

Propagazione riflessa

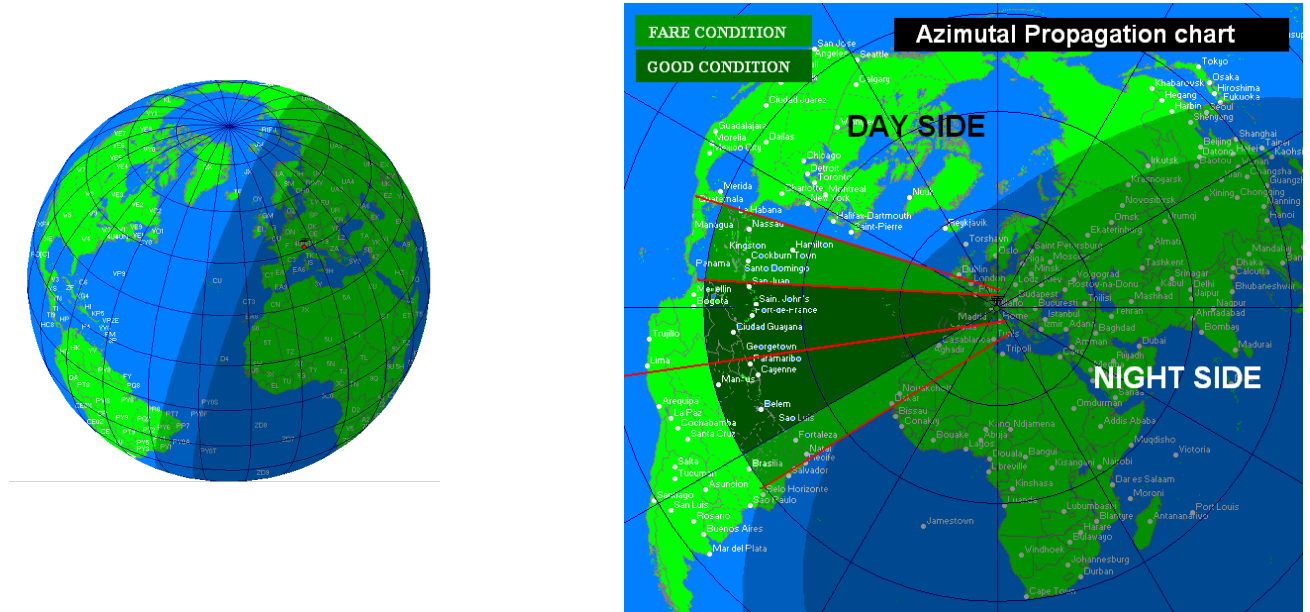
Introduzione

Questo studio ha lo scopo di approfondire un fenomeno che ho riscontrato più volte sulle bande HF e che ho chiamato Propagazione Riflessa. Prendo spunto da una recente osservazione sulla banda dei 17 metri effettuata la sera del 17 Aprile, attorno alle 22.40 ora locale. La banda era aperta verso il lato illuminato del globo, con segnali prevalentemente dall'America centrale. Sulla frequenza di 18.131 Mhz, era ascoltabile la stazione OM3LZ, da Bratislava che irradiava verso ovest, cercando collegamenti con stazioni Centroamericane.

Alle 22.42 risponde HK4CZE, Jorge da Medellin-Colombia che arrivava con segnale attorno al 5/3.

La cosa strana è che la stazione Slovacca era ascoltabile solamente puntando la mia antenna verso l'America centrale. Il segnale di OM3LZ arrivava da una direzione di 270° azimutali, proprio la direzione di miglior apertura propagativa.

Questo fenomeno, è a mio parere molto più frequente di quanto si creda, e potrebbe spiegare almeno in parte quanto è riportato da moltissimi OM che sostengono come molto spesso la qualità dei segnali in arrivo sulle direttive non sia sempre coerente con la Geografia, in altre parole con la reale direzione del corrispondente.



