

# *PROPAGACIÓN DE ONDAS DE RADIO EN HF, VHF y UHF.*

***CO8TW***

***Juan Carlos Veranes Ferrer***

***co8tw@gmx.com***

---



# Índice.

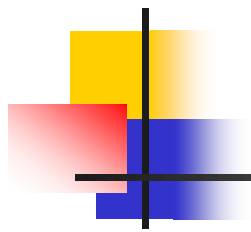
---

## **Tipos de propagación:**

- Ionosférica.
- Esporádica E.
- Línea gris.
- Meteor Scatter.
- Onda directa.
- Dispersión troposférica.
- Conducto troposférico.
- Otros.

**Balizas.**

**Anexos.**



# **PROPAGACIÓN IONOSFÉRICA.**

# ¿Qué es la atmósfera terrestre.?



---

La **atmósfera** terrestre es la capa de gas que rodea la tierra. Los gases son atraídos por la gravedad terrestre, y se mantienen en ella si la gravedad es suficiente y la temperatura de la atmósfera es baja.



# ¿Qué es el sol.?

---

El **Sol** es una estrella que se encuentra en el centro del sistema solar, a 150 millones de kilómetros de la tierra y constituye la mayor fuente de radiación electromagnética de este sistema planetario. Su temperatura en la parte externa es de 5000 C, y su luz demora en llegar a la tierra 8 minutos y 20 segundos.

# El Sol emite partículas y radiación muy energéticas (viento solar).



---

- \* Iones
- \* Electrones
- \* Protones
  
- \* Rayos X
- \* Rayos UV
- \* Rayos Gamma.

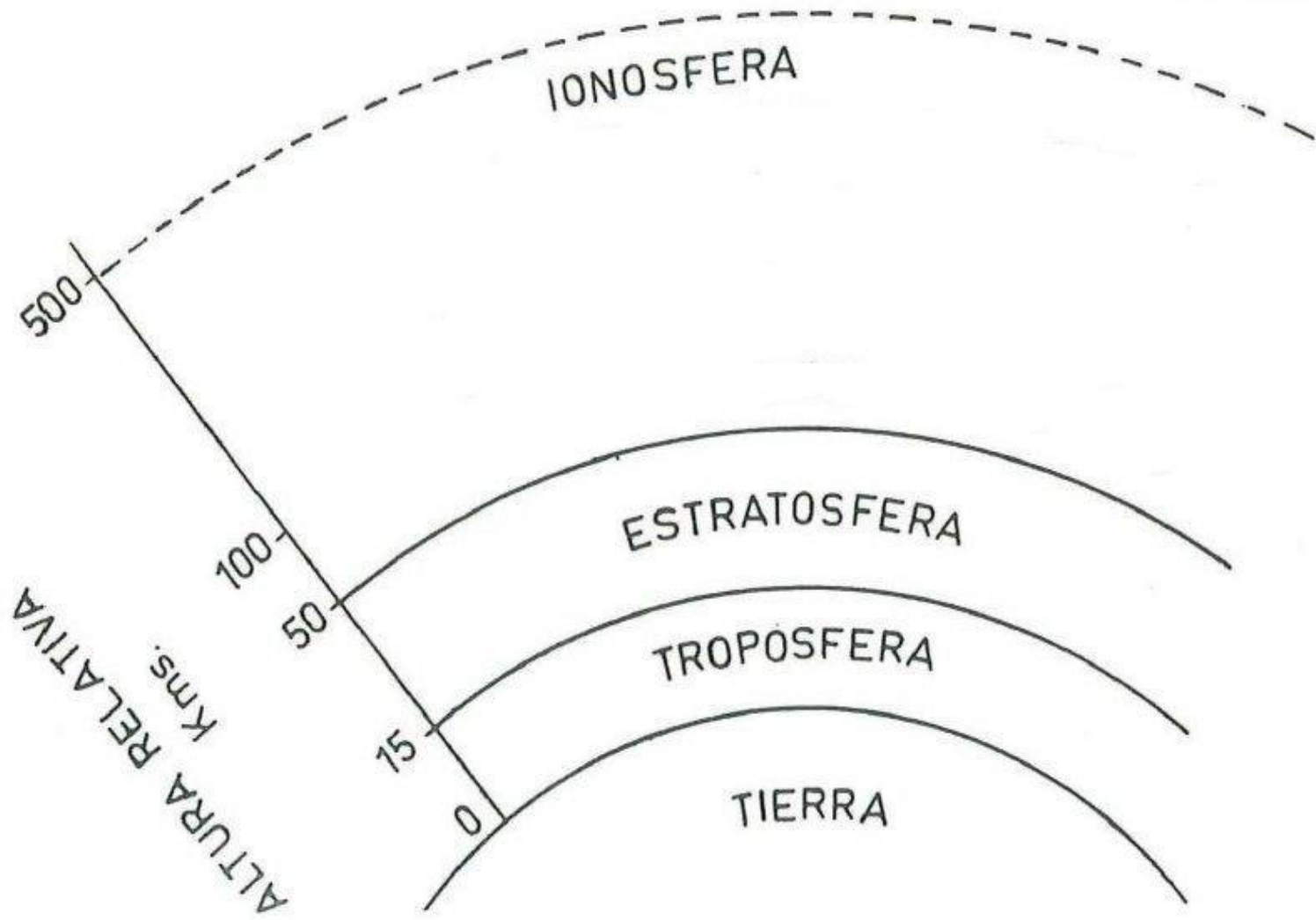


# ¿Qué es la ionosfera.?

---

**La ionosfera**, es la parte de la atmósfera terrestre ionizada permanentemente debido a la fotoionización que provoca la radiación solar. Se sitúa entre los 60 km y los 500 km de altitud.

# Ionosfera.





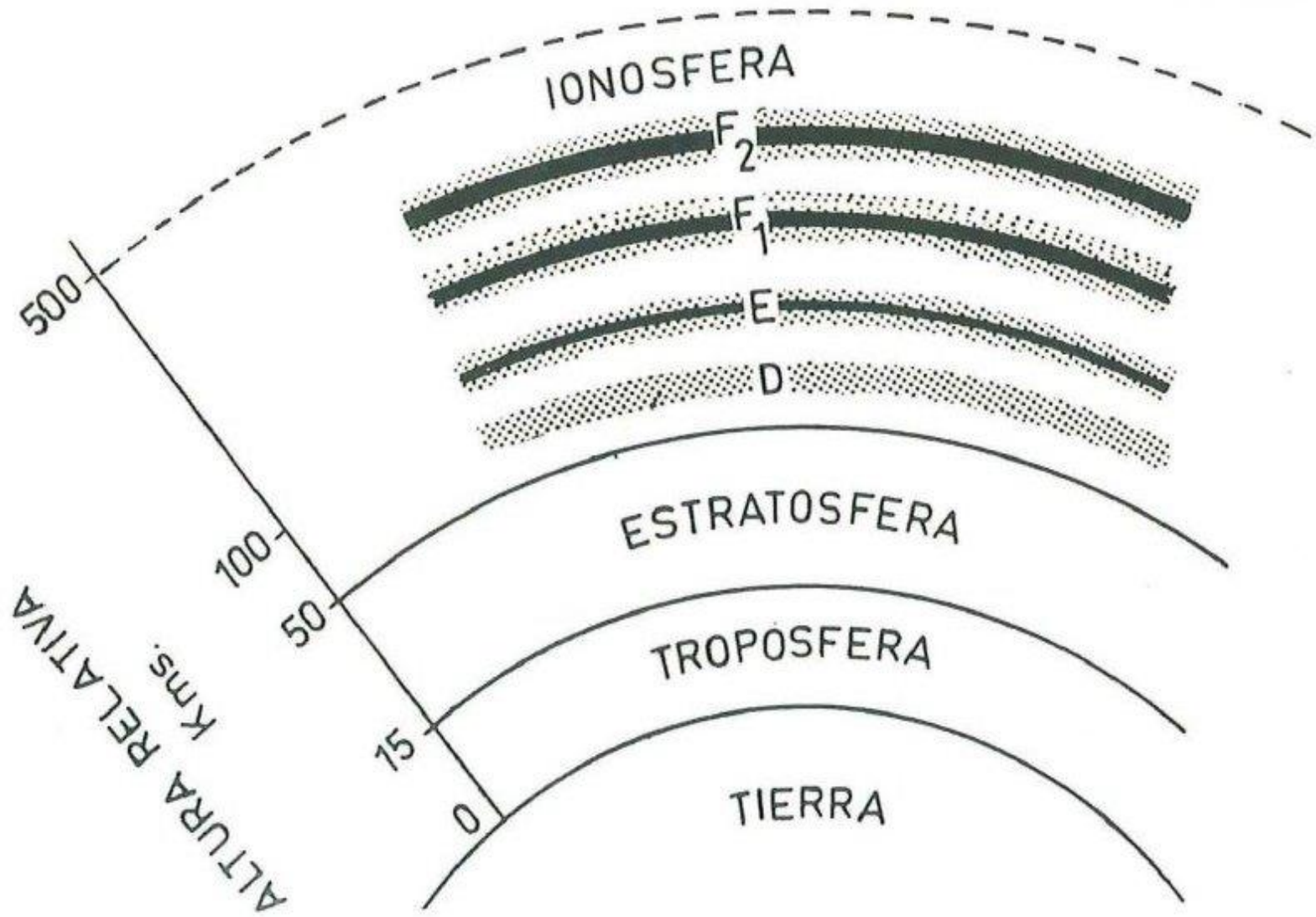
# ¿Qué es la propagación Ionosférica.?



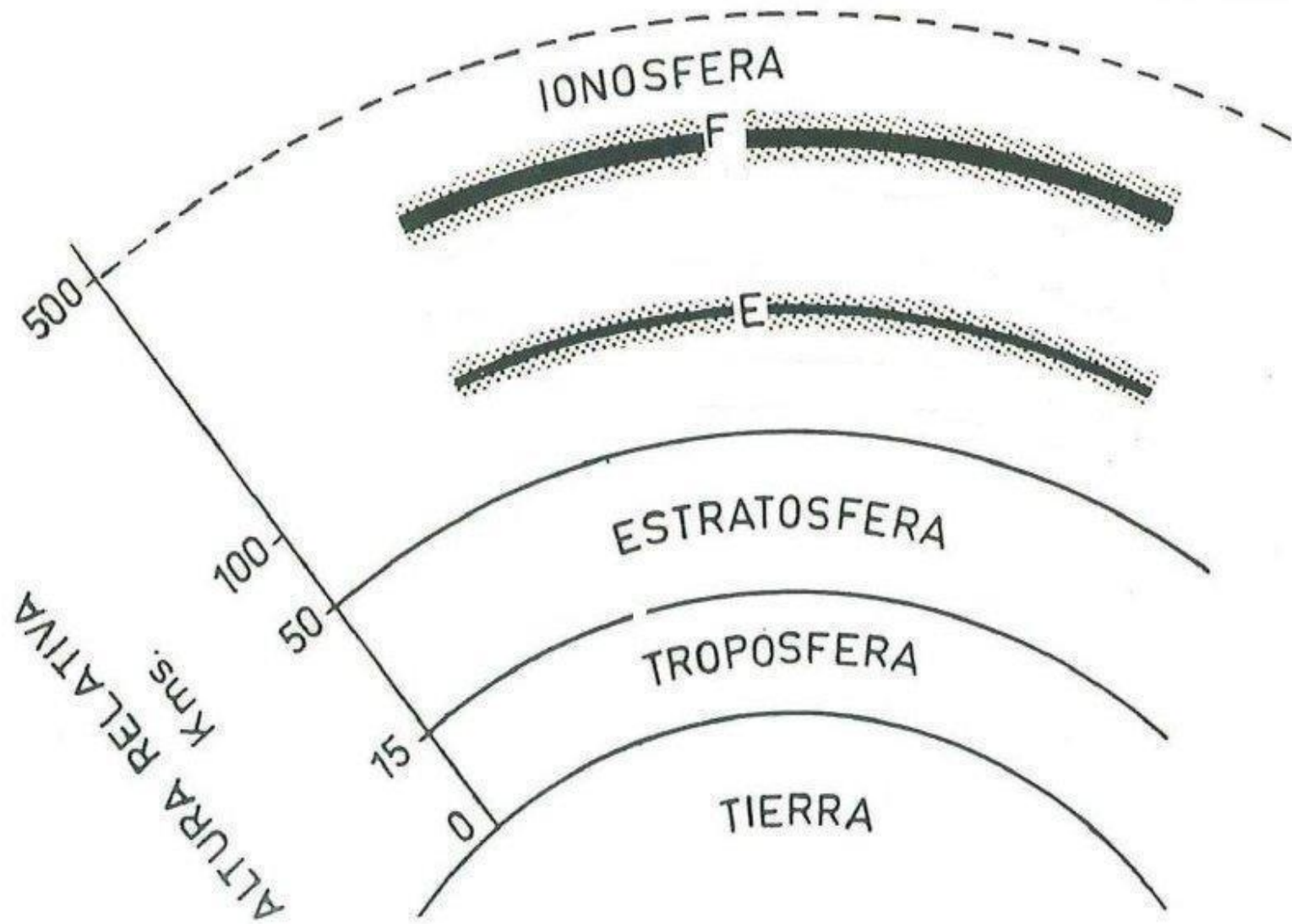
---

Esta ocurre debido a la reflexión o reflexiones sucesivas entre la ionosfera y la superficie terrestre de las ondas de radio, posibilitando el establecimiento de comunicaciones entre las bandas de 1.8 y 50 Mhz a corta, mediana y grandes distancias.

