



Aprenda a leer la propagación!

Mario Melendez, TI2DLL

Muchas veces hemos escuchado pronósticos e informes de propagación por radio. Están por todas partes: los radio clubes los difunden a diario, ARRL los envía en sus boletines y revistas, y la WWV los da cada 15 minutos en sus frecuencias.

Pero, qué significan los números y cantidades que dan, y cómo afectan la propagación? Los índices altos son buenos o malos? Que significa una CME? Cómo me afecta que haya un flujo solar alto o bajo? Todas esas preguntas, y mas, debemos saber si queremos poder interpretar correctamente los informes de propagación.

La ionosfera:

Cuando estudiamos para la licencia, nos dimos cuenta que el Sol afecta la ionosfera, que es una capa cargada en la parte superior de la atmósfera, que refleja ondas de radio. Entre mas cargada esté la ionosfera, mas lejos puede llegar una señal de radio, esa es la teoría básica.

Pero en realidad la propagación va un poco mas allá. La ionosfera tiene varias subcapas, que se llaman por letras y números:

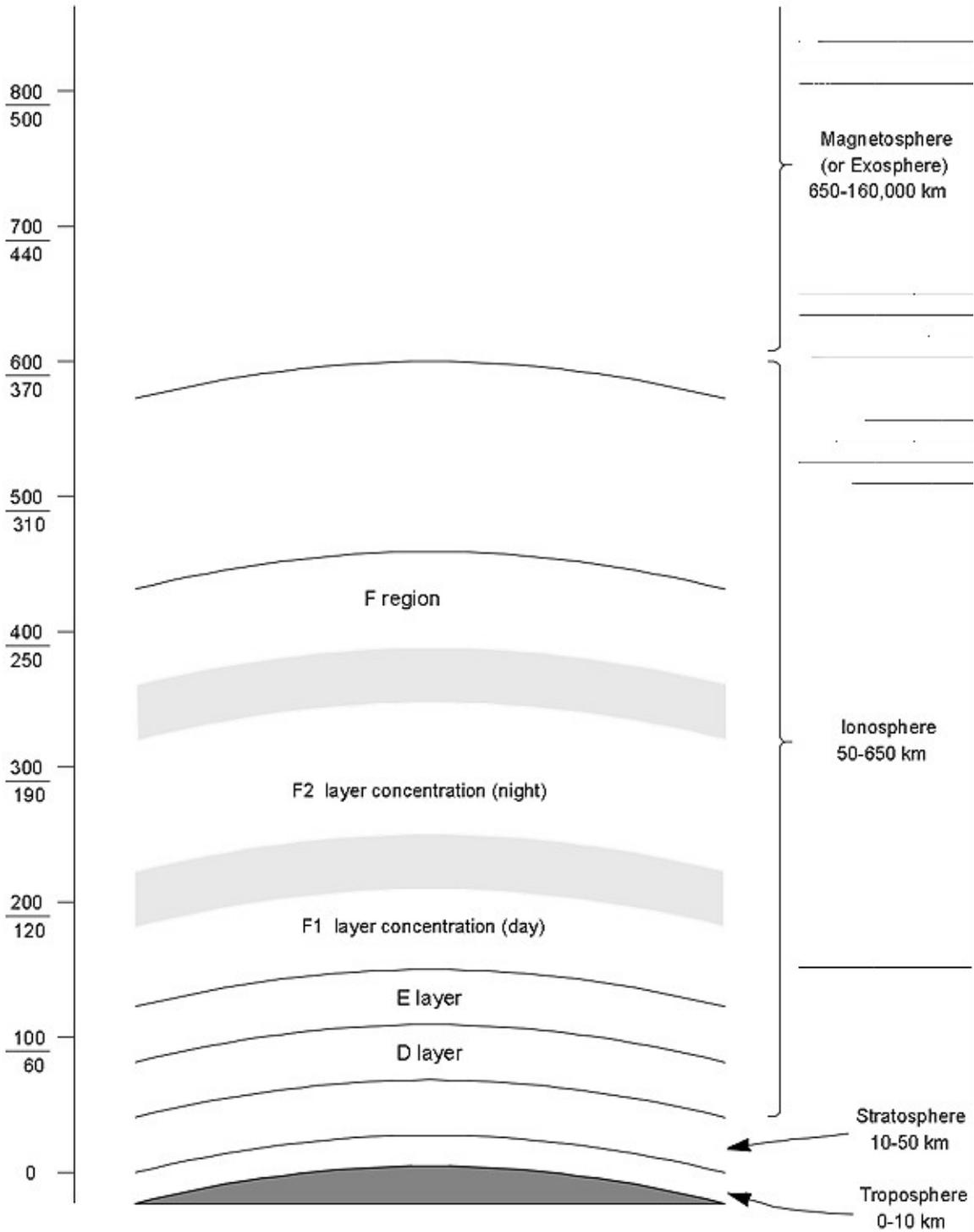


Figura 1: capas de la ionosfera



La capa que nos interesa sobre todo para la propagación en HF es la F. Las capas D y E son poco útiles, reflejan mas que todo las frecuencias de 40, 80 y 160 metros. De hecho las bandas de 40 para abajo se pierden en las capas D y E. La F, en cambio, rebota la mayoría de las frecuencias que usamos en HF, incluyendo de 40 metros para abajo.

