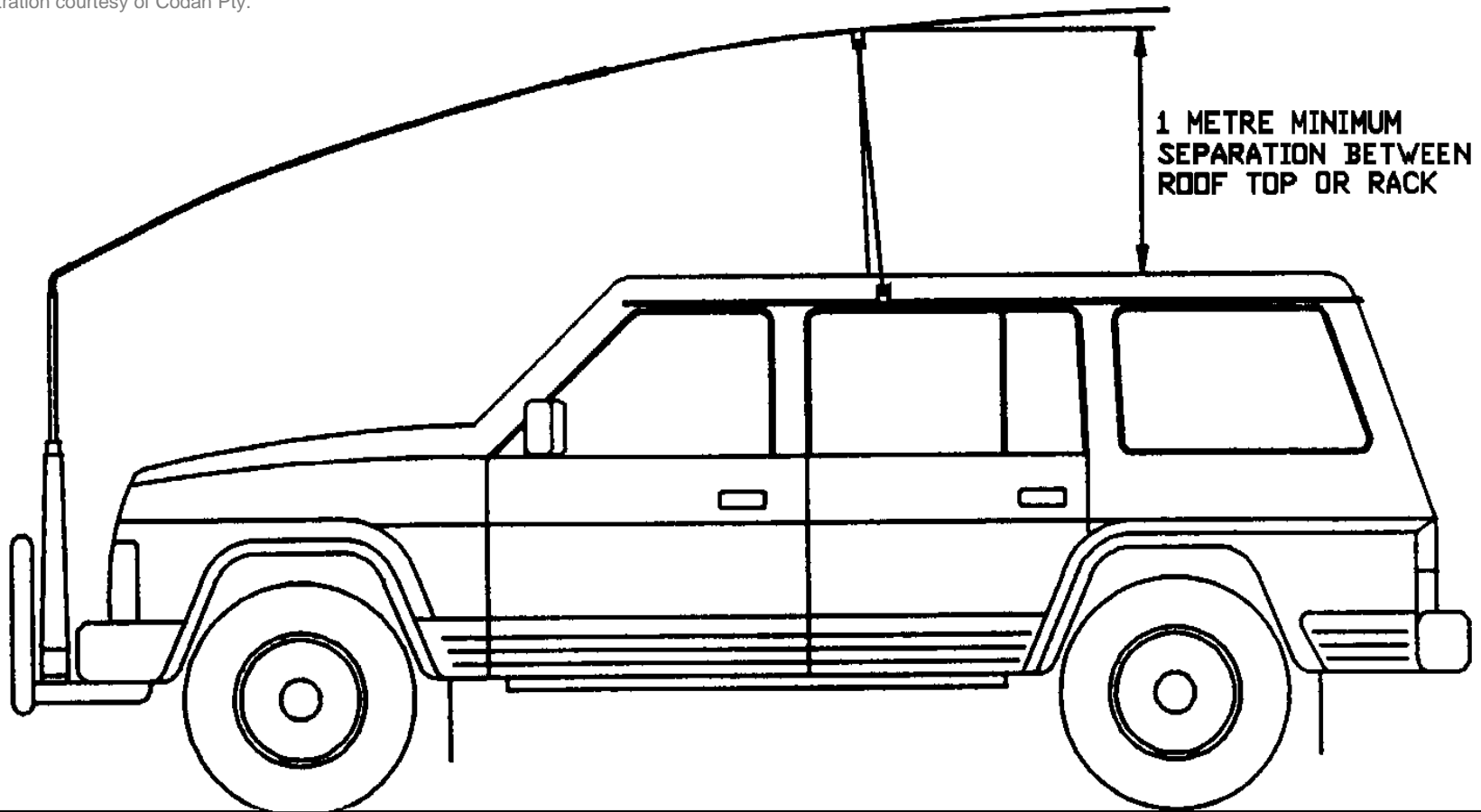
- Per effettuare collegamenti a brevi distanze (0 ... 500 Km) è meglio trasmettere con alti angoli di radiazione, da 60° a 90°
- Le frequenze migliori da usare sono circa il 10% sotto la F_c , considerando lo strato F2. Infatti con angoli di 70° , $f_{max}=1,1 F_c$
- NVIS da 1,8 fino a 9 MHz; di notte si useranno le frequenze più basse

Antenne per NVIS

- Dipoli montati bassi (0,15 – 0,25 da terra), eventualmente dotati di riflettore messo sotto
- Loop orizzontali
- Antenne verticali per auto messe però orizzontali.....

NVIS – Codan's Whip Method

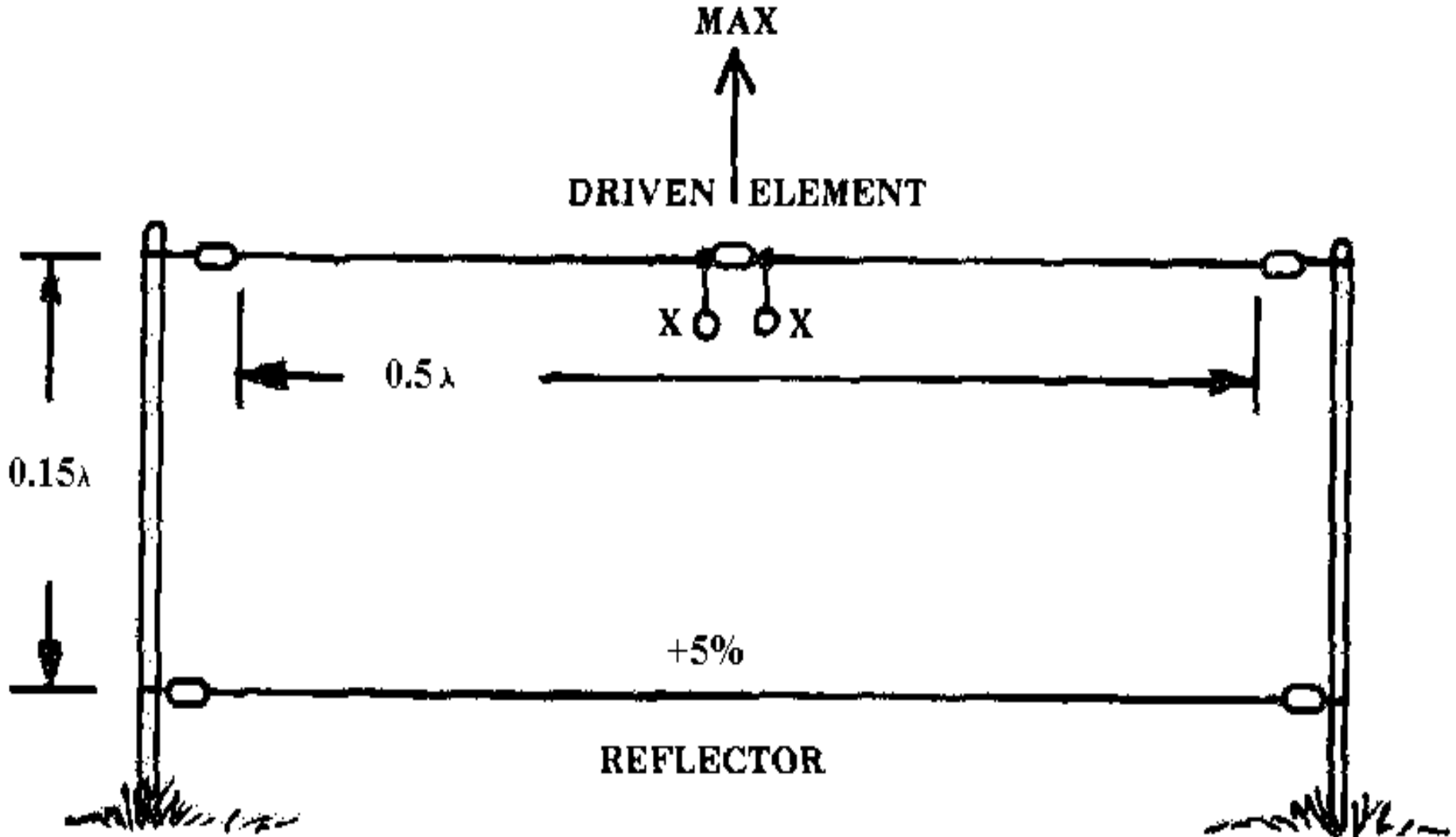
Illustration courtesy of Codan Pty.