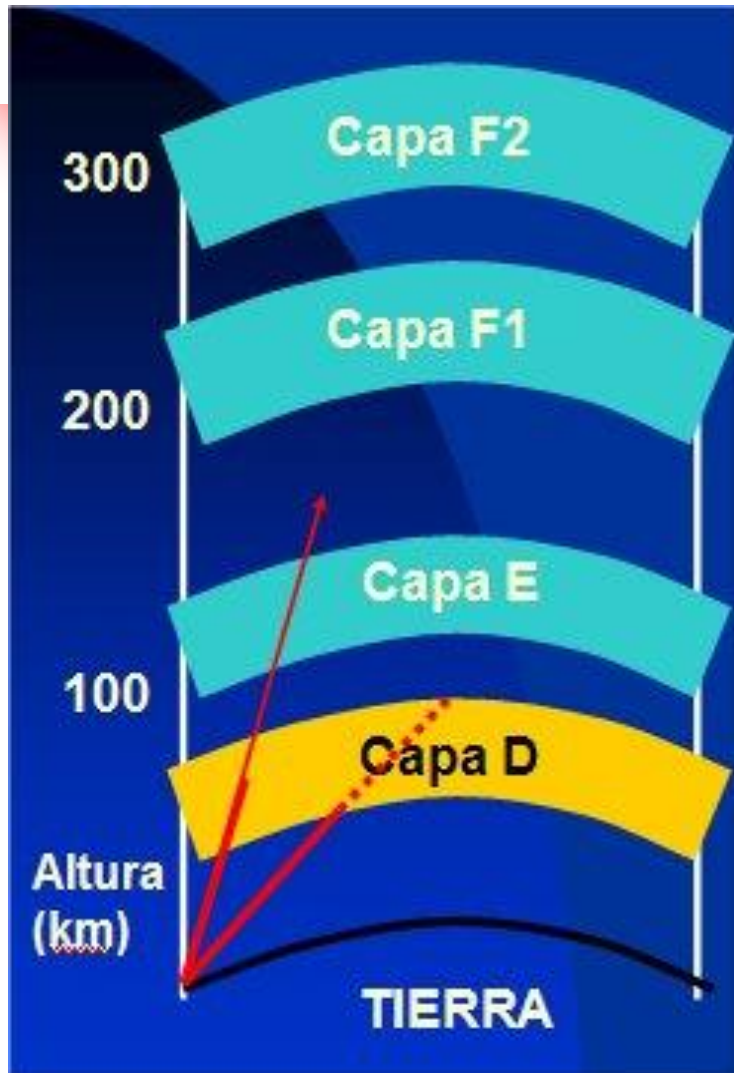
# Día.



# Noche.

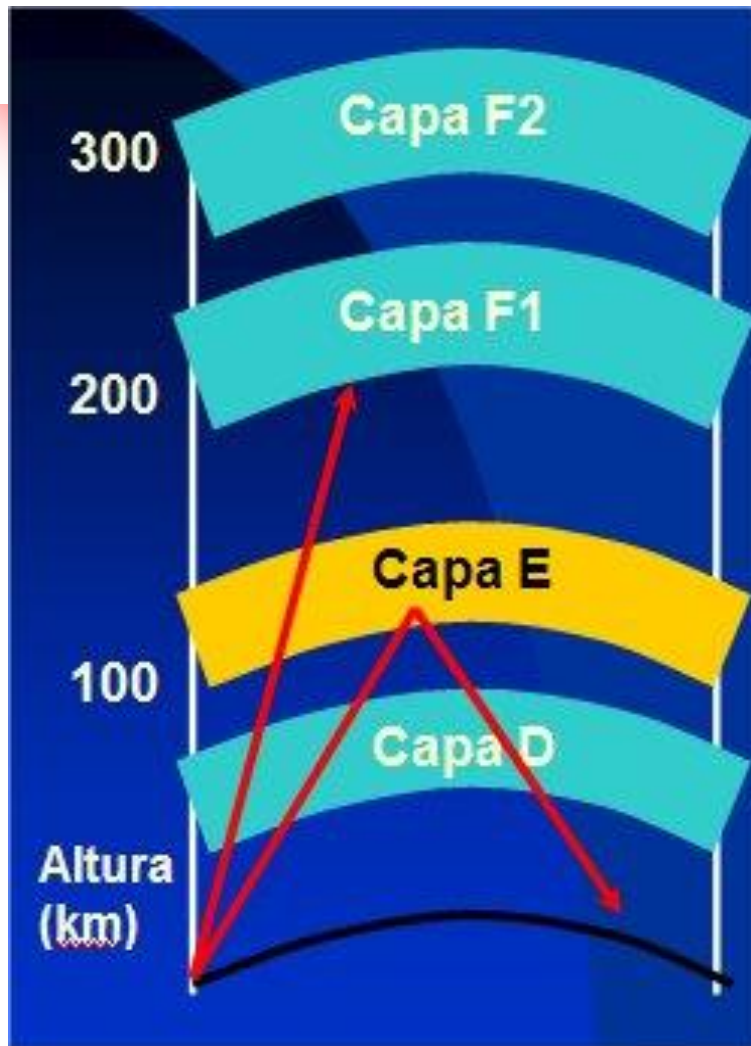


# CAPA D.



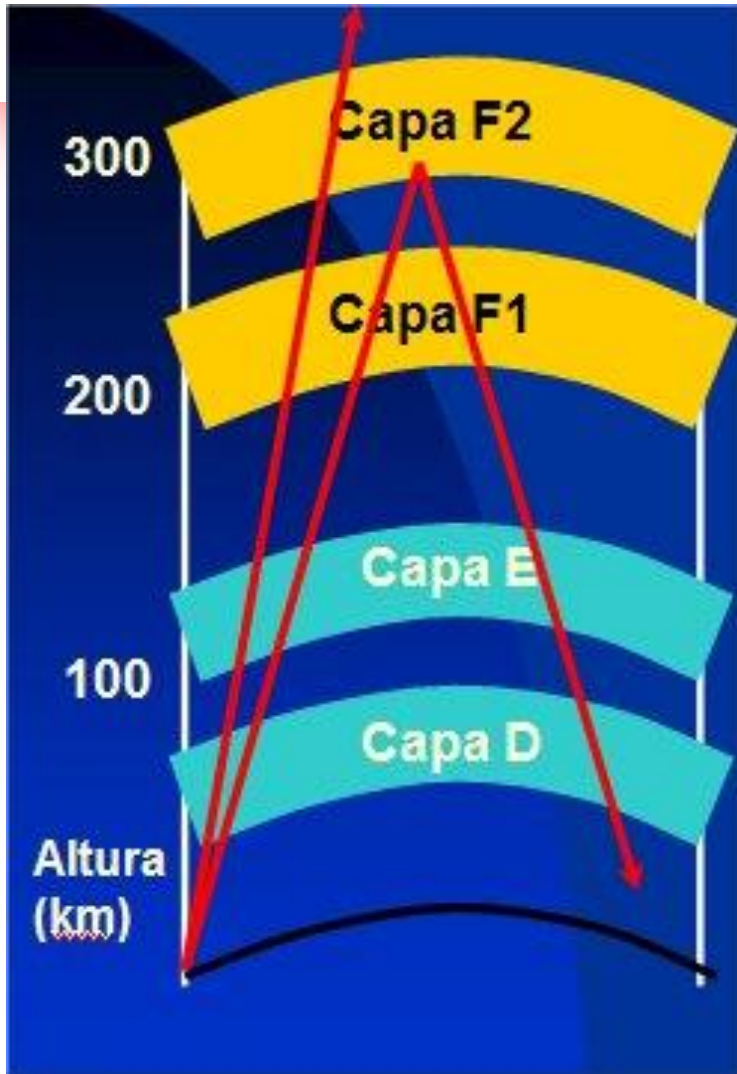
- \* Altura: 60 – 90 kms.
- \* Existe en horas del día.
- \* Ionización muy baja.
- \* Atenuación:
  - 0 – 4 Mhz (Alta)
  - 4 – 9 Mhz (Media)
  - 9 – 14 Mhz (Baja)
  - > 14 Mhz Sin atenuación.

# CAPA E.



- \* Altura 90 – 150 Kms.
- \* Formada por los rayos solares X y UV.

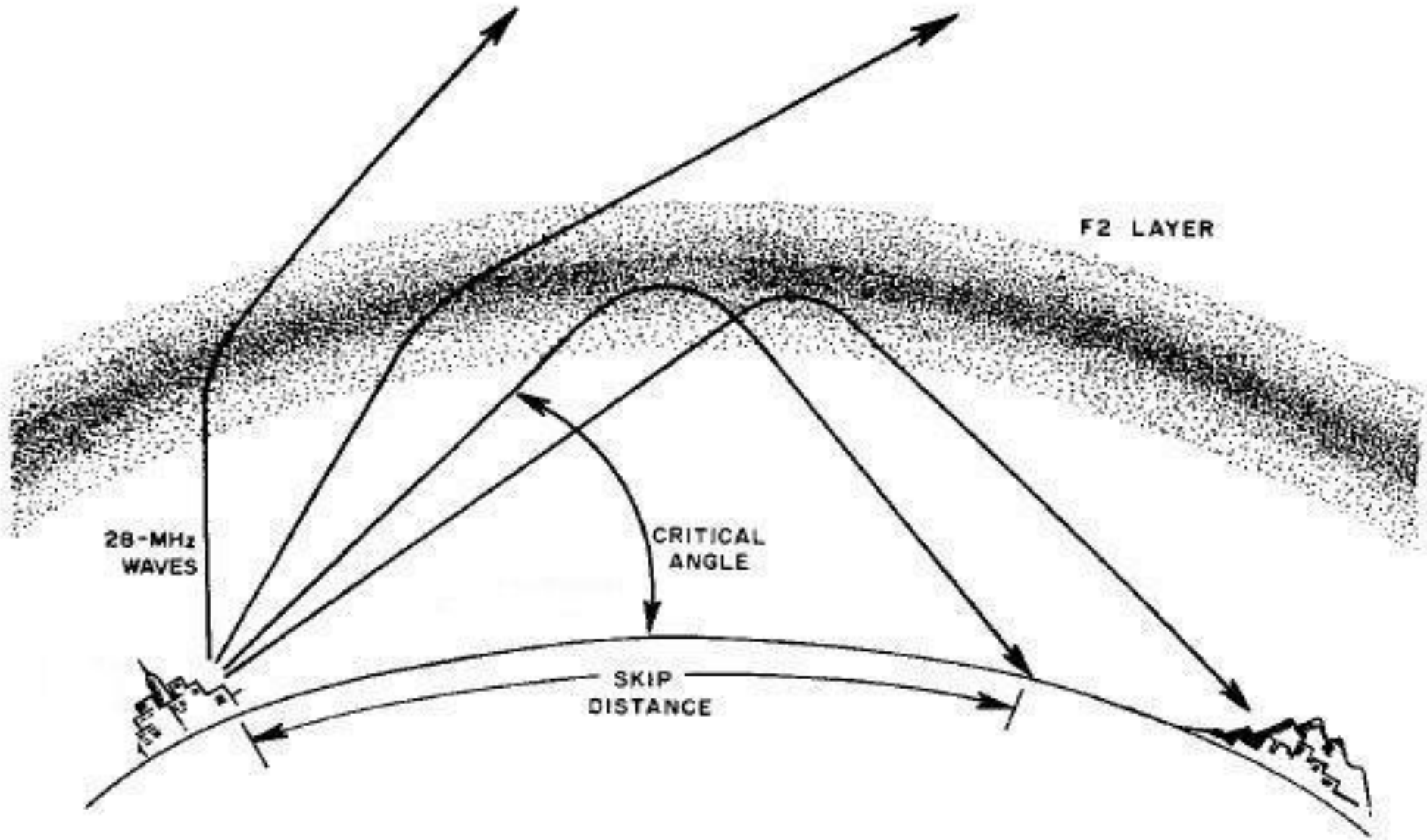
# CAPAS F1 y F2.