Indici solari e Geomagnetici

Sun Spots: **53** as of 04/16/2004
Updated 2004 Apr 17 1805 UTC for 16 April
Flux: **97** | Ap: **15** | Kp: **2 (14 nT)**
Solar Wind: **390 km/s** at **6.9 protons/cm³**

On 2004 Apr 17 0533Z: Bz: 3.5 nT
Bx: -0.2 nT | By: -5.7 nT | Total: 6.7 nT
Most recent satellite polar pass:
Centered on 04/17/2004 : 1923 UTC
Aurora Activity Level was **8** at 1923 UTC

Ipotesi

E' evidente che all'interno della Ionosfera si creino delle direzioni favorevoli per la propagazione dei segnali, La conferma di questo è che la propagazione Hf è molto selettiva e possibile solamente in determinate direzioni, questa selettività è determinata in primo luogo dal movimento di rotazione terrestre e di conseguenza dal continuo e progressivo variare della radiazione solare. Si creano quindi delle aree, dove le MUF sono favorevoli e talvolta delle guide d'onda che supportano la propagazione. E' all'interno di queste aree propagative che dobbiamo guardare per cercare di individuare la natura di questo fenomeno. All'interno di tale area quindi il segnale può subire una riflessione tale che puntando l'antenna nella corretta direzione è captato senza problemi. In questo caso è possibile una riflessione speculare (1) sulla linea del terminatore che si trovava sull'Atlantico all'altezza dell'Arcipelago delle Azzorre. Quest'anomalia è simile per certi aspetti al fenomeno conosciuto come "Back scatter" (2) però non dovrebbe trattarsi a mio avviso di questo, perché il back scatter è supportato da uno spargliamento del segnale dovuto alla riflessione al suolo. Talvolta però, specie quando la frequenza del segnale è inferiore o prossima alla MUF, i due fenomeni possono avvenire contemporaneamente rendendo difficile distinguere che cosa realmente avviene. I dati raccolti finora infatti sono sufficienti per formulare quest'ipotesi sui meccanismi della "Propagazione riflessa", ma non ci sono ancora sufficienti certezze per formulare una teoria.

Considerazioni e commenti di Tony de Longhi, iz3esv

Siamo secondo me nella grande e affascinante categoria delle riflessioni. L'unica spiegazione è quella che ci sia una barriera di natura fisica capace di fare rimbalzare parte dei segnali: una nube, penso, elettronica o fortemente ionizzata non del tutto trasparente alle onde radio. Sarebbe stato interessante vedere se lo stesso valeva per il radioamatore slovacco, ossia se riusciva a sentirsi in condizioni analoghe. In ogni caso, provando a fare un paio di conti e sovrapponendo i paths delle vostre due antenne, ne risulta che in qualche modo sono sovrapponibili tra la Francia e la Svizzera, e con molta probabilità con un'estensione pari all'arco alpino occidentale. Se prendiamo in considerazione l'origine meteo del fenomeno, è facile immaginare che le perturbazioni delle ultime settimane abbiano generato una forte ionizzazione sul nord Italia: nell'arco alpino,

infatti, continua a nevicare sopra i 1200 metri, con eventi spesso temporaleschi perché ormai l'aria che arriva dalla pianura è più calda (vedi anche i temporali di lunedì mattina). È facile ora pensare che ci sia stata una qualche nube di ioni ad un'altezza non superiore ai 15-20 Km che in qualche modo abbia riflesso parte del segnale dell'OM slovacco. In sostanza, le cortine ioniche agiscono per meccanismi simili a quelli che concorrono nella formazione dell'Es.

Se prendiamo in considerazione l'origine geomorfologica del fenomeno, c'è da pensare che puntando a 270° l'antenna tu vada a colpire il massiccio Pasubio-Carega... la natura granitica delle nostre Prealpi generalmente costituisce un buono scudo per le onde radio: sono innumerevoli i qso fatti in Vhf per riflessione. E questo è un effetto direi a specchio, diverso dal tuo: forse parte del segnale, aiutato da chissà quale dio capriccioso (in realtà sempre aree molto ionizzate, non ho dubbi su questo), si è infilato nelle vallate prealpine arrivando alle tue orecchie. C'è poi da vedere con che stazione usciva OM3LZ: antenne, watts, puntamento dell'antenna. Potrebbero essere le due cause distinte o un concorso delle stesse... peccato che su questi fenomeni si possano fare solo osservazioni sporadiche e non sistematiche.