ANTENNA MOUNTED AT BUMPER BAR HEIGHT

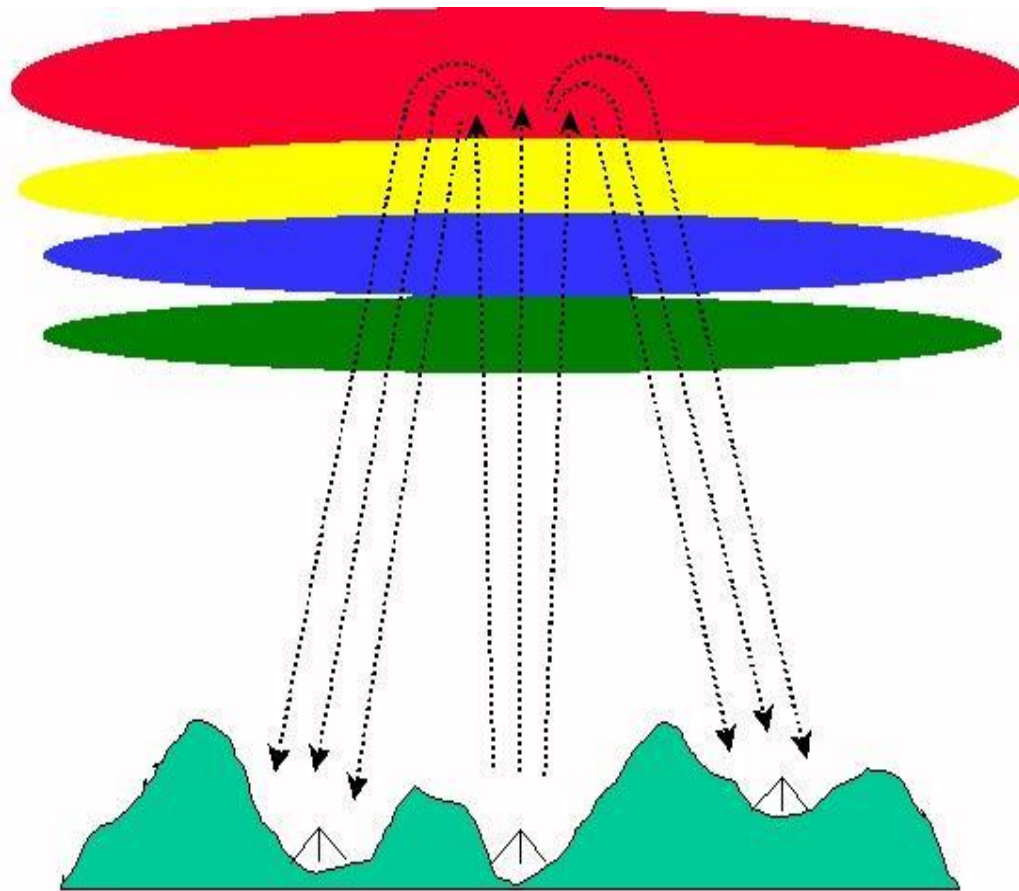
NVIS – Dipole with Reflector

Illustration courtesy of NVIS Communications (Worldradio Books)