- \* F1: 150 – 220 Kms.
  - Diurna.
- \* F2: 250 – 350 Kms.
  - La más importante.
  - 24 Horas.
  - Hasta 4000 Kms por una reflexión.



# Refracción y reflexión en la ionosfera.



# MFU, LFU y FO.

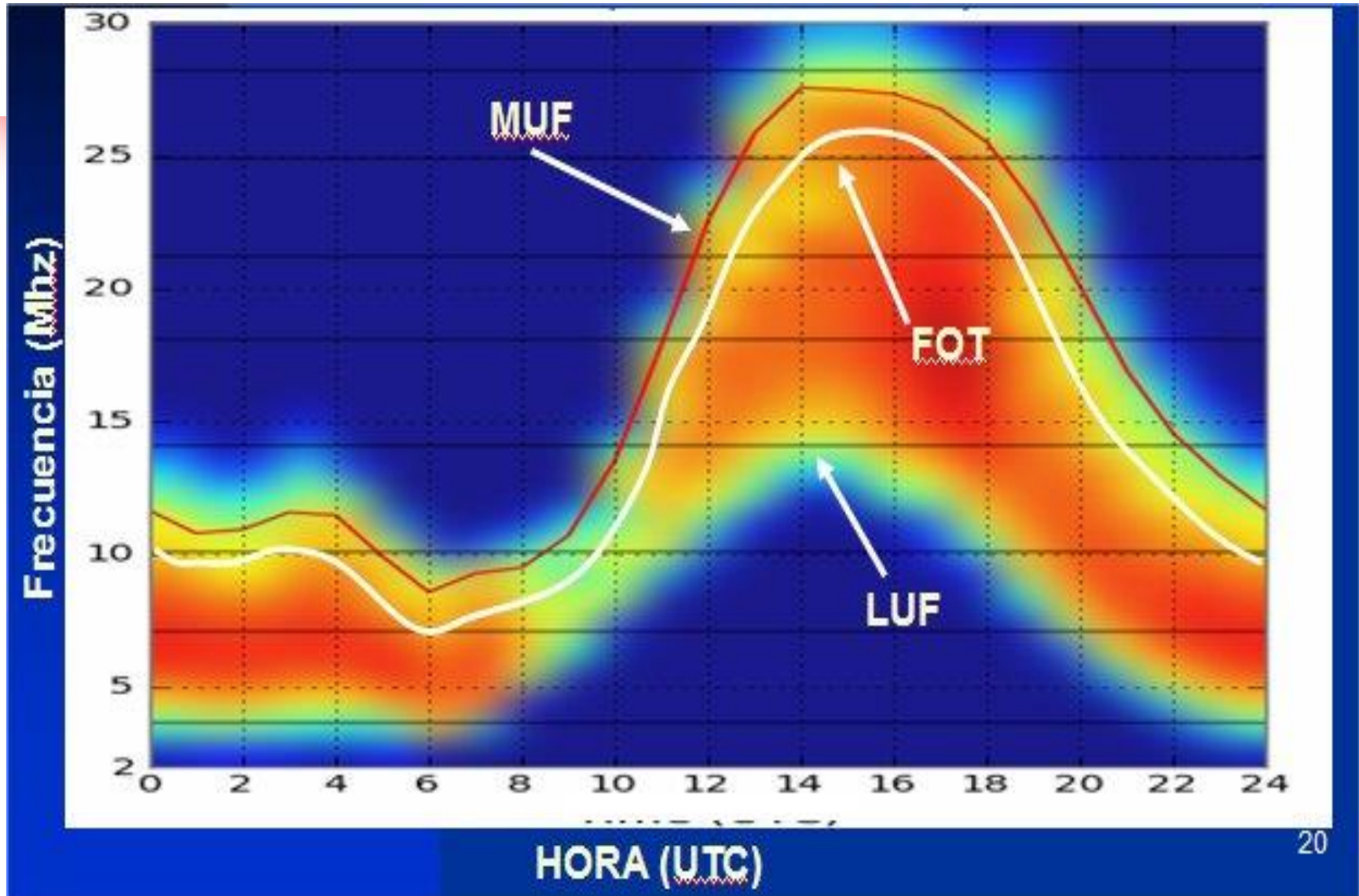


---

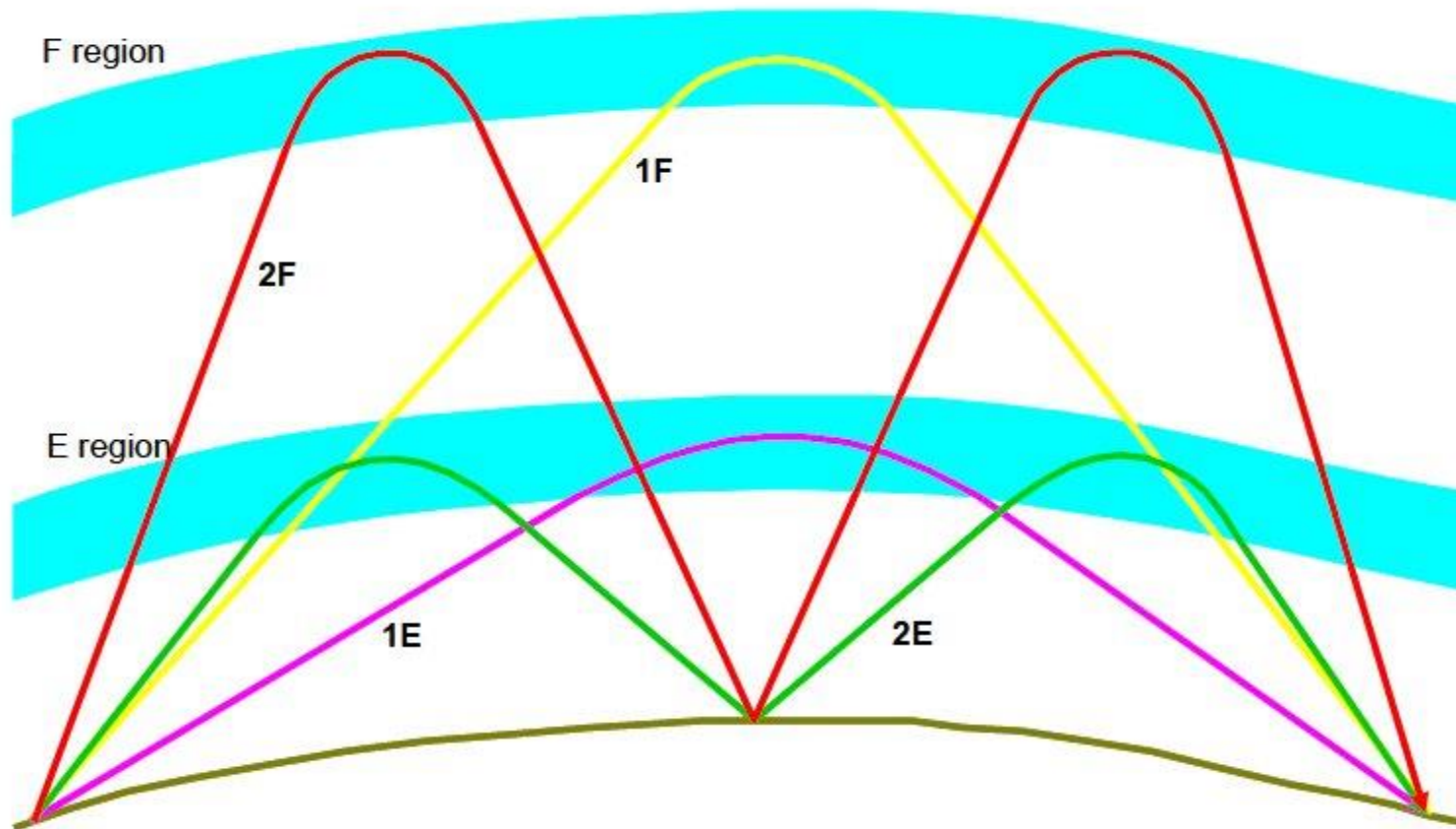
- MFU: Es la máxima frecuencia que es refractada y que podemos utilizar.
- LFU: Frecuencia por debajo de la cual la capa D atenúa la señal.
- FO: Frecuencia entre la máxima y la mínima que nos permite tener la máxima señal. Es un 10% más baja que la frecuencia máxima (MFU).