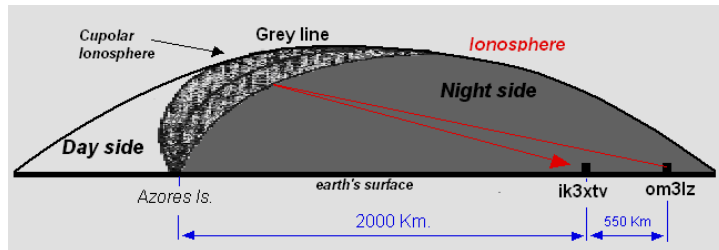


Fig.2 I segnali che si propagano dall'Europa in direzione ovest, dopo circa 2000 chilometri incontrano una zona ionosferica dove per effetto della pressione di radiazione sulla linea del terminatore, sono presenti grandi irregolarità nel plasma ionosferico, in grado di riflettere i segnali come un enorme specchio parabolico. C'è da considerare che la superficie di riflessione (3) a circa 2000 chilometri dall'antenna trasmittente, è enorme, nell'ordine del milione e più di chilometri quadrati.

Le riflessioni introdotte da iz3esv, spostano la discussione su altri aspetti della propagazione HF.

La morfologia del territorio per esempio oppure la situazione meteorologica locale, possono influenzare notevolmente il mezzo che supporta la propagazione, anche nel caso delle onde decametriche, giustamente iz3esv propone un'interessante analogia con la propagazione nelle VHF e introduce il discorso delle cortine ioniche delle quali troviamo per esempio un'alta concentrazione lungo la linea del terminatore.

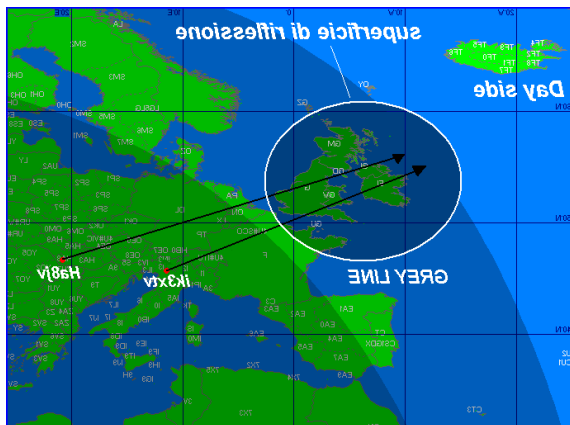
Dati d'ascolto:

Data: 17/04/2004 Ora: 20.42 utc Frequenza: 18.131 Mhz
OM3LZ Bratislava -Slovacchia segnale ricevuto: 5/7 Angolo puntamento antenna: 270°
HK4CZE Medellin -Colombia segnale ricevuto: 5/3 Angolo puntamento antenna: 270°

Propagation test con HA8JV

Ancora più significativo è probabilmente il test effettuato con una stazione Ungherese, Ha8Jv, l'amico Paul che trasmette da Bekescsaba nella zona sud-orientale dell'Ungheria ad una distanza dal mio qth di 750 chilometri.

Le prove effettuate con Paul, sembrano supportare l'ipotesi di una riflessione su delle cortine ioniche prodotte probabilmente dalla pressione di radiazione solare sulla grey line. Il primo test è stato fatto puntando la mia antenna a 270° azimutali, stessa direzione di Paul, che cercava collegamenti con il sud America e il segnale era di 5/7. Il secondo test è stato fatto girando le antenne di entrambi verso il Nord America e quindi a circa 310° azimutali, il segnale si confermava con la stessa intensità 5/7. Il collegamento bilaterale risultava quindi possibile solamente sfruttando la "Propagazione riflessa" e sfruttando con le rispettive antenne la stessa superficie di riflessione, l'intensità del segnale seguiva progressivamente il rispettivo puntamento delle antenne verso la superficie di riflessione, mentre risultava impossibile con le antenne per via diretta verso l'Ungheria. Si veda la cartina sotto che visualizza meglio il meccanismo. La propagazione verso est, in oscurità risultava infatti chiusa. Ha8jv, irradiava con una 4 elementi quad e circa 200 watt, il test è stato fatto alle 19.50 utc sui 18.133 Mhz il 22/04/2004.