The Ionosphere

Layered
ionosphere



F2: 250-320 km

F1: 150-210 km

E: 100-120 km

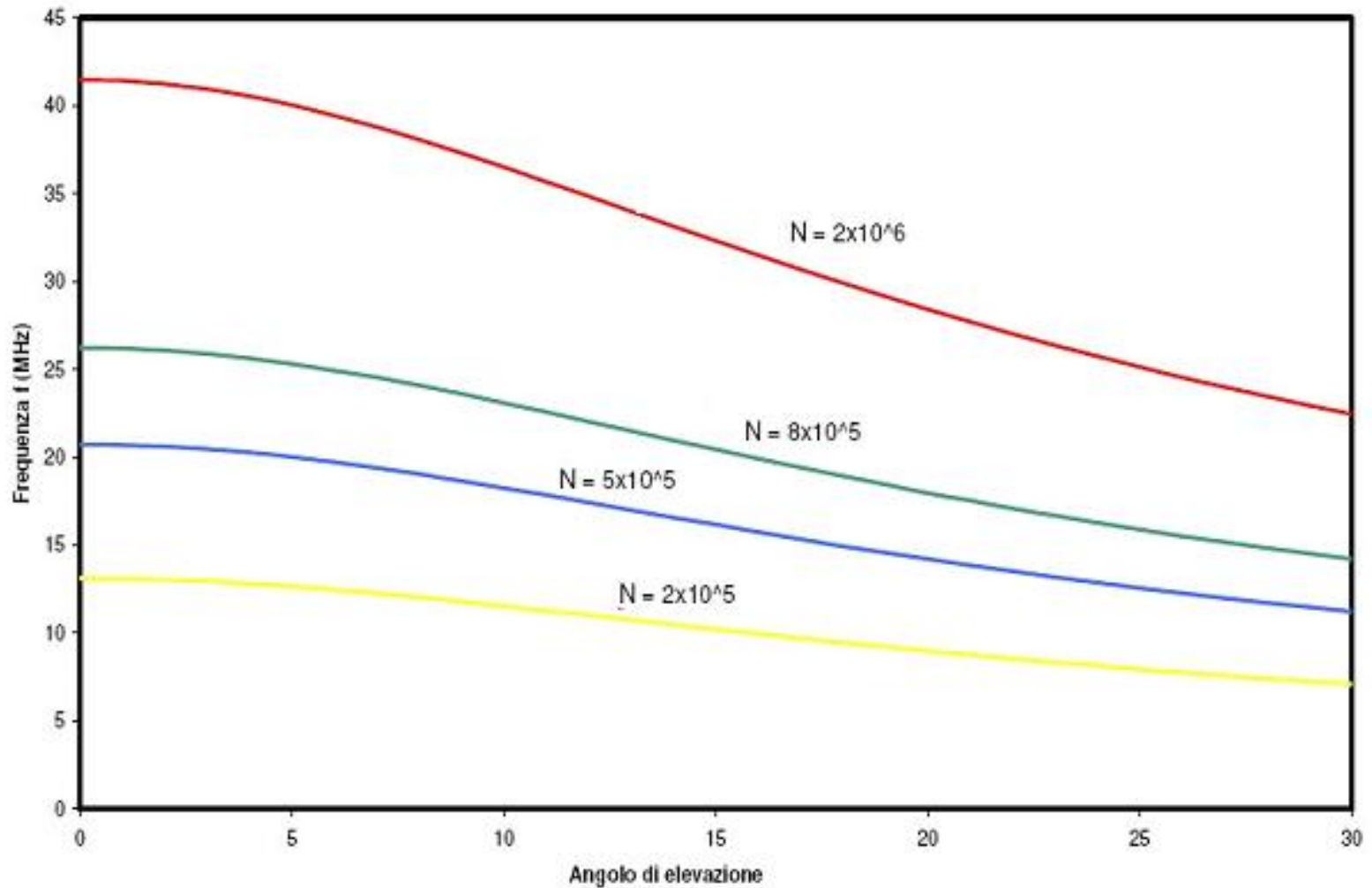
D: 70 - 90 km

**Remote
station 1**

**Remote
station 2**

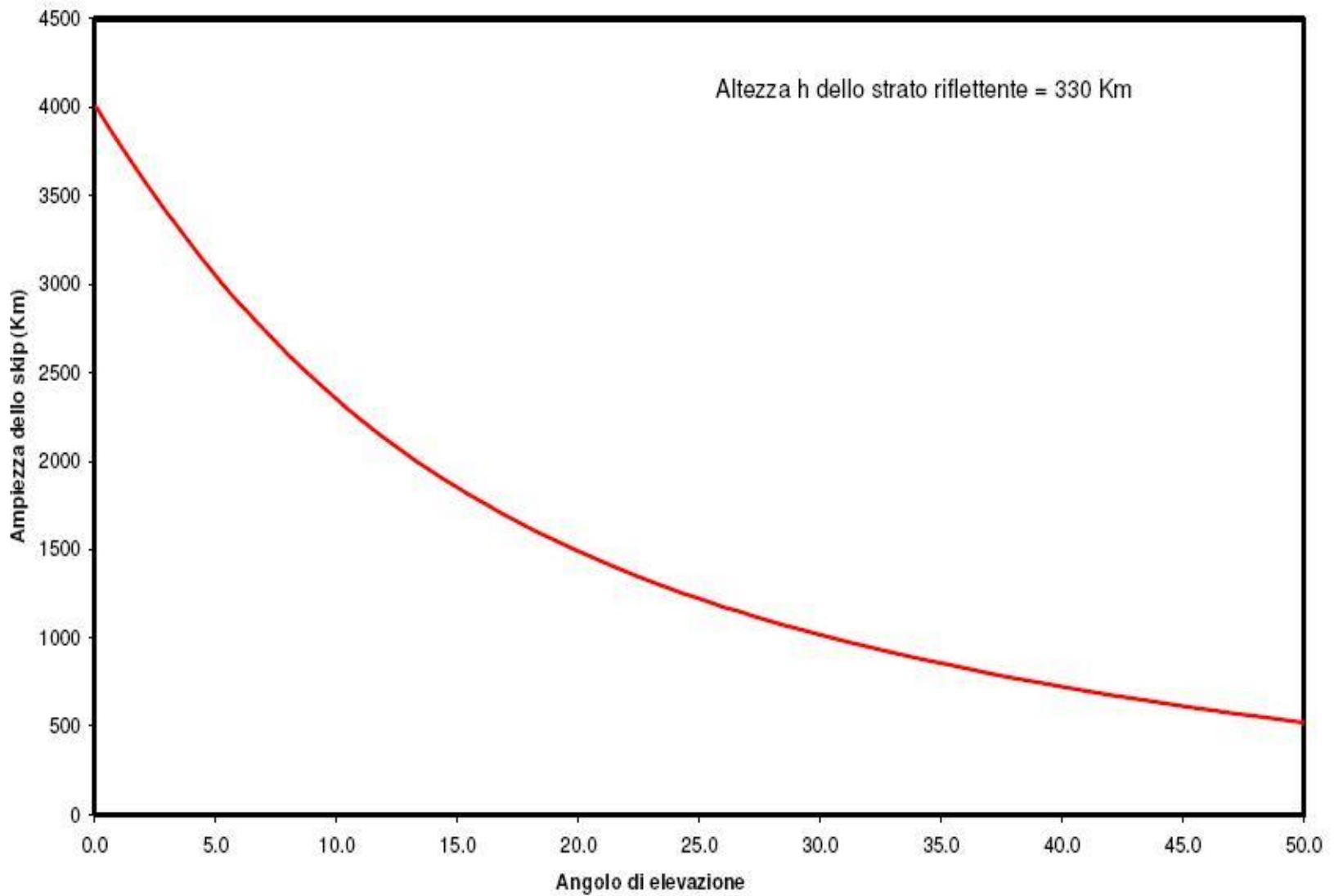
**Base
station**

Illustration courtesy of the University of Ulster Communications Centre



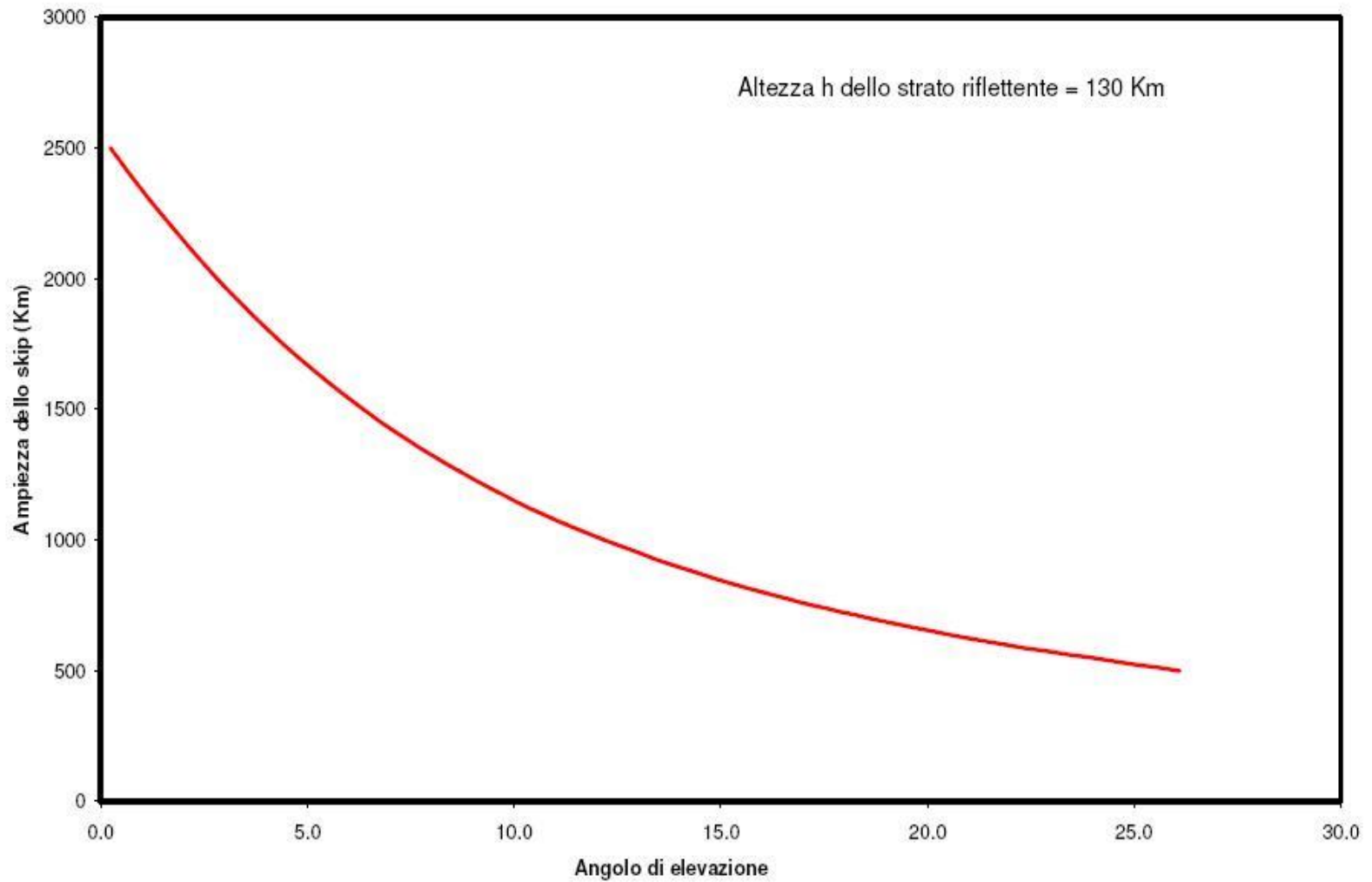
DIPENDENZA DELLA MASSIMA FREQUENZA DALL'ANGOLO DI ELEVAZIONE

N = numero di elettroni liberi per centimetro cubo



1

AMPIEZZA DELLO SKIP IN FUNZIONE DELL' ANGOLO DI ELEVAZIONE



AMPIEZZA DELLO SKIP IN FUNZIONE DELL' ANGOLO DI ELEVAZIONE (STRATO E)

Circa la MUF

- I collegamenti con riflessione ionosferica sono possibili usando frequenze comprese tra la LUF (lower usable frequency) e la MUF. Poiché la MUF è legata alla densità di elettroni, che dipende dall'insolazione e dall'attività solare, si capisce che di notte e in condizioni di scarsa attività solare le bande alte “si chiudono”.

(se N è basso, F_c è bassa)

Da statistiche effettuate, la migliore frequenza OTF (optimum transmit frequency) per collegamenti radio è circa il 15% più bassa della MUF.

Considerazioni geografiche

- La MUF è più alta nelle regioni tropicali che sono più esposte al sole. Nelle regioni polari, può essere anche 3 volte minore per gli strati E e F1.
- Lo strato F2 pare meno influenzato ma sempre più ionizzato nelle regioni tropicali.

la GREY-LINE – linea grigia

- La propagazione tra zone in grey-line è molto buona perché dove il sole tramonta, lo strato D scompare velocemente, e dove il sole sorge, lo strato D non è ancora formato.
- Sono possibili QSO DX in 160, 80 o 40m anche quando il sole è sorto da 1 ora o più
- L'effetto grey-line è molto meno marcato nelle altre bande

Esempi di QSO in grey-line

- Long path 7 MHz verso W6 -- W7 ...d'inverno poco prima del nostro tramonto
- 80m: stazioni W6 alle 07.30 GMT in dicembre
- 80m: stazioni KH6 alle 06.15 GMT dic/gen
- 80m: stazioni ZL alle 17.20 GMT o meglio alle 07.00 GMT
- 160M: Messico alle 06.45 GMT, Arizona alle 06.00 GMT, VP6DX – FO0AAA alle 05.30 GMT, El Salvador alle 06.30 GMT

Skip focusing

- In banda 160m, intorno all'ora dell'alba si possono avere fenomeni di focalizzazione per i segnali che provengono da Ovest; in pratica, i segnali aumentano parecchio di intensità per alcuni minuti, poi drammaticamente scemano.

Via corta o via lunga ?

- Ci sono zone del mondo che “tipicamente” arrivano bene via lunga, sono VK e ZL al mattino in 20m.
- Altre “via lunga” possibili sono al tramonto in 20 e 40m per KH6 W6 W7, oppure al mattino (8-9z) in 10m per KH6, più rara in 10m alle 22z (C21HA il 30 gennaio 2012, T33JS alle 20z il 15-5-1989)
- Raro: CE7 alle 11z in 20m long-path (2-1-2011)

Antenne dinamiche

- Per verificare velocemente se un segnale arriva via corta o via lunga (e a volte è difficile saperlo!) è un vantaggio utilizzare antenne dinamiche come la STEPPIR o le ULTRABEAM
- Con queste antenne, premendo un tasto l'antenna “ruota” di 180° pur rimanendo fermo il rotore, in pochi secondi
- Altri vantaggi: -ROS sempre 1:1 (si ha anche la copertura continua delle frequenze intermedie)
- 5 o 7 bande con una sola antenna, un solo cavo di discesa, elementi senza bobine o trappole