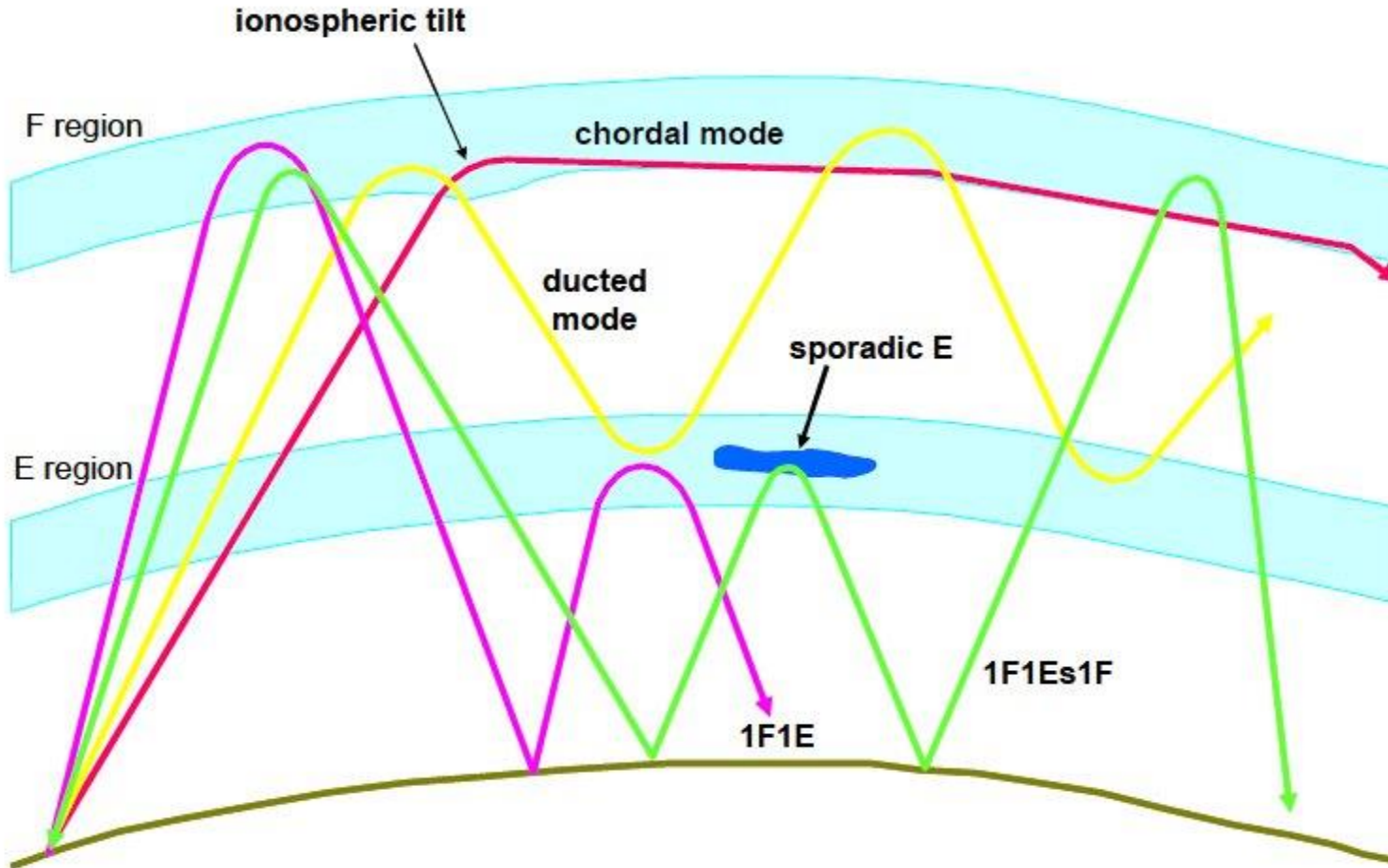
Circuito entre W4, C6, CO, etc.. y Europa occidental.



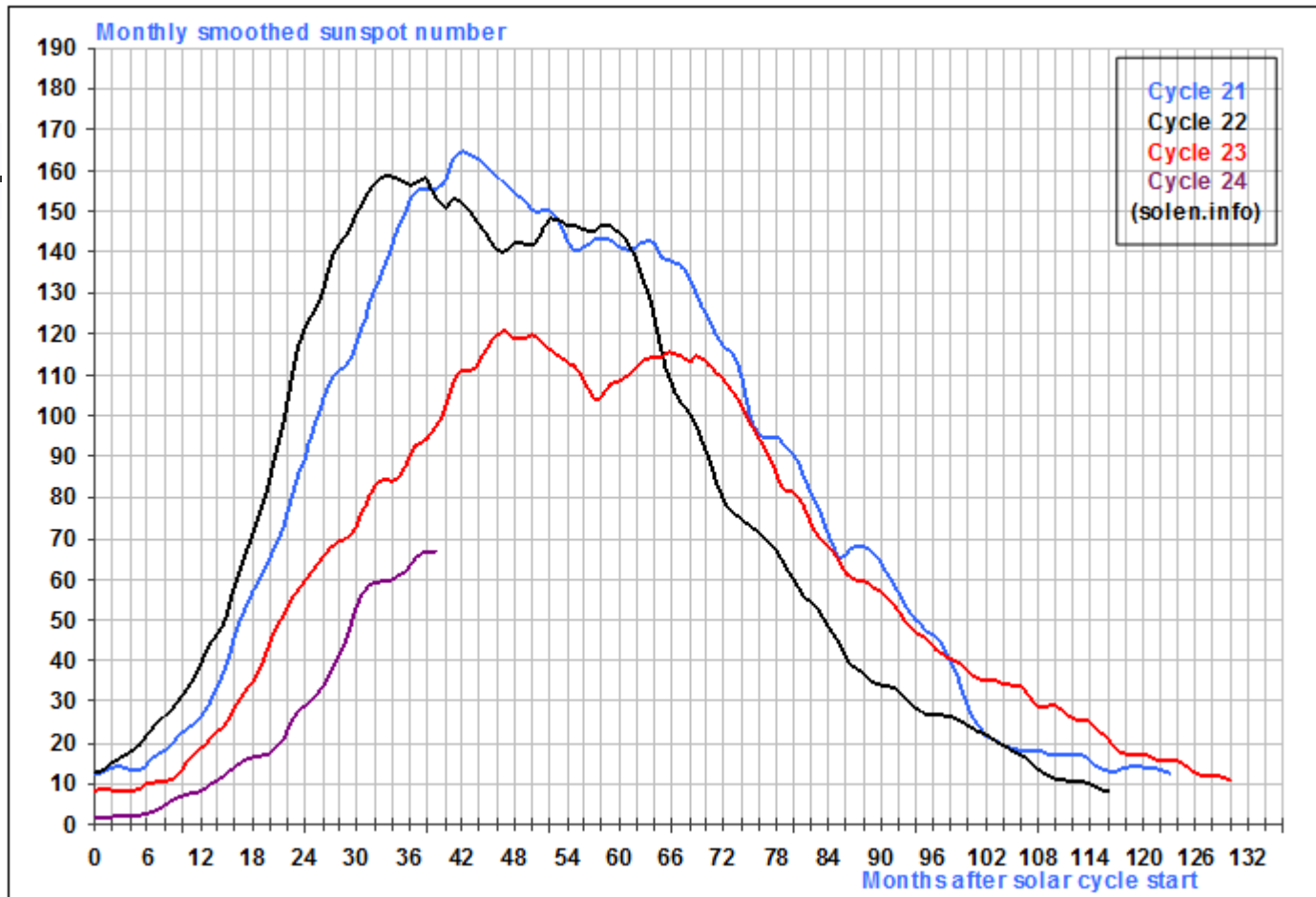
# Modos de propagación Simple.



# Modos de propagación complejos.



# Ciclo solar.

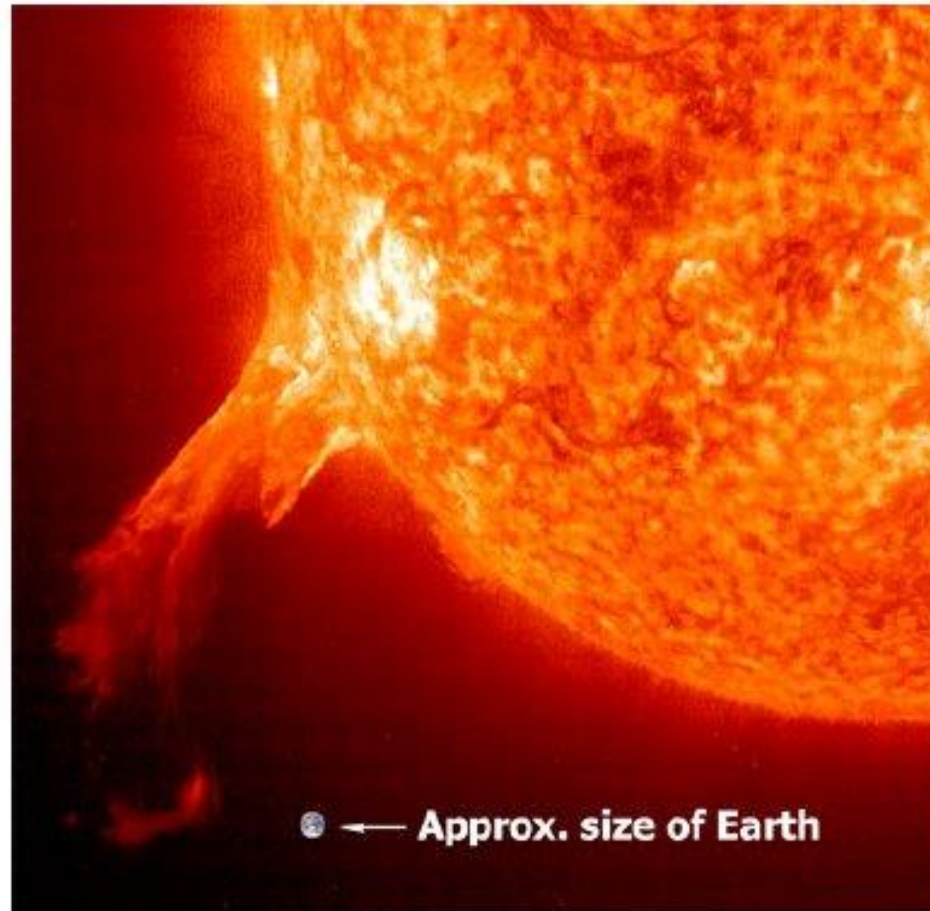


Tienen una duración promedio de 11 años.

5 – En la subida.

6 – En la bajada.

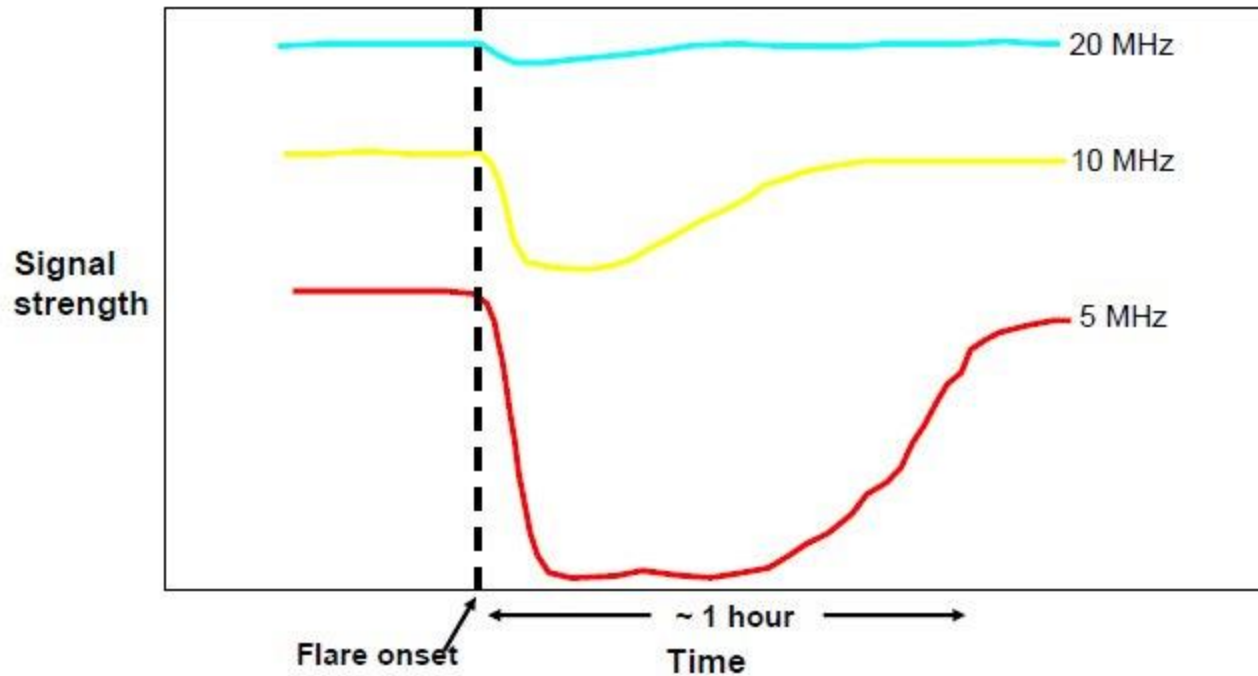
# Tormentas solares.



Eyección muy violenta de Rayos X, Rayos ultravioletas, plasma, etc...