Indici solari e geomagnetici

Sun Spots: **98** as of 04/21/2004
 Updated 2004 Apr 22 1804 UTC for 21 April
 Flux: **113** | Ap: **9** | Kp: **3 (28 nT)**
 [Solar Wind: **399 km/s** at **6.6 protons/cm3**

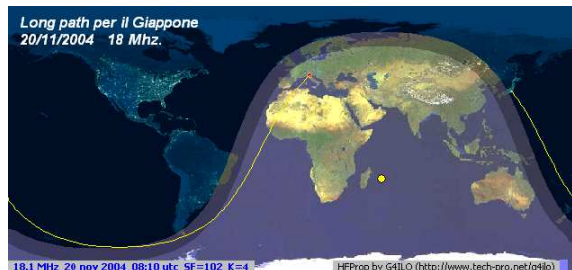
On 2004 Apr 17 0533Z: Bz: 3.5 nT
 Ex: -0.2 nT | By: -5.7 nT | Total: 6.7 nT
 Most recent satellite polar pass:
 Centered on 04/22/2004 : 1819 UTC
Aurora Activity Level was 4 at 1819 UTC

Dati d'ascolto:

Data: 22/04/2004 ora 19.50 utc Frequenza: 18.133 Mhz
HA8JV Bekescsaba Ungheria
Segnale ricevuto: 5/9
Segnale dato: 5/7
Angolo puntamento antenna: 1° Test: 270°
Angolo puntamento antenna: 2° Test: 310°

Propagation test con OK2ZW

La mattina di Sabato 20 Novembre 2004 ho avuto l'opportunità di eseguire dei test con l'amico Zdeno, OK2ZW che trasmette dalla Repubblica Ceca con una 8 elementi Log periodica. Il segnale di OK2ZW era soggetto ad un fortissimo eco. Dalle osservazioni sul campo, sembrerebbe che l'effetto eco proveniente dalle stazioni vicine (localizzate all'interno dell'ipotetica zona d'ombra) sia più accentuato quando è aperta la propagazione Long path, infatti, Zdeno stava collegando molti Giapponesi per la via lunga. I test effettuati hanno confermato che l'eco diventa molto più intenso quando le antenne di entrambi sono puntate per la via breve, puntando le antenne per la via lunga, l'eco si attenua fortemente, quasi a scomparire.



Indici solari/geomagnetici del 20/11/2004

Sun Spots: 61 Flux: 102 | Ap: 5 | Kp: 4 (52 nT)
Solar Wind: 476 km/s at 5.1 protons/cm3
On 2004 Nov 20 0808Z: Bz: -2.6 nT
Bx: -0.8 nT | By: -3.3 nT | Total: 4.3 nT
Aurora Activity Level was 9 at 0622 UTC

20/11/2004 utc 0810 freq. 18140 Khz

L'ipotesi è che il segnale di OK2ZW arrivasse sia per propagazione per la via lunga, sia per effetto back scatter, con quest'ultima componente predominante.

Propagation test con ON5GW e RU9VR

Un altro test effettuato la mattina del 27/11/2004 ore 0800 utc sui 18 Mhz conferma sempre l'ipotesi della propagazione Riflessa. La stazione Belga ON5GW collegava un OM russo RU9VR che trasmette dalla città di UFA nella Russia Asiatica. RU9VR arriva via diretta a 60° azimutali con segnale di 5/9, mentre ON5GW è ascoltabile 5/5 ma sempre con antenna a 60°, quindi verso est. La stazione Belga non era udibile con l'antenna puntata sul Belgio. Anche qui abbiamo la conferma di una Propagazione Riflessa proveniente dalla zona dove le MUF sono superiori ai 20 Mhz, come riportato nella figura in basso all'interno del cono disegnato in nero. Il segnale di RU9VR arrivava privo di eco mentre ON5GW arrivava con eco molto leggero (lo skip con il Belgio è di circa 800 Km) a conferma che l'effetto eco diminuisce progressivamente con la distanza.