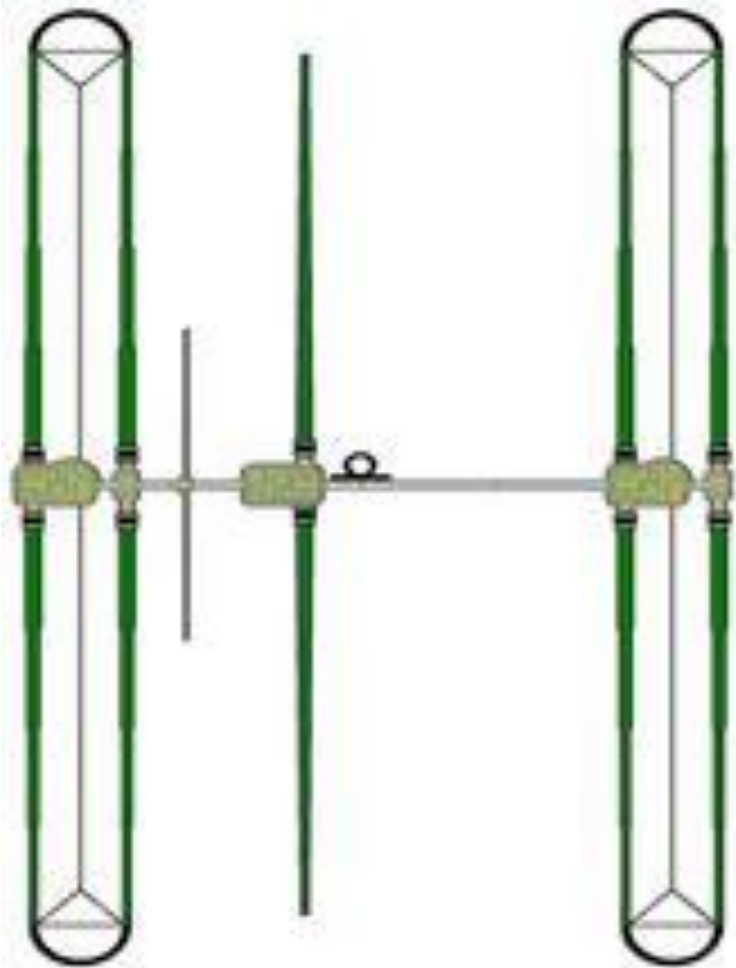
ULTRABEAM

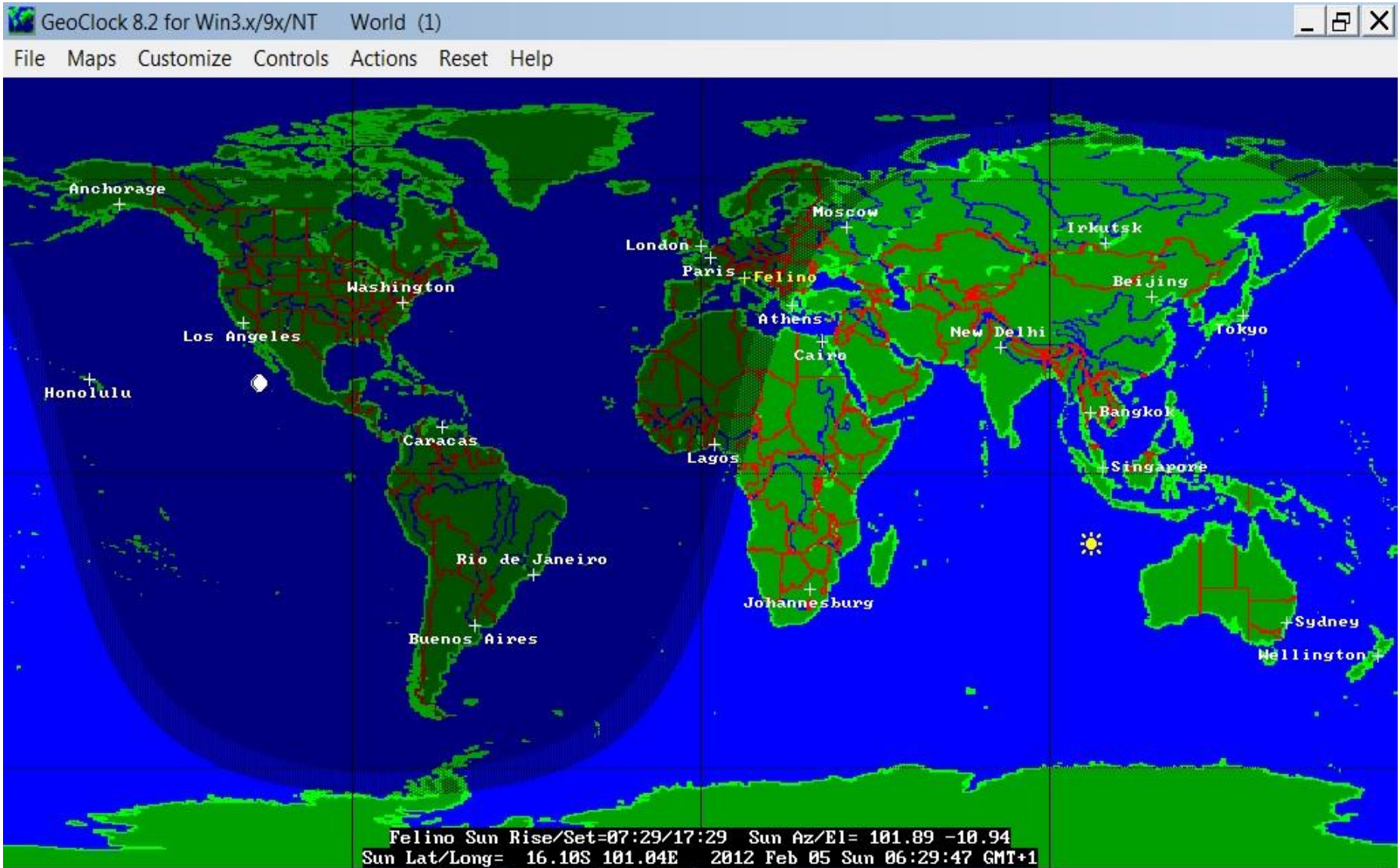
Ci sono tanti modelli, da 2 a 4 elementi, 10-20 metri oppure 10-40 metri.