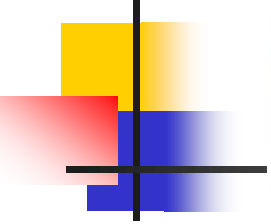


# Tormentas solares. Rayos X.



Tardan en llegar a la tierra (150 Mill Kms) solamente 8 min.  
Ionizan fuertemente la capa D, durante 30 min a 1 hora.

# Tormentas solares. Protones.



Aurora is just one  
of the mechanisms  
that can enhance  
10m propagation.  
Photo: Joshua  
Strang, USAF.



Dos horas después de la explosión solar.

# Tormentas solares. Viento Solar.

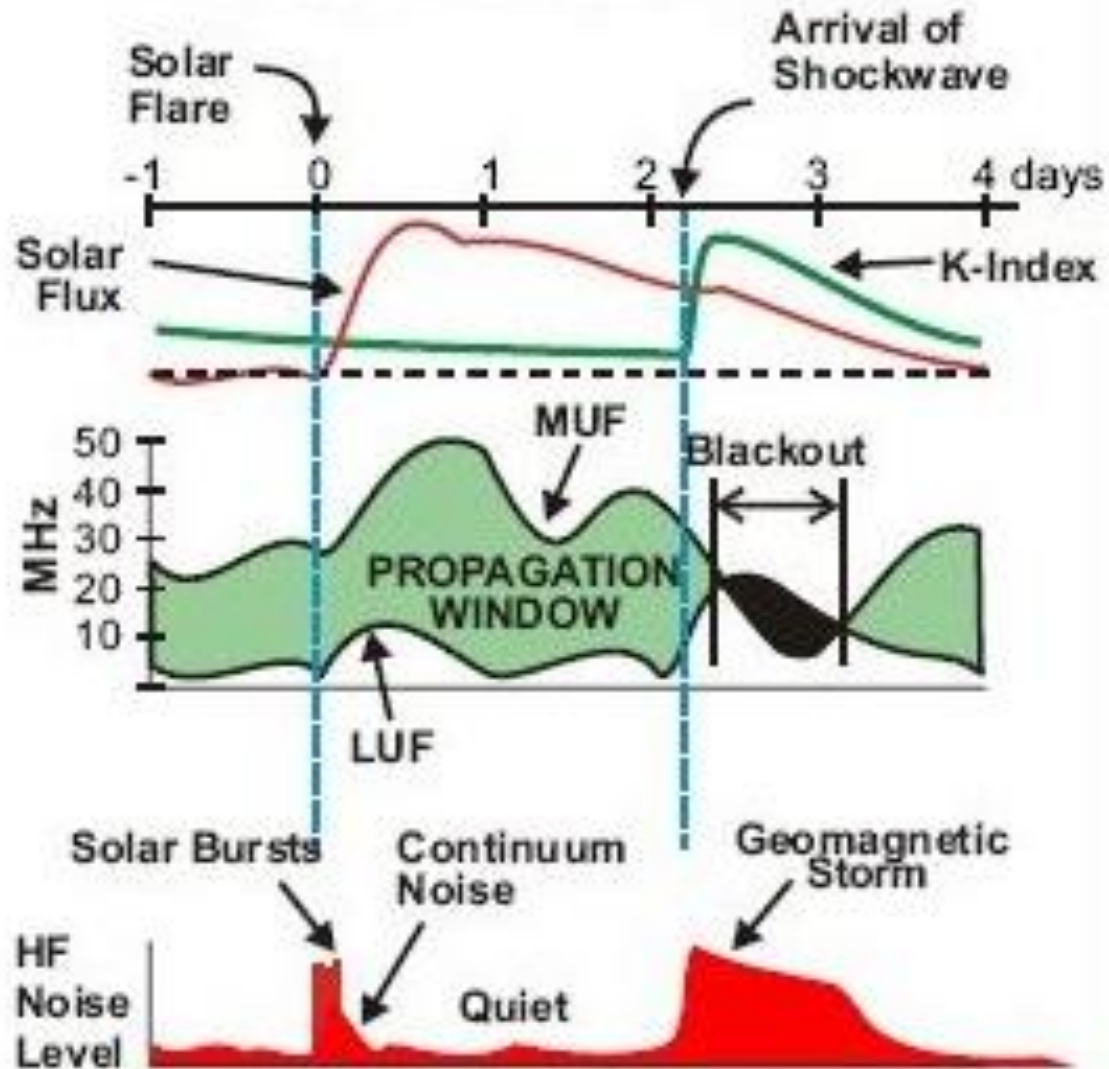


---

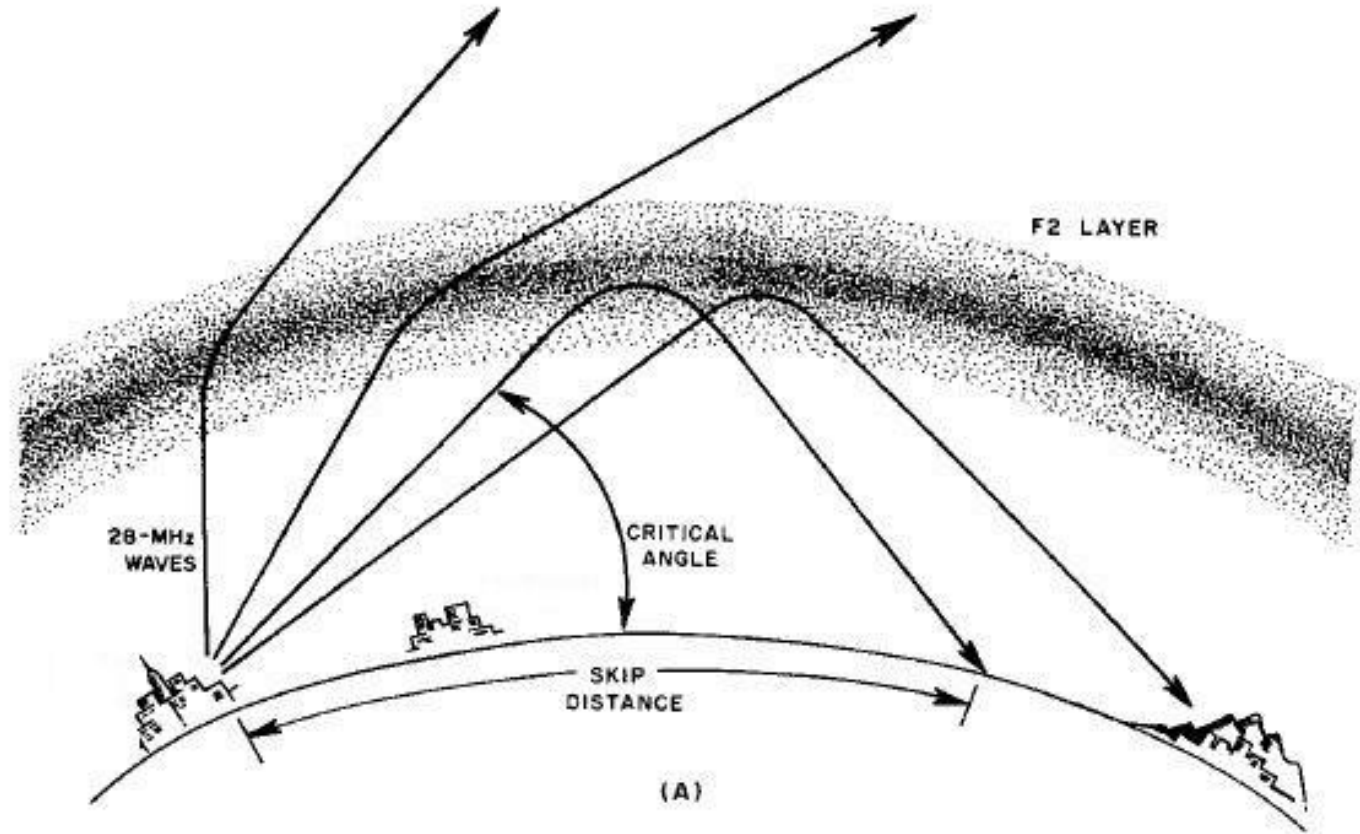
De 24 a 36 horas después de la explosión, el viento solar provoca fuertes tormentas geomagnéticas, y también puede llegar a vaciar de electrones las capas F1 y F2. Pudiendo anular la propagación ionosférica.



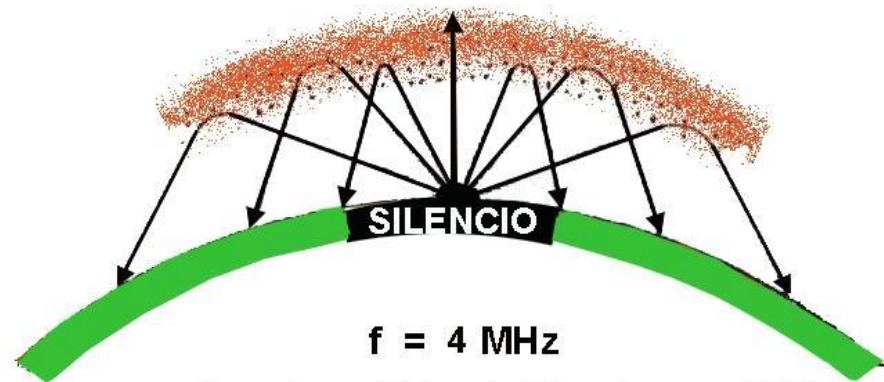
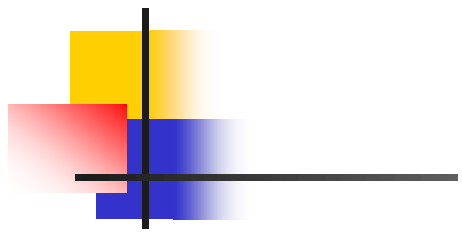
# Grafico de una tormenta solar.



# Zona de SKIP.

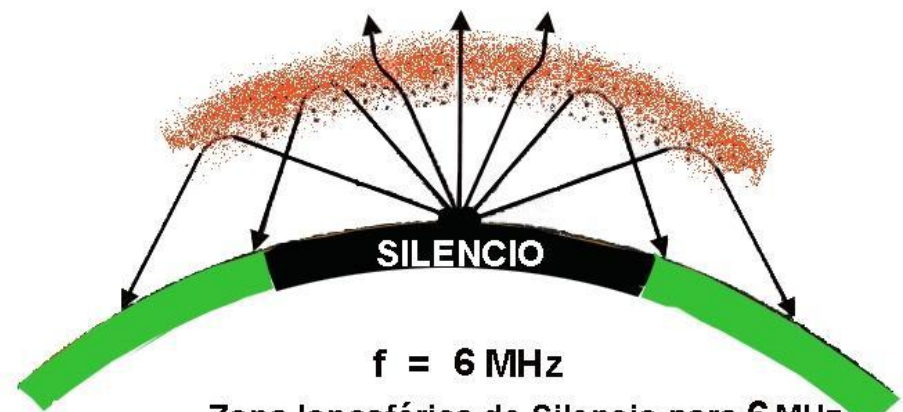


La señal ionosférica no puede ser recepcionada porque no puede ser refractada por la ionosfera.