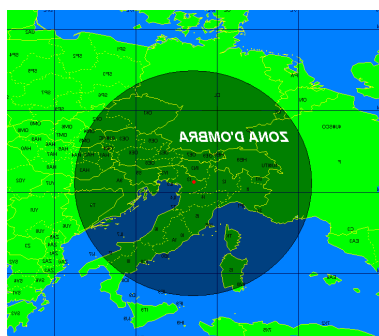
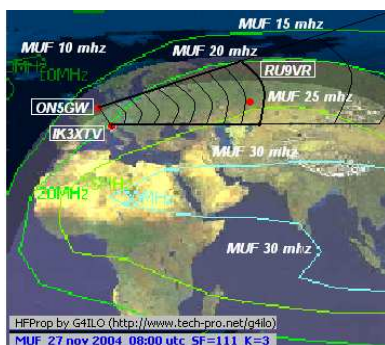


Fig. La figura di sinistra mostra la situazione del test effettuato con ON5GW e RU9VR, si tratta di una mappa che riporta le MUF nel settore Europa-Asia ricostruita in base ai dati solari e geomagnetici utilizzando il programma HFPROP.

La figura di destra mostra la zona d'ombra per la frequenza di 18 Mhz. La larghezza della zona d'ombra varia con gli indici geofisici e di conseguenza con la qualità della propagazione, ho stimato un valore medio di circa 500 Km di raggio in base alla mia esperienza operativa su questa gamma. Il fenomeno della propagazione riflessa avviene solo per quelle stazioni localizzate all'interno della zona d'ombra (4) - Vedi note, per le stazioni fuori dalla zona d'ombra, le direzioni di puntamento dell'antenna sono quelle convenzionali.

Propagation test con DJ2HK

Un altro test significativo proviene dall'ascolto della stazione tedesca DJ2HK che irradiava da Monaco, dall'altra parte delle Alpi a 270 Km. da Thiene. Si tratta di un'ulteriore conferma di quanto affermato in merito alle stazioni all'interno della zona d'ombra. Il segnale si presentava afflitto da leggero scintillamento e proveniva da 230-240° azimutali, una deviazione di 130° sullo skip diretto, da una direzione quindi praticamente opposta rispetto alla Baviera. I dati d'ascolto sono i seguenti: 07.40 utc del 25/11/2004 sulla frequenza di 18 Mhz.

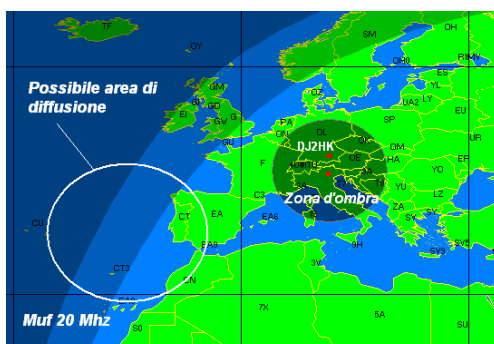


Fig. La mappa mostra la possibile area di diffusione localizzata tra il Marocco, l'Arcipelago delle Canarie e la Penisola Iberica, lungo il terminatore in un'area dove le MUF stazionano attorno ai 20 Mhz.

Scintillamento del segnale

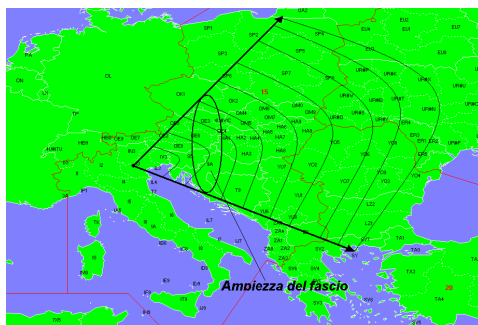
Il segnale supportato dal fenomeno della "Propagazione Riflessa", così come il segnale dovuto a Back scatter è caratterizzato da un forte scintillamento o flutter fading, gli OM Americani chiamano questo fenomeno Hollow sound, tradotto letteralmente: suono da cavità, da qui appunto l'effetto citato. L'osservazione pratica sembra confermare che l'effetto aumenta progressivamente quando il corrispondente è più vicino.