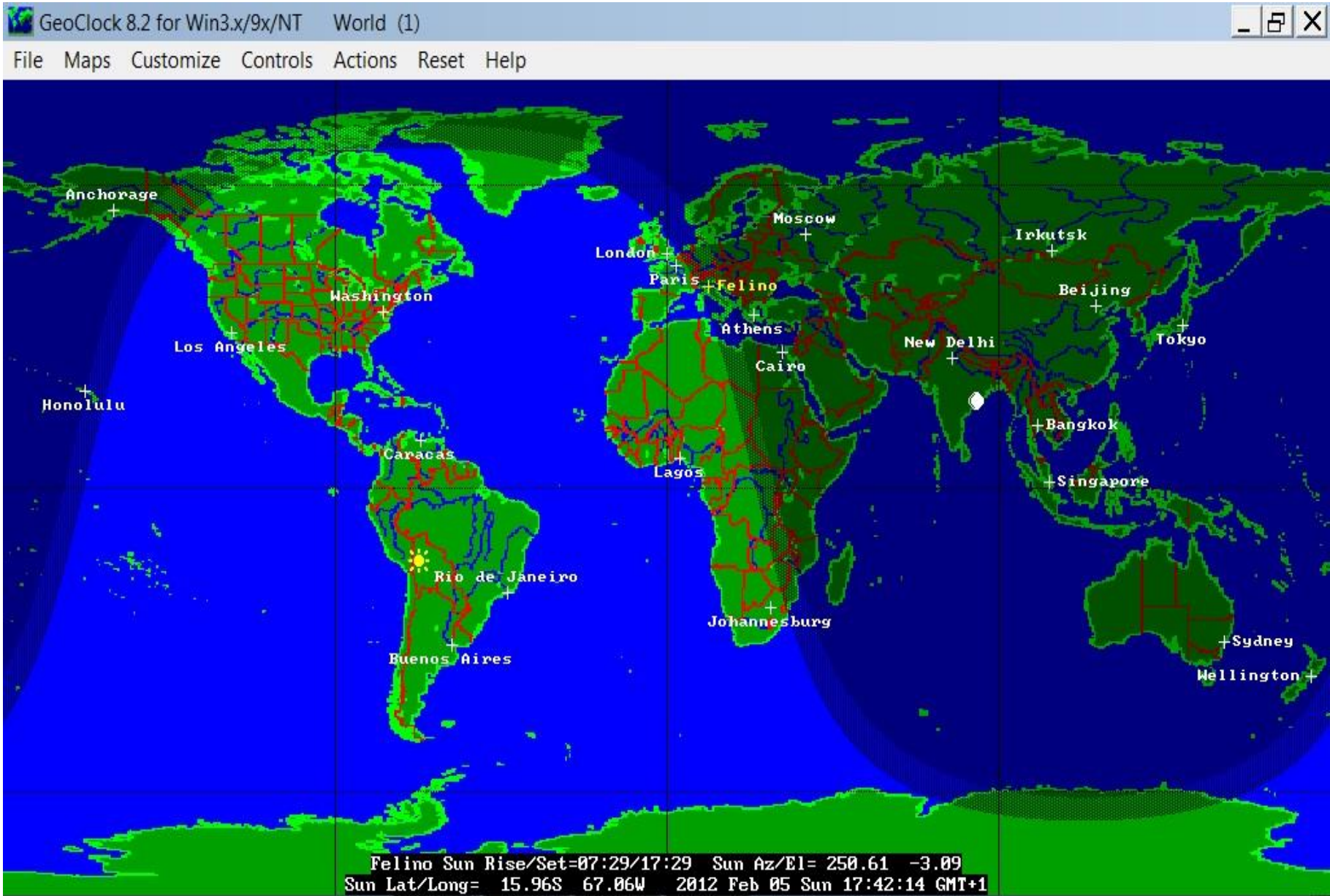
STEPPIR

Naturalmente anche la Steppir produce numerosi modelli



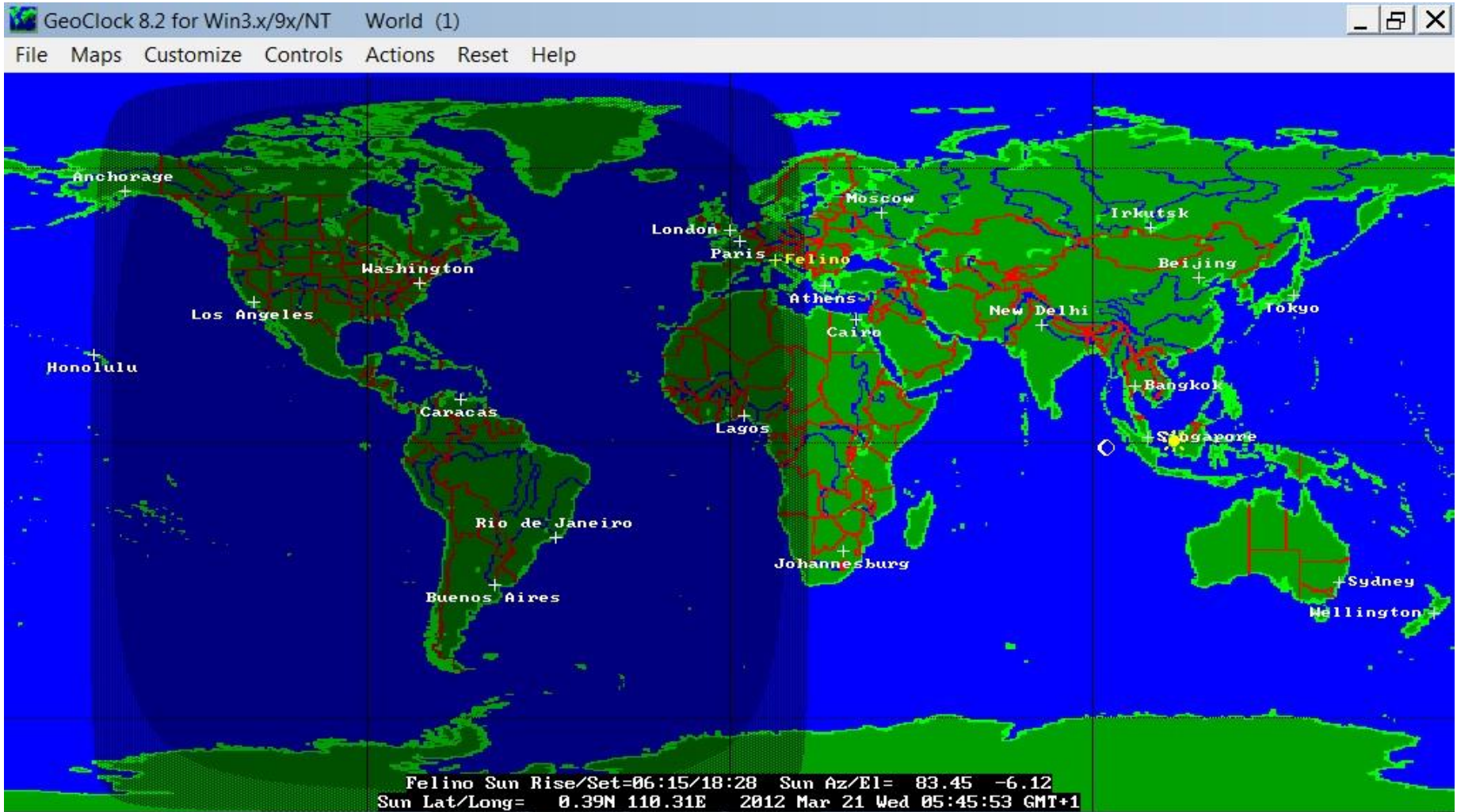


GREY LINE MATTUTINA – febbraio

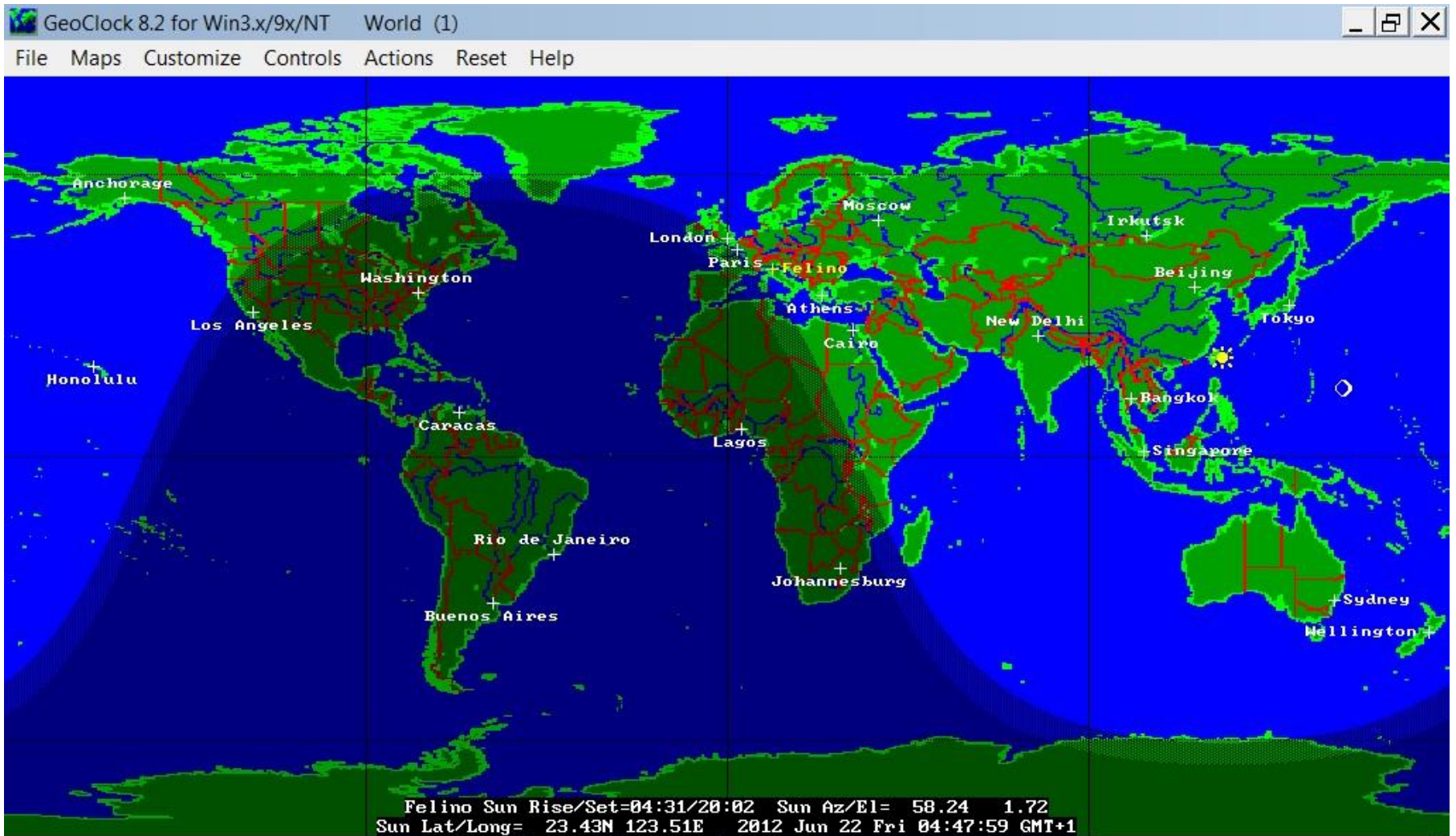


GREY LINE SERALE – febbraio

EQUINOZIO – 21 MARZO



SOLSTIZIO – 22 GIUGNO



Valori per il Sole

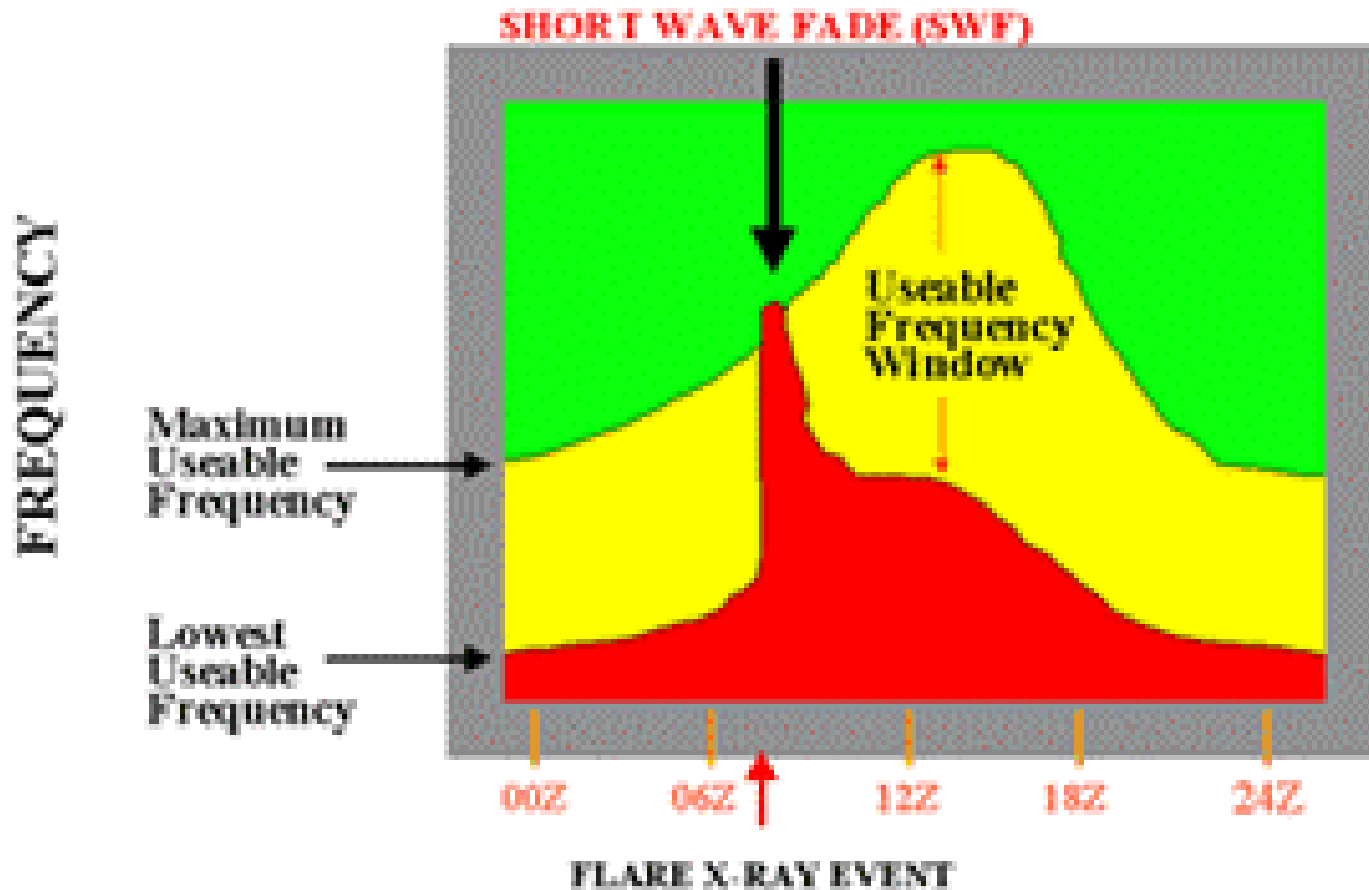
SFU- Solar Flux Unit – 10 alla -21 W/m²-Hertz

- Macchie solari (sunspot) ..da 0 a 200 circa; il valore più alto: 190 nel 1957.
- Flusso solare (radiazione sui 10,7 cm) range: 60 ... 250
- Flusso >120: multi-hop possibile tra 80m e 20m
- Flusso > 180: multi-hop possibile anche in 15 e 10m

```
Solar-Terrestrial Data
06 Feb 2012 2054 GMT
SFI:104 SN: 37
A-Index: 6
K-Index: 2
X-Ray: C2.5
304A: 145.9 @ SEM
-----
Calculated Conditions
      Band      Day  Night
80m-40m: Fair  Good
30m-20m: Good  Good
17m-15m: Fair  Fair
12m-10m: Poor  Poor
Signal Noise: S1-S2
-----
Click to Install Solar
Data On your Web Site
http://www.n0nbh.com
Copyright Paul L Herrman 2010
```