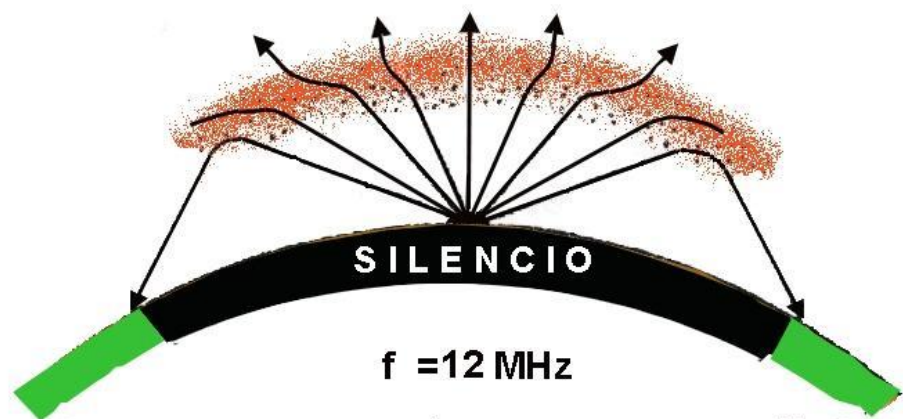
$f = 4 \text{ MHz}$

Zona Ionosférica de Silencio para 4 MHz



$f = 6 \text{ MHz}$

Zona Ionosférica de Silencio para 6 MHz



$f = 12 \text{ MHz}$

Zona Ionosférica de Silencio para 12 MHz

# Fading o desvanecimiento.



---

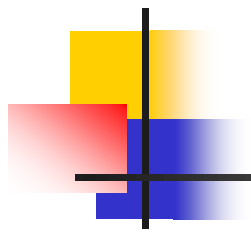
- ***Propagación multicamino:*** Como consecuencia de las reflexiones en la ionosfera y en los obstáculos terrestres, al receptor terminan llegando con diversos retardos ondas que siguen trayectos similares pero no iguales, con una diferencia de fase que puede oscilar entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ . Si la diferencia se aproxima a  $180^\circ$ , la onda resultante a la entrada del receptor tendrá una intensidad mucho menor.
- ***Desacoplo de polarización:*** Como ya vimos, tras reflejarse y/o refractarse, la onda puede sufrir un cambio de polarización que hace que se tengan pérdidas por desacoplo de polarización en el receptor.

# Buena propagación en HF.!

## Cuándo.?

---

- Altos niveles de flujo solar es bueno para la HF.
- Altos índices geomagnéticos (índices K y A) son malos.
- Si tu señal pasa por el círculo polar y los índices geomagnéticos son altos, tendrás problemas para lograr el QSO.
- Propagación en Primavera, Otoño e Invierno son mejores que el Verano, debido a que la ionosfera está más fría, tiene mayor densidad y la MFU es más alta durante el día.
- A medida que la capa D se va formando y la absorción aumenta, debemos movernos a frecuencias cercanas a la MFU.
- Vigila las bandas altas varias horas después de una explosión solar, debido al incremento de la ionización en las capas E y F, posibilitando picos temporales de la MUF.
- Cuando la tormenta solar cese, los niveles de ruido en HF se calman junto con un incremento de la MFU.
- Cuando los índices geomagnéticos (K y A) desciendan, los niveles de ruido en las banda de 40 y 80 en la noche bajarán.



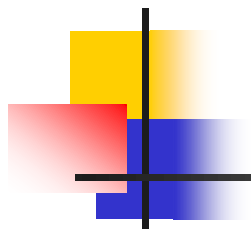
**Esporádica E.**



# Esporádica E.

---

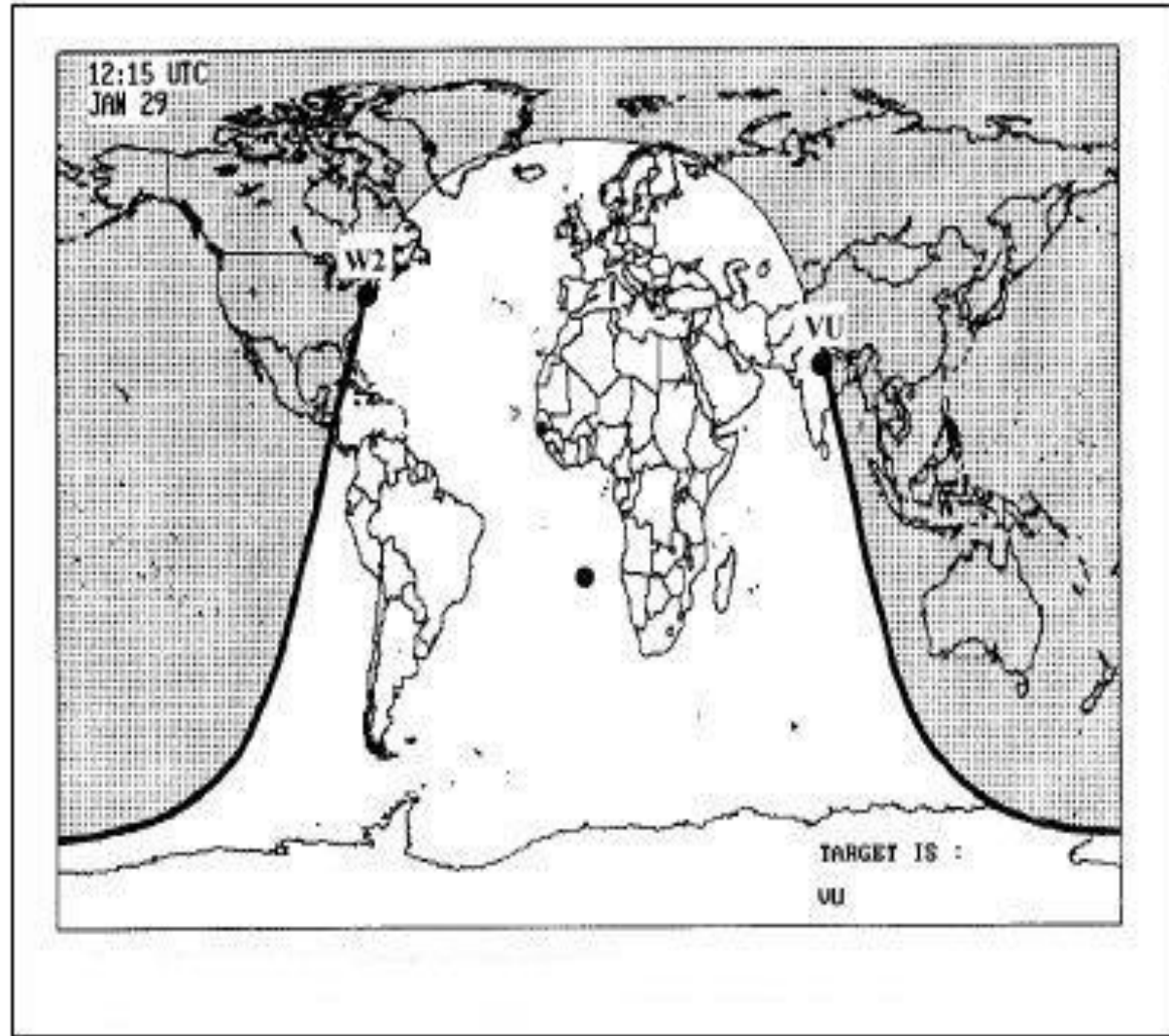
- También conocida como Es.
- Ocurre tras la formación de nubes fuertemente ionizadas dentro de la capa E.
- Nubes de 80 – 160 kms.
- La ionización es de hasta 10 veces superior a la capa E.
- Puede refractar señales en las bandas de 28, 50, 145, 222 y 435 Mhz.
- Más frecuente en meses cercano al solsticio de verano (21/6), durante los picos máximos de los ciclos solares.
- Hasta 2000 kms por una reflexión.
- Pueden durar desde minutos hasta varias horas y son pocos predecibles y cuya causa aún es poco clara.



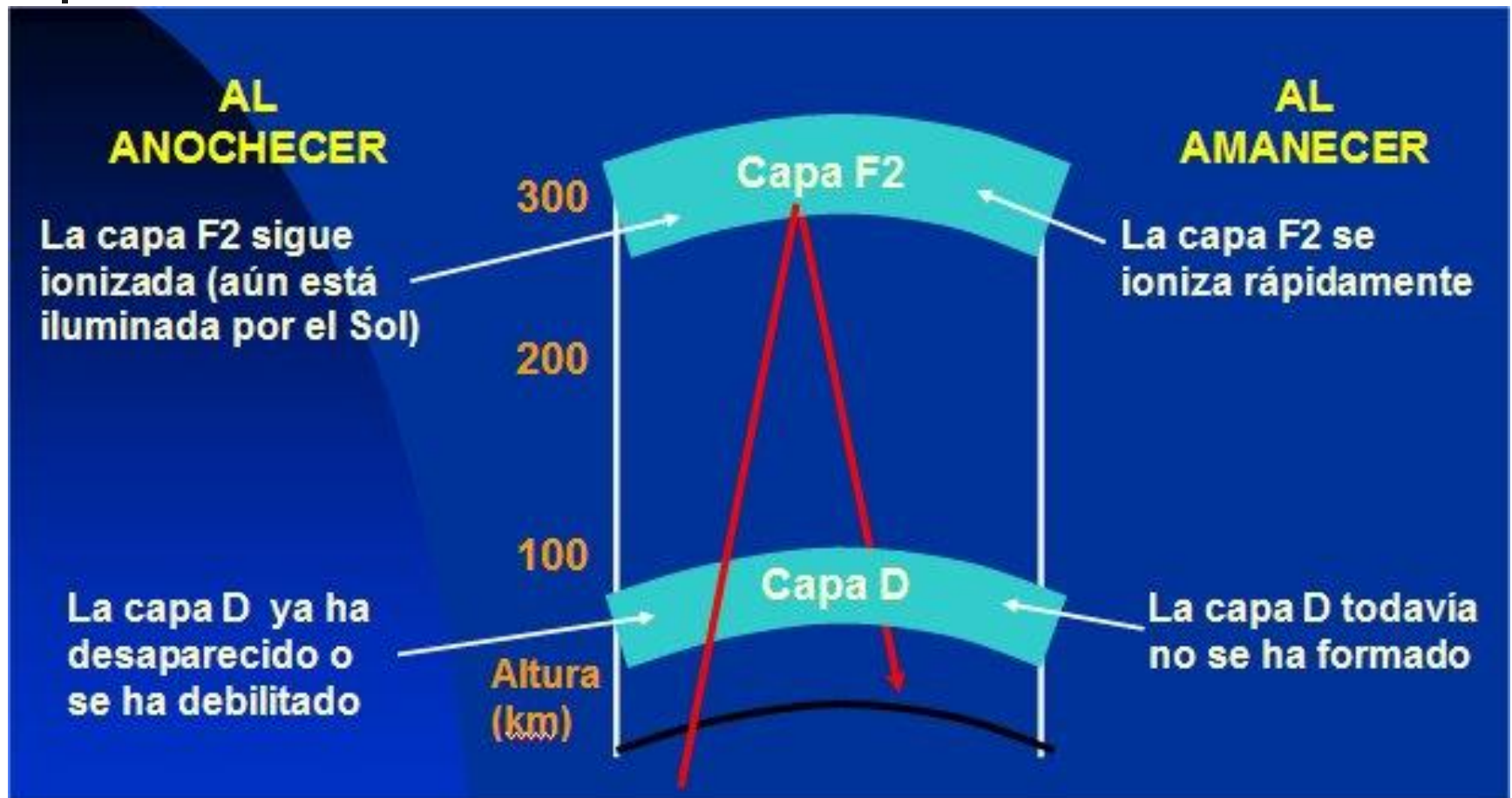
**LÍNEA GRIS.**

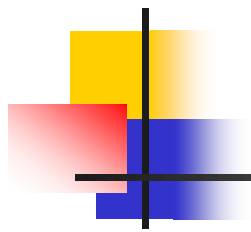


Es la frontera entre las zonas de la Tierra iluminadas por el Sol y las zonas en las que es de noche.



Picos altos de propagación ionosférica, en las bandas de 160, 80 y 40 metros.