Si tratta di un fading molto rapido dovuto ipoteticamente a delle irregolarità ionosferiche. Tuttavia questo non appare del tutto credibile. Le variazioni sono troppo rapide per essere causate da semplici movimenti di queste irregolarità.

Mi sono ricordato di quanto scriveva Marino Miceli, I4SN parecchi anni orsono sulle pagine di Radio Rivista (Radio Rivista 2/90 - La Ionosfera), l'ipotesi riportata da Miceli, si basa su una teoria formulata dal prof. Rumsey dell'Università della California San Diego. Tale teoria spiega come lo scintillamento dipenda da una fluttuazione spazio-tempo dell'indice di rifrazione della Ionosfera. La deviazione dell'indice di rifrazione dal valore medio è in grado di innescare il fenomeno, è sufficiente uno slittamento piccolissimo. L'indice di rifrazione delle onde elettromagnetiche nella ionosfera dipende dalla densità elettronica, lo stesso indice di rifrazione è fortemente influenzato anche dal campo magnetico, e questo si sposa con lo scintillamento di quei segnali che si propagano attraverso le zone aurorali (collegamenti con la West Coast Americana).

In estrema sintesi:

- Scintillamento Aurorale: causato dalla variazione dell'indice di rifrazione introdotta dall'instabilità della Ionosfera polare
- Scintillamento sui segnali della Propagazione Trans-equatoriale: il fenomeno avviene per quei segnali che passano l'equatore supportati dal TEP serale e causato dalla variazione dell'indice di rifrazione introdotta dall'instabilità della Ionosfera lungo la linea dell'equatore magnetico sulla Grey line
- Scintillamento da Back scatter: dovuto alla variazione introdotta dalla rifrazione del segnale sulla crosta terrestre
- Scintillamento da Propagazione Riflessa: causato dalla variazione dell'indice provocato dalla rifrazione del segnale sulla ionosfera al terminatore o altre irregolarità del plasma ionosferico



L'ampiezza del fascio di un'antenna direttiva per Hf, difficilmente è minore di 60°, questo significa che la porzione di ionosfera interessata dalla radiazione del segnale è molto vasta e direttamente proporzionale alla distanza del punto d'emissione. Appare evidente che all'interno di questo settore la ionosfera presenta molte irregolarità. E' presumibile che entro un settore così grande, seguendo la teoria del Rumsey, sia molto probabile trovare le condizioni per una deviazione dell'indice di rifrazione. Tale quindi si verifica il fenomeno dell'Hollow sound.. Queste condizioni per esempio si verificano nelle zone aurorali, in presenza di forti escursioni del campo geomagnetico e nel caso della Propagazione riflessa. In quest'ultimo esempio, la deviazione dell'indice di rifrazione dovrebbe essere causato dalle rifrazioni instabili che avvengono sulla ionosfera al terminatore.

Backscatter

Il fenomeno della propagazione back scatter si verifica spesso quando le MUF salgono notevolmente.

I segnali sono caratterizzati da un inconfondibile suono, simile ad un rimbombo (hollow sound) e in genere non sono mai segnali molto forti e quasi privi di fading. Con molta probabilità l'effetto è dovuto a delle riflessioni del segnale sulla superficie terrestre, e specificatamente su catene montuose, aree desertiche, o su specchi d'acqua, in genere su superfici che hanno indici di rifrazione differenti, per tale motivo il fenomeno dovrebbe essere analizzato in relazione ad ogni singola posizione geografica. Nel mio caso, la posizione molto vicina alla catena delle Alpi diventa da una parte penalizzante e dall'altra difficile da interpretare a causa di possibili rifrazioni sulle montagne. Il fenomeno del Back scatter è via via più accentuato al salire della frequenza.