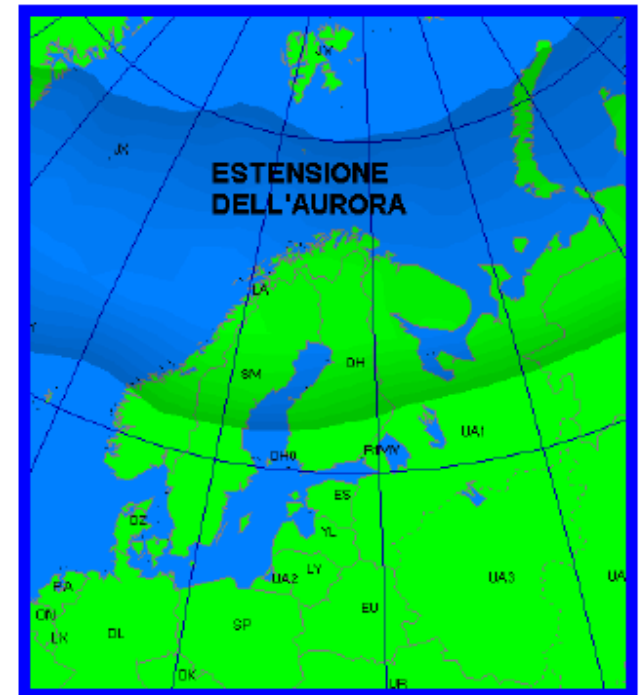
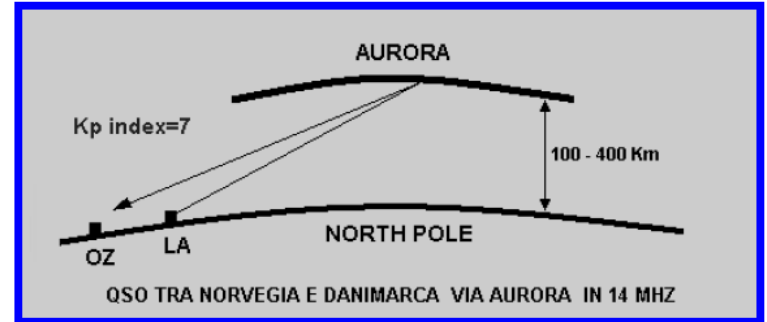
Effetto di un brillamento (flare)

La radiazione di raggi X emessi durante un brillamento aumenta parecchio la ionizzazione dello strato D e quindi il suo assorbimento; la LUF si alza e può valere quanto la MUF, quindi si ha black-out propagativo che dura da dieci minuti a un paio d'ore.



Aurora

- Le linee di forza del campo magnetico terrestre convergono verso i poli e convogliano particelle di plasma verso le regioni polari; attorno ai poli magnetici si forma una regione ad alta densità di plasma. Questa forte ionizzazione può provocare rifrazione di treni d'onde. L'intensità di un fenomeno aurorale si misura con l'indice A che va da 0 a 9. Più è alto il valore, più la zona interessata dall'effetto scende di latitudine.