---

# Meteor Scatter.

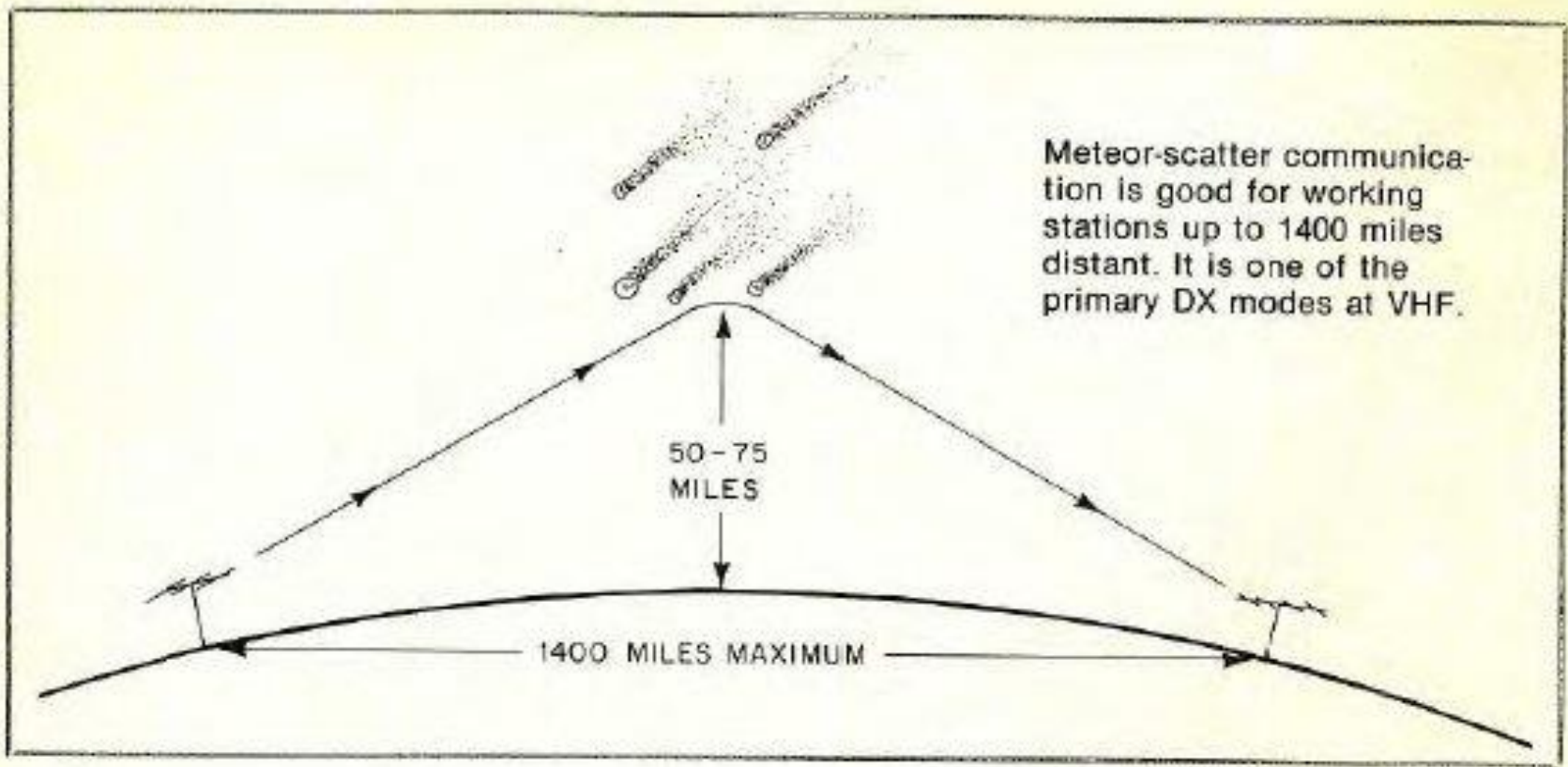
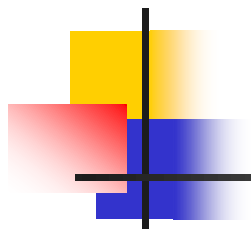


# Meteor Scatter.

---

Consiste en la refracción de ondas de radio a alturas de 80 – 110 Kms, debido a la desintegración de meteoritos que entran en la atmósfera, dando lugar a meteoros o estrellas fugaces.

**Lográndose QSO a distancias de 2000 kms. En las bandas de VHF.**



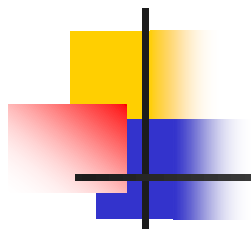
Meteor-scatter communication is good for working stations up to 1400 miles distant. It is one of the primary DX modes at VHF.



# Principales lluvias de meteoritos.

---

- 3 de enero: lluvia de estrellas Cuadrántidas.
- 22 de abril: lluvia de estrellas Líridas.
- 5 de mayo: lluvia de estrellas Eta Acuáridas.
- 28 de julio: lluvia de estrellas Delta Acuáridas.
- 13 de agosto: Lluvia de estrellas Perseidas.
- 21 de octubre: lluvia de estrellas Oriónidas.
- 5 de noviembre: lluvia de estrellas Táuridas del Sur.
- 12 de noviembre: lluvia de estrellas Táuridas del Norte.
- 17 de noviembre: lluvia de estrellas Leónidas.
- 14 de diciembre: lluvia de estrellas Gemínidas.
- 22 de diciembre: lluvia de estrellas Úrsidas.



**ONDA DIRECTA.**



# Onda Directa.

---

Es aquella en que la onda se propaga a muy poca distancia del suelo y por ello se ve muy afectada por la orografía, que puede provocar fenómenos de reflexión, propagación multitrayecto y difracción.

Las peculiaridades de este tipo de onda dependen de la frecuencia de trabajo, el tipo de suelo (conductividad del terreno) y la altura de las antenas.

El alcance visual de una estación se calcula mediante la formula:

$$D=4125 * \sqrt{H}$$

D= Distancia en metros

H= Altura de la antena en metros.





---

# **Dispersión troposférica.**

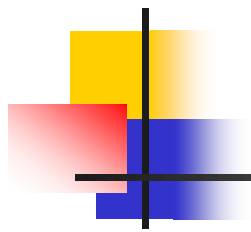


# Dispersión troposférica.

---

Se produce cuando la energía radiada entra en una región de turbulencia en la troposfera.

La transmisión es dispersada en todas las direcciones y una porción de la misma alcanza la superficie terrestre, tiene alcance muy superior a la onda directa, lográndose distancia de hasta 1600 kms, en las bandas de 50, 145, 222, 435 Mhz e incluso superiores.



---

# **CONDUCTO TROPOSFÉRICO.**



# Conducto troposférico.

---

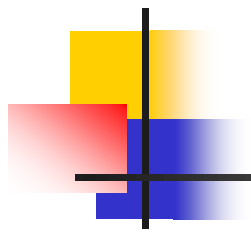
En ciertas localidades, y bajo determinadas circunstancias meteorológicas, ocurre en ocasiones que una capa de aire caliente queda atrapada entre otras dos más frías. Se forma así una especie de conducto o "guía de ondas" por el cual las señales de VHF pueden viajar a lo largo de grandes distancias (incluso miles de kilómetros).

# Otros tipos de propagación.



---

- **Aurora Boreales:** Son partículas lanzadas por el sol, que ionizan gases enrarecidos de la alta atmósfera. Ocurre en latitudes altas. Buenos DX en las bandas de 28, 50, 145 y 222 Mhz. Es más frecuente en el pico máximo del ciclo.
- **Transecuatorial:** Ocurre cuando dos estaciones (una al norte y otra al sur) a la misma distancia del ecuador magnetico, logran comunicar usando la capa F2. Es más frecuente en el pico máximo del ciclo, en los meses de primavera, pasado el medio día.



---

**BALIZAS.**



# Balizas convencionales:

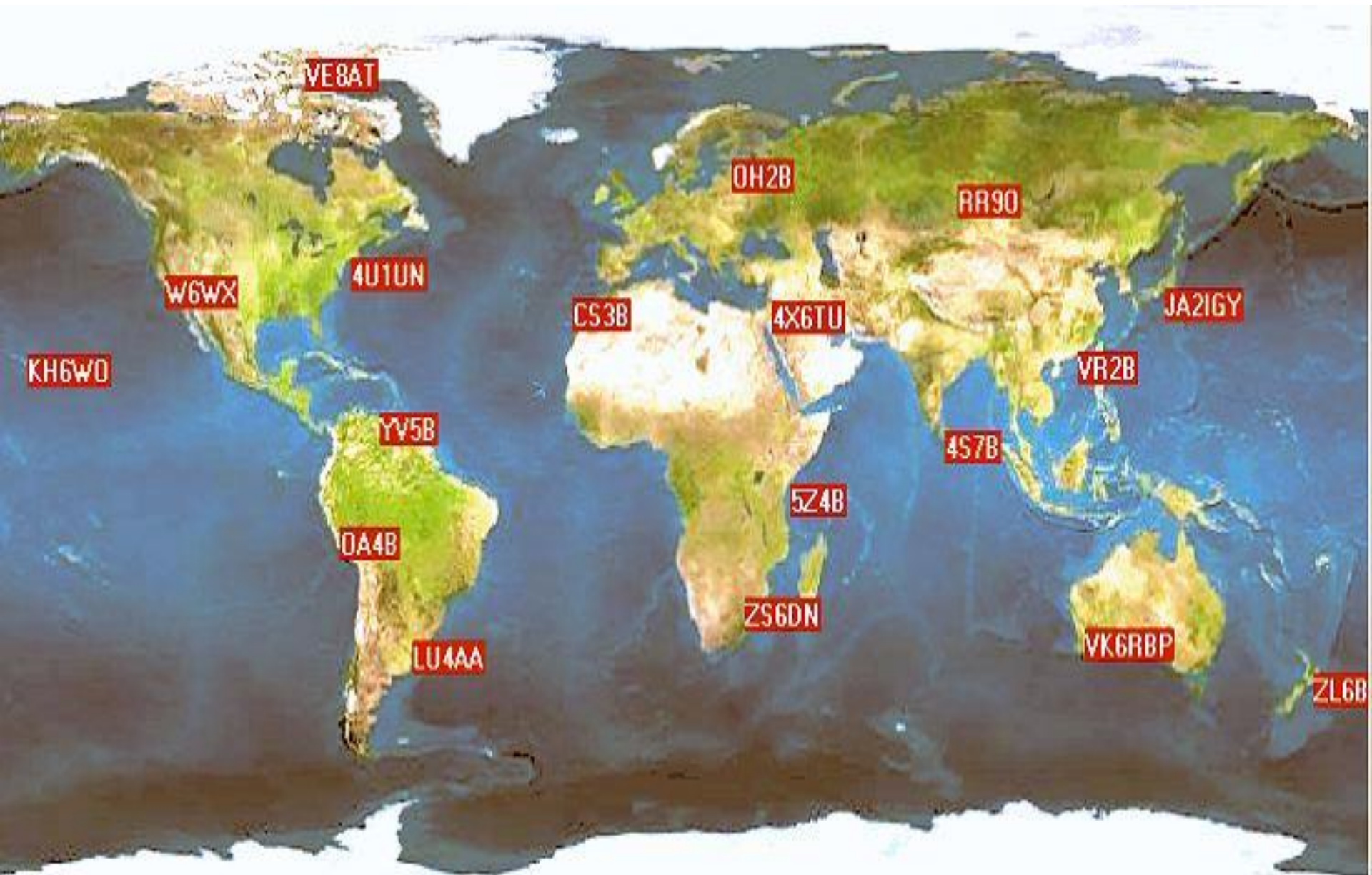
---

Son transmisiones automáticas, generalmente con baja potencia, antenas omnidireccionales y en CW.

**NCDXF:** 14.100, 18.110, 21.150, 24.930 y 28.200 Mhz.

**Banda 10 Metros:** 28.100 – 28.300 Mhz.

# NCDXF Balizas.







# Balizas inversas.

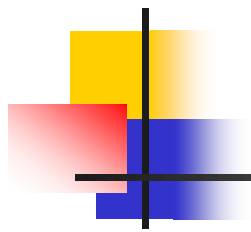
---

Son estaciones compuestas por un receptor SDR en modo CW, PSK31 o RTTY, escuchando un segmento en una banda de radioaficionados, e incorporando a una base de datos en Internet el indicativo de la estación decodificada, la frecuencia, intensidad y velocidad de transmisión de la señal.