Esistono osservazioni e ricerche specifiche fatte da alcuni OM, che confermano di collegamenti supportati da propagazione back scatter, dovuti a rifrazione sul deserto del Sahara o sulla catena degli Urali. Un'altra possibile spiegazione del fenomeno deriva dalla diffusione in molte direzioni da parte della superficie marina, una piccola parte del segnale diffuso ritorna al trasmettitore: due stazioni comprese tra 100 e 2000 Km, puntando nella stessa direzione, verso la zona di diffusione, possono ascoltarsi anche se il percorso diretto è troppo corto.

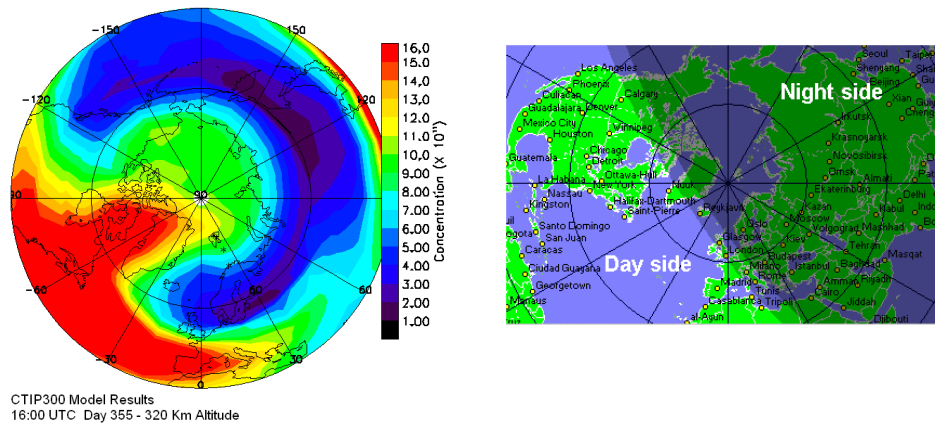


Fig. L'osservazione sistematica delle condizioni sulle bande HF, mi induce a pensare come la concentrazione elettronica nella ionosfera crei delle direzioni favorevoli o addirittura delle guide d'onda, all'interno delle quali il segnale trova una via preferenziale. L'immagine di sinistra mostra proprio la concentrazione elettronica all'altezza della regione F (320 Km), la mappa a destra mostra la stessa situazione (giorno 355 ore 16 utc) che riporta la posizione della grey line. Si noti come il contenuto elettronico sia influenzato oltre che dalla radiazione solare, anche dalla precipitazione particellare che avviene nell'ovale aurorale.

Propagation test con JA5AUC (Long path eco)

Molto interessante e' il test effettuato con la stazione Giapponese JA5AUC in quanto fornisce importanti informazioni sulla propagazione long path e soprattutto sul forte eco che affliggeva il segnale. Molto spesso i segnali long path sono caratterizzati da questo effetto che appare molto accentuato quando la propagazione e' aperta sia sul percorso lungo che corto. Per questo caso specifico ho fatto alcuni semplici calcoli matematici. Considerato che il percorso lungo misura 30616 chilometri e il corto 9387 il ritardo di propagazione tra le due tratte e' notevole e pari a circa 70 mSec. Un ritardo simile e' sufficiente ad introdurre un considerevole effetto eco sul segnale. Considerato che in determinate circostanze favorevoli il treno d'onde puo' anche fare più di una volta l'intera circonferenza terrestre. Anche se non ho una misurazione numerica del ritardo sul segnale di JA5AUC, siamo di fronte ad un caso analogo.