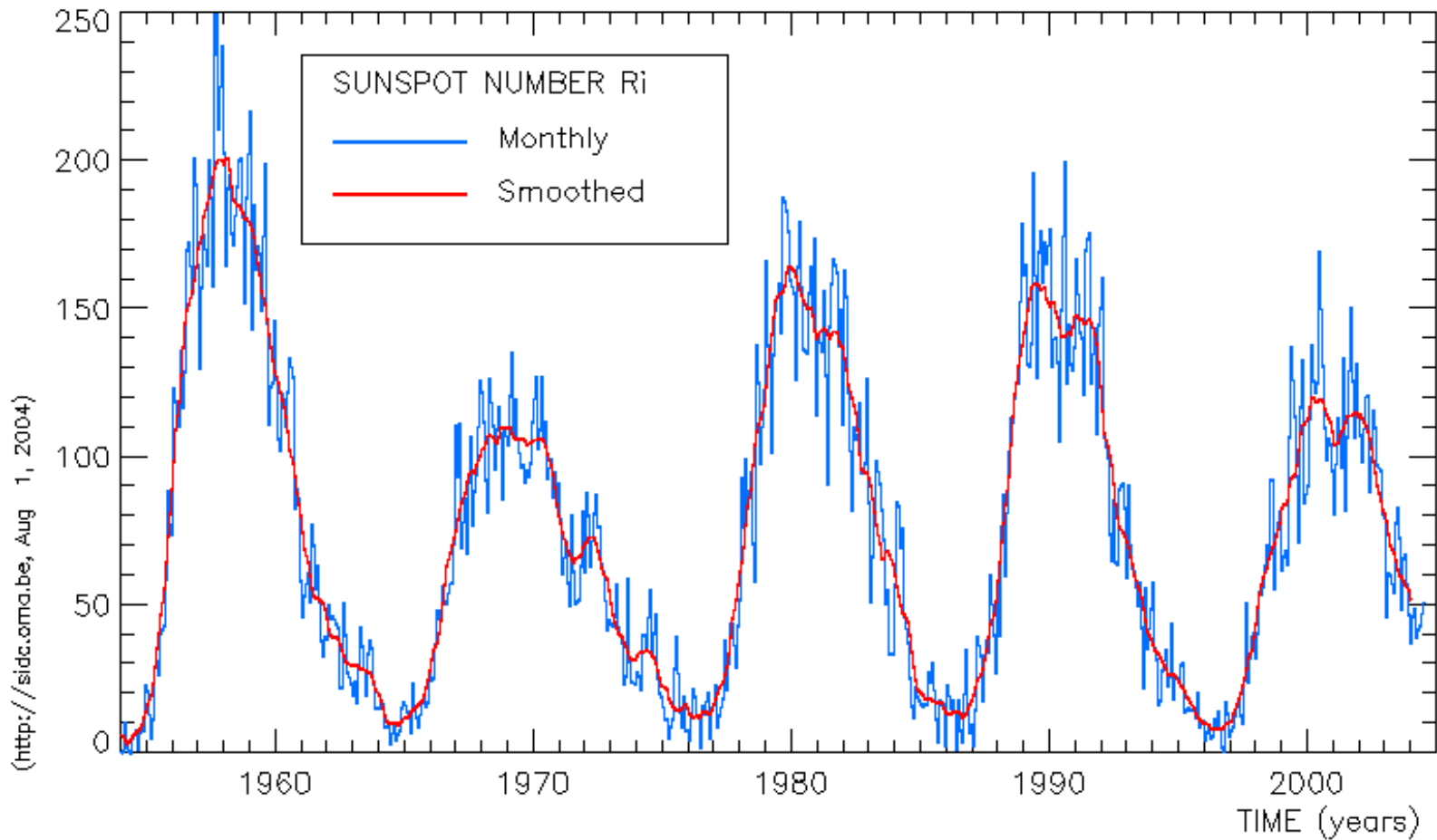
Aurora

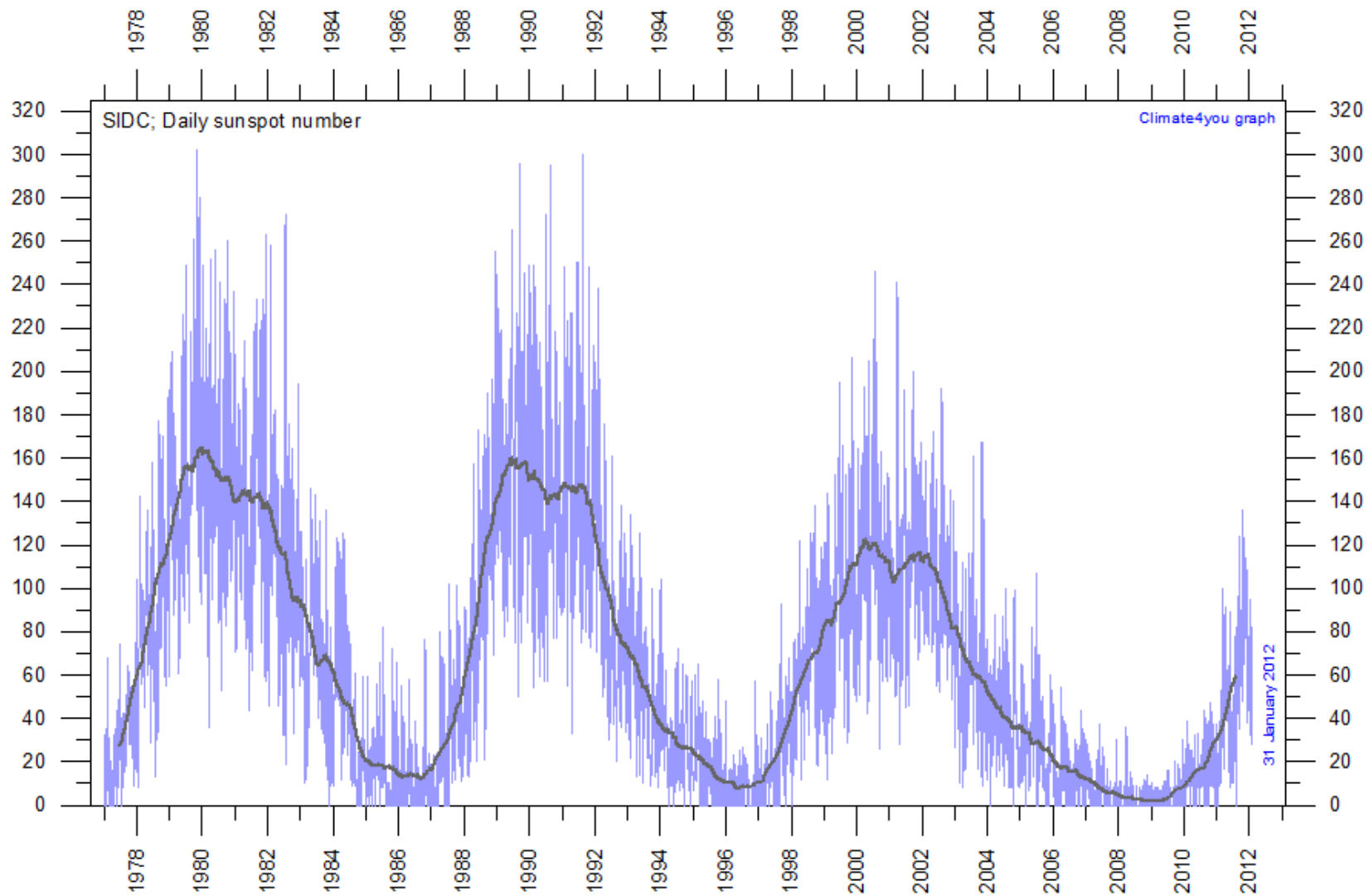


Aurora

- Particelle ad alta energia entrano nell'atmosfera terrestre e collidono con le molecole dell'atmosfera rilasciando ioni positivi e elettroni. Quando questo accade, si genera anche una piccola quantità di luce e ciò causa le aurore visibili. L'elevata ionizzazione produce due effetti: la zona aurorale riflette le onde radio VHF e UHF permettendo QSO altrimenti impossibili in tali frequenze; allo stesso tempo, ionizza fortemente lo strato D che aumenta il suo assorbimento, alzando la LUF anche di parecchio e spesso creando veri e propri black-out propagativi in HF. Aurore si formano a seguito di flare o di grandi CME (Coronal Mass Ejections), grandi eruzioni sulla superficie del sole. Paesi come l'Alaska non sono collegabili in HF durante eventi aurorali.

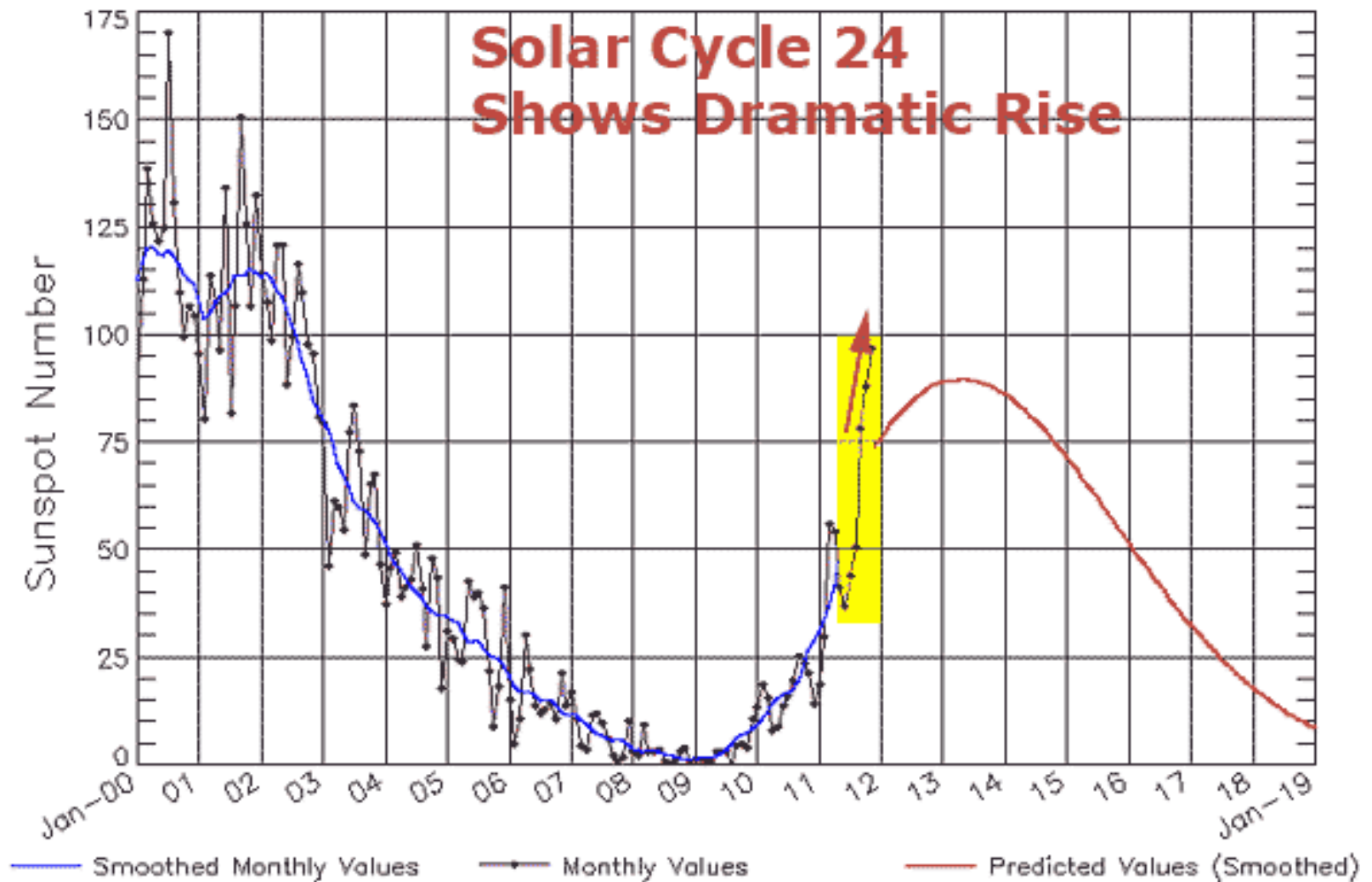
Ciclo undecennale delle macchie solari





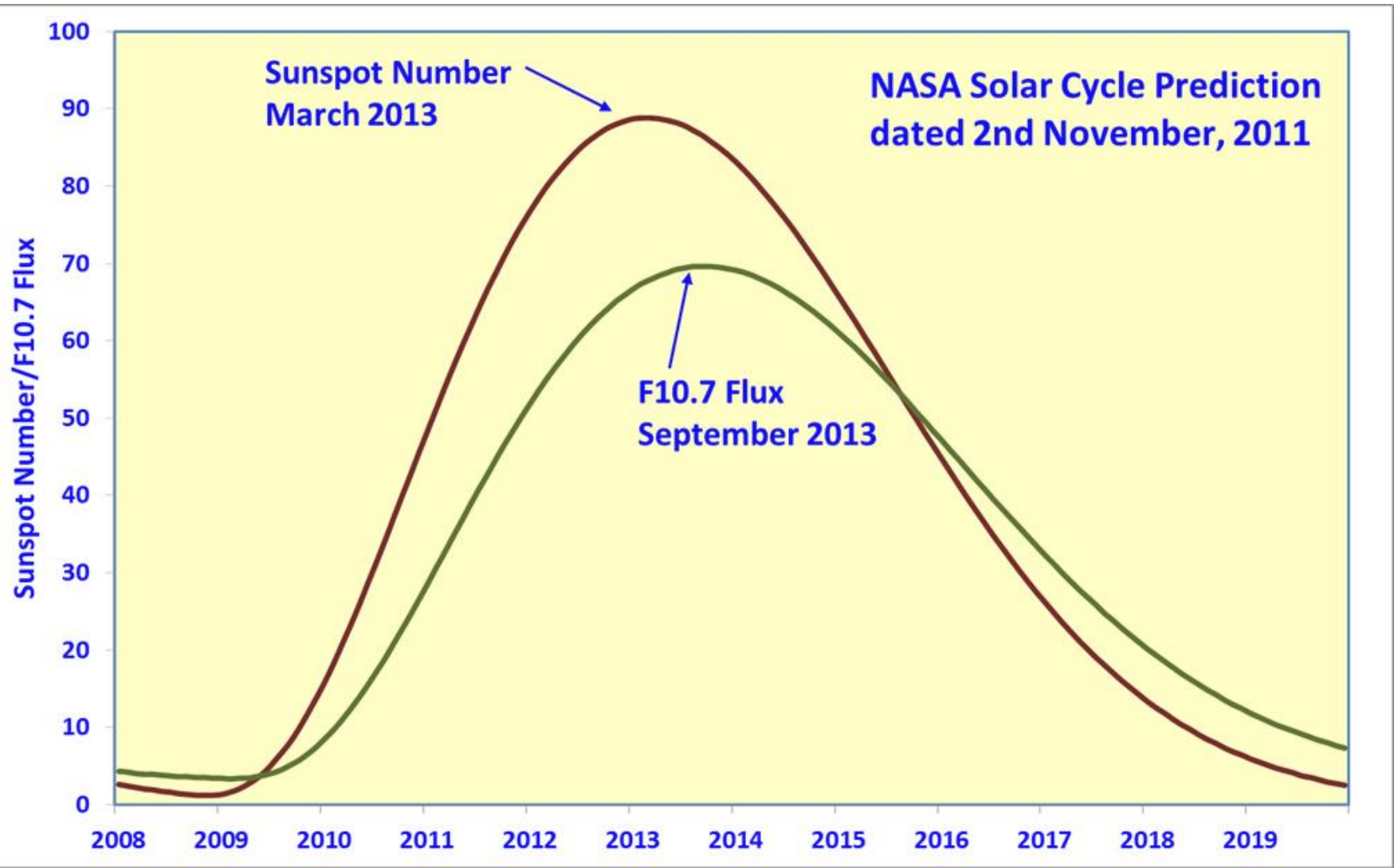
ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression

Observed data through Nov 2011



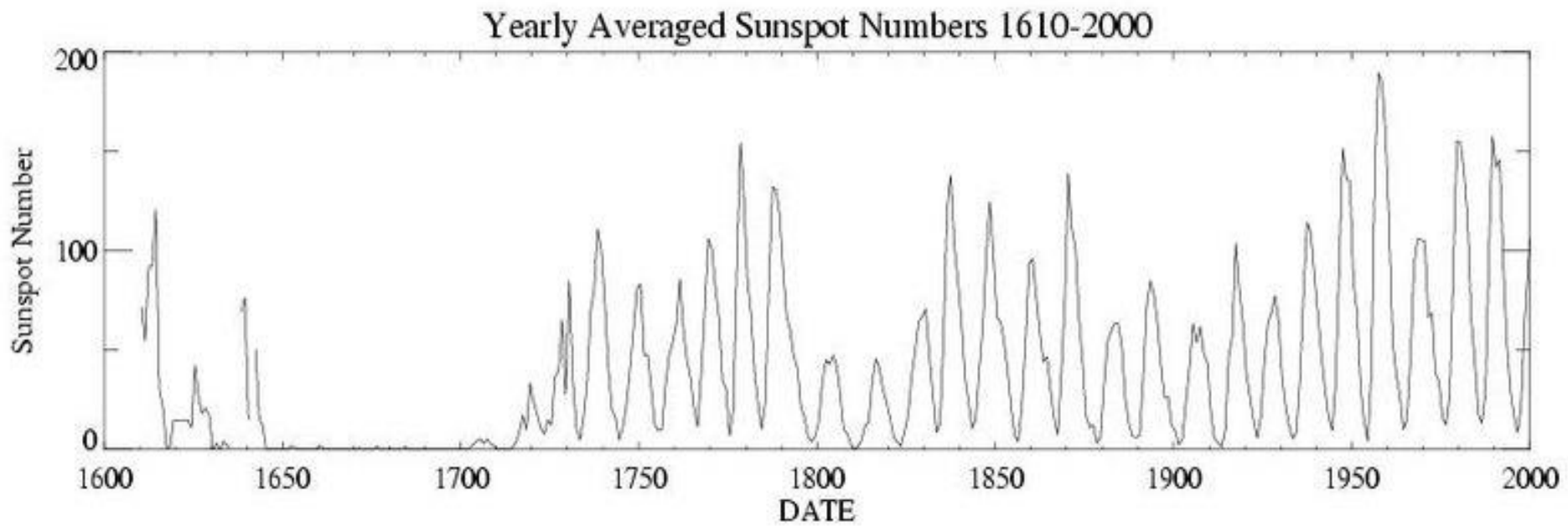
Updated 2011 Dec 6

NOAA/SWPC Boulder, CO USA



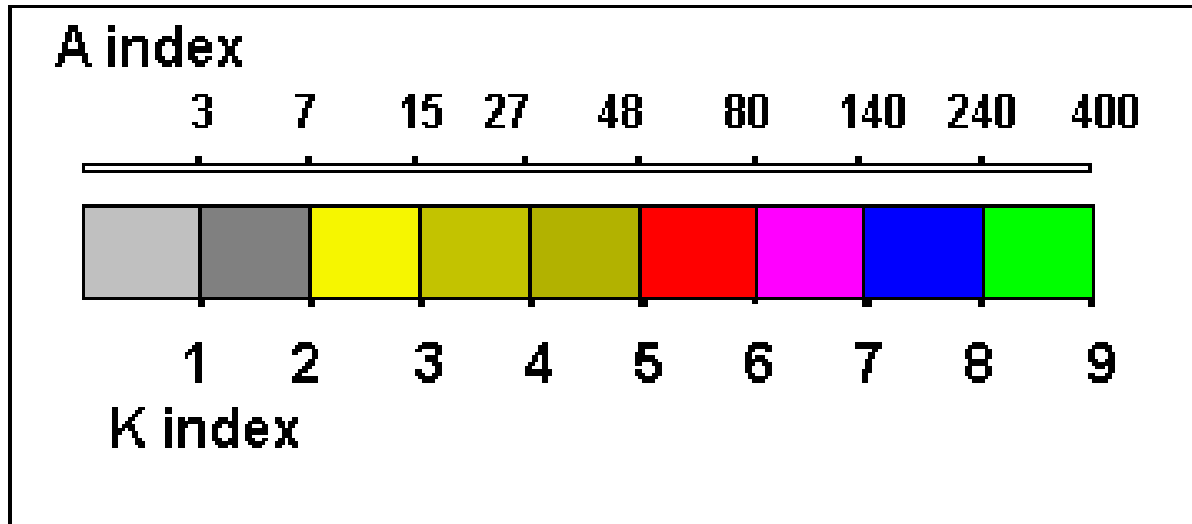
Minimi di Maunder

e di Dalton

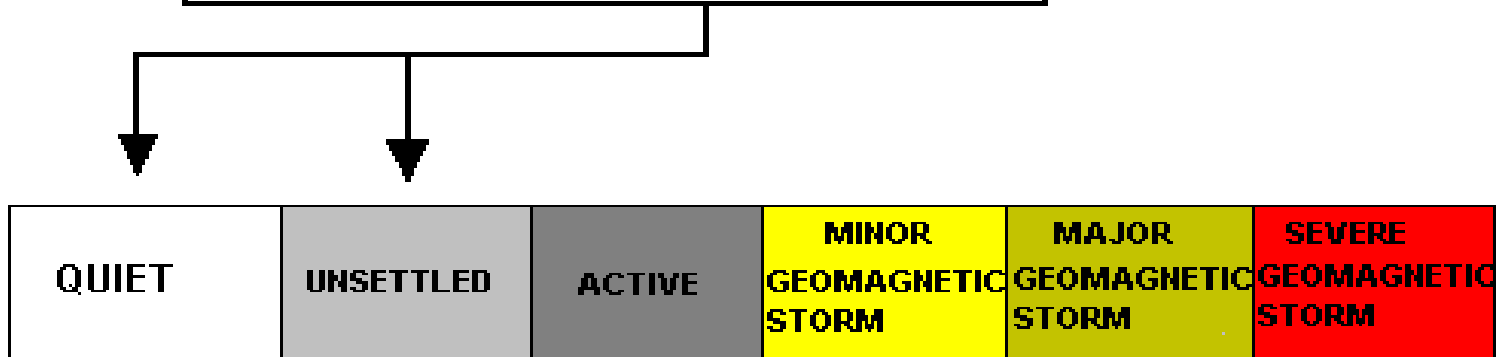


Campo geomagnetico

- Indici A e K : con i magnetometri si misura il campo geomagnetico terrestre; gli indici K e A indicano il livello di attività geomagnetica, ossia della fluttuazione della componente orizzontale del campo magnetico terrestre
- L'indice K è relativo a un singolo sito, poi si fa una media e si indica il Kp : indice K planetario
- Valori bassi indicano stabilità, mentre valori alti preludono a aurore polari e conseguente assorbimento delle radio one su percorsi polari
- K varia da 0 a 9 mentre A varia da 0 a 400, “A” è la media di tutti gli indici Kp della giornata



LEVELS OF GEOMAGNETIC ACTIVITY



- Le osservazioni pratiche confermano la teoria che per una buona propagazione alle alte latitudini il campo geomagnetico deve essere in quiete.
- I collegamenti verso la West Coast Americana e l'Alaska, sono possibili quando l'attività geomagnetica è bassa; la propagazione su percorsi polari dipende molto dall'indice geomagnetico, molto di più che dal flusso solare e dal numero di macchie.
- Come regola di carattere generale, se il campo magnetico è in quiete sono possibili collegamenti transpolari anche con un numero di macchie e di flusso solare relativamente bassi; un campo magnetico calmo significa anche un basso assorbimento della regione D

160 metri

- di giorno: QSO locali, qualche centinaio Km
- Notte – possibili QSO a lunga distanza
- Spesso rumorosa (per statiche)
- A very challenging DX band
- Antenne difficoltose causa l'ingombro –
Dipolo: 80m. Richiesta alta potenza
- Italia: 1830 -1850 KHz

80 metri

- di giorno: QSO locali, qualche centinaio Km
- Notte – possibili QSO a lunga distanza
- Spesso rumorosa (per statiche)
- Challenging DX band
- Banda popolare per QSO “salotto”
- Antenne difficoltose causa ingombro –
Dipolo: 40m

40 metri

- Giorno: – QSO locali o europei
- Sera-Notte-mattino – QSO DX
- Una buona banda: – Spesso aperta per buoni QSO verso qualche parte...
- Antenne gestibili: un dipolo è 20m
 - Una verticale con buoni radiali è una efficiente antenna per i DX
 - le direttive sono grandi ma gestibili, con grandi rotor

30 metri

- Giorno:- 2000 Km o più
- Notte: - possibili QSO con tutto il mondo
- Simile ai 40m
- Antenne gestibili
 - Dipolo: 15m
 - Verticale: very effective DX antenna
- È una banda WARC, SSB non permessa

20 metri

- Giorno – da 1000 Km a tutto il mondo
- Notte: se aperta, tutto il mondo possibile
- Considerata “la banda regina”
- Antenne gestibili
 - Dipolo : 10m
 - Le direttive sono di uso comune

17 metri

Giorno: – da 1000 Km a tutto il mondo

- Notte: se aperta, tutto il mondo possibile; richiesta alta attività solare per questo.
- E' una buona banda per chi inizia
- Antenne
 - Dipolo: 8,5 m
 - Ottime le antenne direttive
- È una banda WARC: no contest

15 metri

- Giorno: aperta anche per tutto il mondo
- Notte – può stare aperta per buona parte della notte in periodo di alta attività solare
- Grande banda per il DX, soprattutto verso JA e Africa
- Antenne:
 - Meglio avere una direttiva

12 metri

- Giorno: europa ma anche intero mondo
- Notte: di solito chiusa, tranne nei picchi di attività solare
- Grande banda DX in anni di alta attività solare
- Antenne
 - Le direttive aiutano molto
- Banda WARC : no contest

10 metri

- Aperta solo in anni di elevata attività solare; qualche volta anche di notte; attenzione alla via lunga !
- caratteristiche
 - Molto silenziosa, si possono usare preamplificatori dedicati
 - Anche piccole stazioni possono fare ottimi DX
 - È una banda molto ampia, sono permesse AM, FM, ripetitori (USA)
- Antenne: anche direttive accoppiate

BUONI DX !