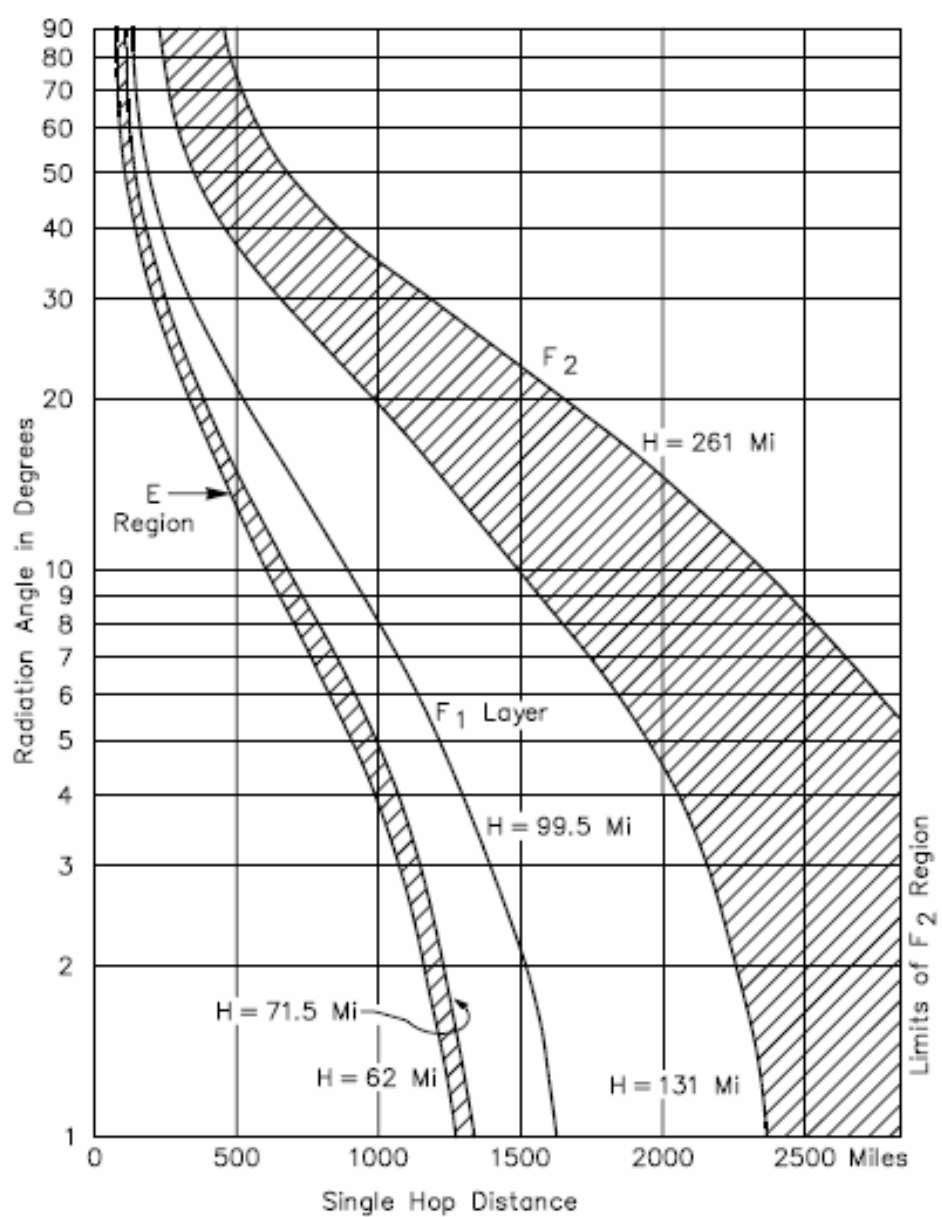
<http://www.reversebeacon.net>



de	dx	freq	cq/dx	snr	speed	time
H4ZR	T48D	14082.30	RTTY CQ	20 dB	45 bps	1233z 27 Sep
K07SS	T48D	14082.21	RTTY CQ	6 dB	45 bps	1230z 27 Sep
WZ7I	T48D	14082.24	RTTY CQ	12 dB	45 bps	1223z 27 Sep
KM3T	T48D	14082.25	RTTY CQ	14 dB	45 bps	1222z 27 Sep
H01D	T48D	14082.23	RTTY CQ	13 dB	45 bps	1222z 27 Sep
W30A	T48D	14082.20	RTTY CQ	29 dB	45 bps	1222z 27 Sep
H4ZR	T48D	14082.30	RTTY CQ	13 dB	45 bps	1222z 27 Sep
K07SS	T48D	14082.89	RTTY CQ	8 dB	45 bps	1220z 27 Sep
H01D	T48D	14082.76	RTTY CQ	17 dB	45 bps	1218z 27 Sep
W30A	T48D	14082.80	RTTY CQ	23 dB	45 bps	1217z 27 Sep
SV8RV	T48D	7042.20	RTTY CQ	6 dB	45 bps	0237z 27 Sep
HC7J	T48D	7042.13	RTTY CQ	11 dB	45 bps	0236z 27 Sep
H01D	T48D	7042.13	RTTY CQ	13 dB	45 bps	0236z 27 Sep
WZ7I	T48D	7041.16	RTTY CQ	46 dB	45 bps	1031z 26 Sep
H01D	T48D	7041.00	RTTY CQ	9 dB	45 bps	1031z 26 Sep
KS4XQ	T48D	7041.00	RTTY CQ	18 dB	45 bps	1031z 26 Sep
HH3RP	T48D	7040.99	RTTY CQ	14 dB	45 bps	1031z 26 Sep
KM3T	T48D	7041.20	RTTY CQ	43 dB	45 bps	1031z 26 Sep
HC7J	T48D	7040.99	RTTY CQ	16 dB	45 bps	1031z 26 Sep
H7TR	T48D	7041.00	RTTY CQ	14 dB	45 bps	1031z 26 Sep
H2QT	T48D	7041.02	RTTY CQ	17 dB	45 bps	1031z 26 Sep
K07SS	T48D	7041.00	RTTY CQ	19 dB	45 bps	1031z 26 Sep

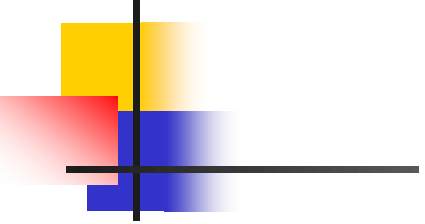


# **ANEXOS.**



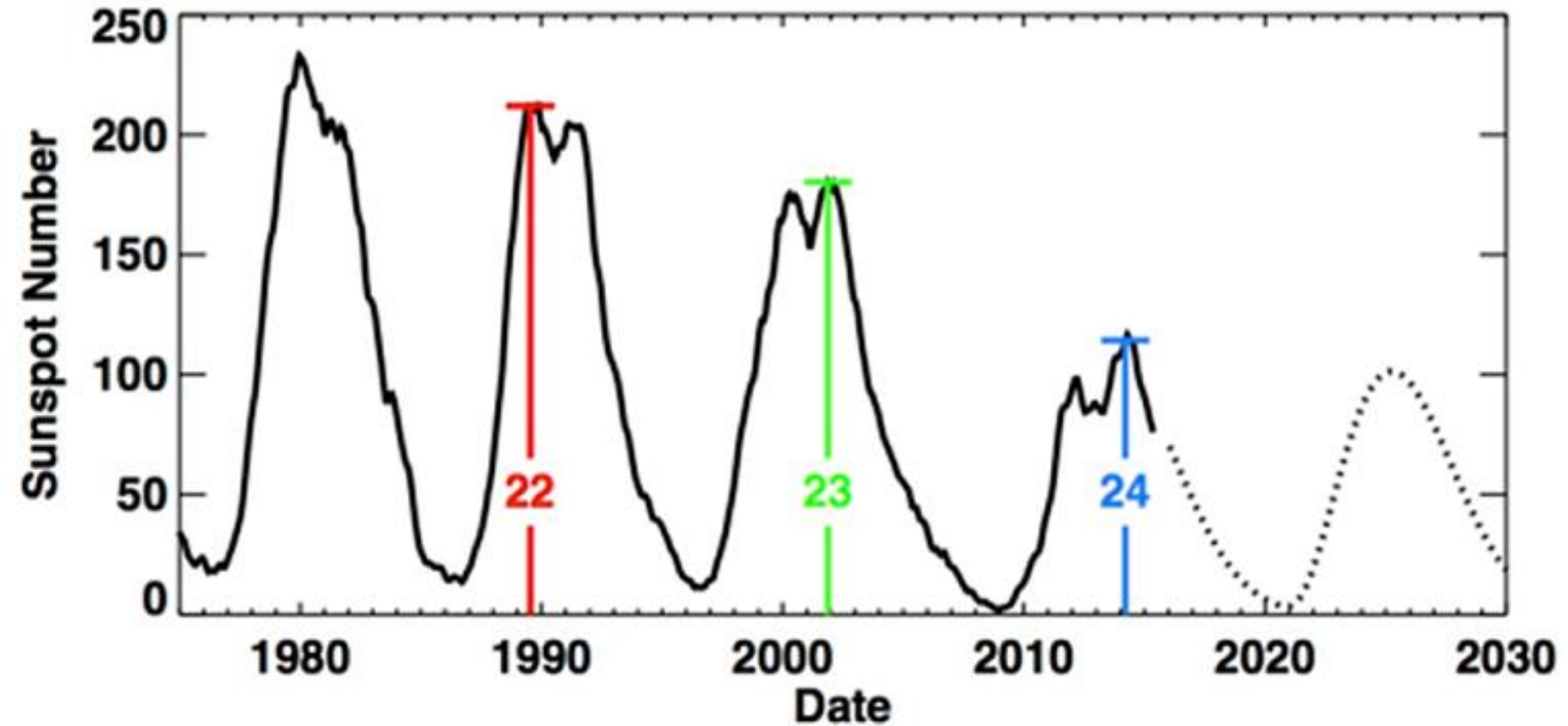
**Distance plotted against wave angle (one-hop transmission) for the nominal range of heights for the E and F2 layers, and for the F1 layer.**

## Relación entre los índices geomagnéticos K y A.



<b>K</b>	<b>a</b>	<b>nT</b>
0	0	0-5
1	3	5-10
2	7	10-20
3	15	20-40
4	27	40-70
5	48	70-120
6	80	120-200
7	140	200-330
8	240	330-500
9	400	> 500

# Pasado y futuro.





# Bibliografía.

---

- Revista CQ RADIOAMATEUR.
- Revista CQ RADIOAFICIONADOS.
- Revista URE.
- Software W6EL.
- Boletines PROPAGATION ARRL.
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- Handbook URE 1984.

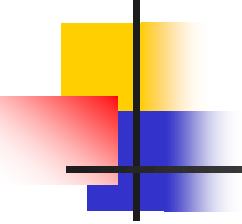


# Internet.

---

- <http://www.bandconditions.com/>
- <http://www.predtest.uk>
- <http://spawx.nwra.com/spawx/list27do.html>
- <http://services.swpc.noaa.gov/images/planetary-k-index.gif>
- <http://services.swpc.noaa.gov/images/goes-proton-flux.gif>
- <http://services.swpc.noaa.gov/images/goes-xray-flux.gif>
- <http://www.swpc.noaa.gov/products/3-day-forecast>
- <http://services.swpc.noaa.gov/images/solar-cycle-10-cm-radio-flux.gif>
- <http://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>
- <http://www.qsl.net/co8tw/pro.htm>
- <http://www.predtest.uk>





---

**Una estación de radio vale,  
lo que valga su antena,  
su receptor y lo que sepa su  
operador.**



**FIN.**