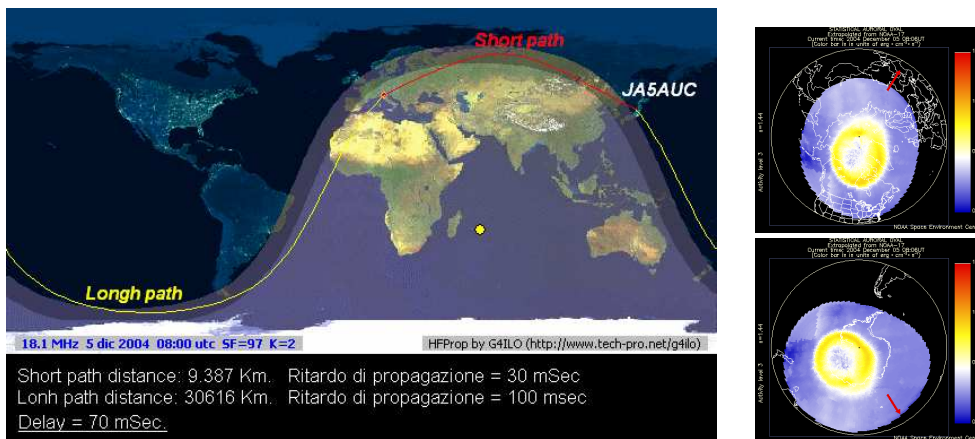


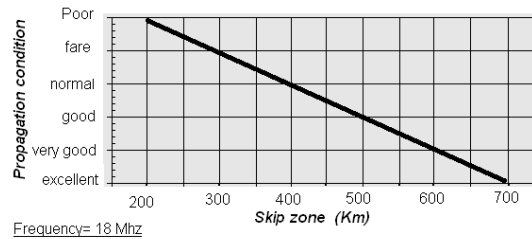
Fig. Nella Figura ho ricostruito il percorso del segnale riportando sia il percorso lungo che il corto, entrambe le tratte si sviluppano praticamente sulla grey line, con propagazione possibile in entrambe le direzioni. L'ovale aurorale poco esteso favorisce il collegamento che soprattutto sul percorso lungo lambisce il polo sud.

Note:

1. RIFLESSIONE SPECULARE: Riflessione del segnale dovuto alla ionosfera curva, per effetto della pressione di radiazione la ionosfera e la terra non sono due sfere concentriche, avviene quindi una deformazione continua che si accentua in prossimità del terminatore, si formano quindi delle superfici oblique rispetto al suolo o addirittura delle vere e proprie superfici curve che possono anche focalizzare i segnali.
2. BACK SCATTER: In alcuni casi, quando le condizioni della ionosfera lo permettono, due stazioni all'interno della zona d'ombra possono ascoltarsi per effetto della propagazione back scatter oppure side-scatter. Quando la frequenza del segnale trasmesso è vicino al limite della MUF, esso è riflesso verso terra nella regione E o F, ma una parte di quest'emissione è riflessa indietro in un'area condivisa da entrambe le stazioni, e all'interno della teorica zona

d'ombra. Il segnale appare molto modulato e facilmente riconoscibile poiché' appare privo di evanescenza ma caratterizzato da un forte effetto eco.

3. SUPERFICIE DI RIFLESSIONE: Prendendo per comodità' di rappresentazione un'antenna direttiva, il suo fascio di irradiazione non è minore di 60°, questo significa che il punto di riflessione ad una distanza di almeno 2000 chilometri è un'ellissoide il cui asse maggiore è lungo almeno qualche migliaio di chilometri con la conseguenza che la superficie di riflessione è un'area di almeno 1 milione di chilometri quadrati.
4. ZONA D'OMBRA: E' la zona circoscritta all'interno di un raggio all'interno della quale non è possibile il collegamento bilaterale. L'ampiezza di quest'area dipende oltre che dalla frequenza anche dalla qualità della propagazione. Nel grafico sottostante è riportato un grafico che mostra il raggio della zona d'ombra per la gamma dei 17 metri in base alla qualità della propagazione.



F.Egano – ik3xtv Amateur Radio Propagation Studies www.qsl.net/ik3xtv

Bibliografia:

Ha collaborato Tony de Longhi, iz3esv

La Ionosfera – i4sn Marino Miceli

NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration

Mappe realizzate con il software Dx Atlas

Propagation Studies – ik3xtv

Chirp sounder and Ionogram project, PA1ARE

Re-printed here with permission from December 1998 QST "World Above 50MHz" copyright ARRL by Emil Pocock W3EP

La Ionosfera – Radio Rivista 2-90 M.Miceli, i4sn

Mappe di previsione propagazione elaborate con il software HF Prop di g4ilo