Cuando nos hablan de “Propagación F” o “Propagación E” nos están diciendo en qué capa están rebotando las señales. Si nos hablan de que hay propagación E, significa que las bandas bajas (40, 80, 160) están bien. Si nos hablan de que hay propagación F, significa que las bandas de HF en general están bien.

Entre la capa E y la F existe una capa especial, llamada la “E esporádica” o la Es. Cuando aparece la capa Es, ocurren cosas muy extrañas, como que empiezan a rebotar frecuencias de 2 metros y escuchamos otros países en esta banda. La capa Es refleja frecuencias de 25 a 225 MHz, y es la responsable de que haya propagaciones extrañas en 6 y 2 metros y 220 MHz. Normalmente la Es aparece y desaparece en cuestión de minutos, por lo que es muy difícil hacer comunicados con esta capa.

La Es aparece solo en la parte alta del ciclo solar, y se sabe que apareció precisamente porque se registran comunicados internacionales en 2 y 6 metros.

Ahora, qué pasa por encima de los 225 MHz? Por encima de los 225 MHz las señales de radio pasan directo, sin que las afecte la ionosfera. De ahí que para comunicaciones espaciales, se utilicen principalmente las bandas de 144 y 440 MHz, y superiores.

En resumen:

- La ionosfera tiene varias capas: D, E y F.
- Cuando hay propagación F las condiciones en HF van a estar bien.
- Cuando hay propagación E, las condiciones en 40, 80 y 160m están bien.
- Cuando hay propagación Es, nos pegamos la lotería porque hasta el 2 metros van a haber comunicados a larga distancia.

El campo magnético:

Si la propagación dependiera solo de la ionosfera, seríamos muy felices. Pero desafortunadamente hay otro elemento que afecta las ondas de radio, que es el campo magnético terrestre.

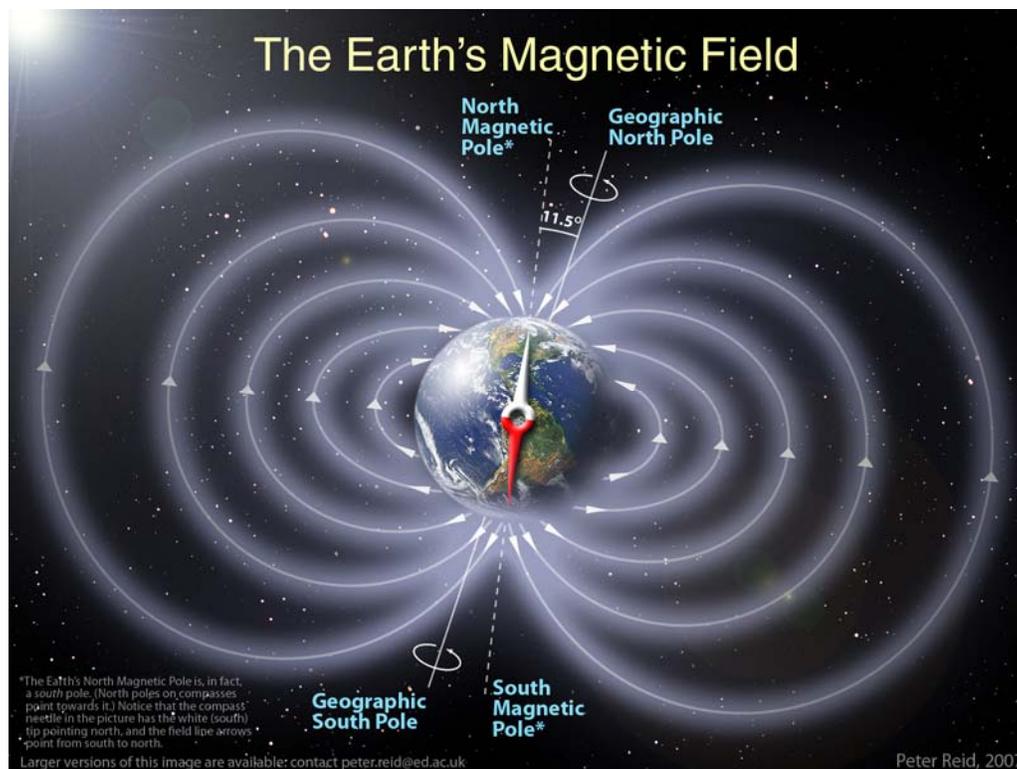


Figura 2: campo magnético terrestre

El campo magnético se genera naturalmente a causa de los metales que existen en el centro de la tierra. Como se ve en la figura 2, rodea completamente al planeta y si lo vemos en tercera dimensión, tiene forma de dona.

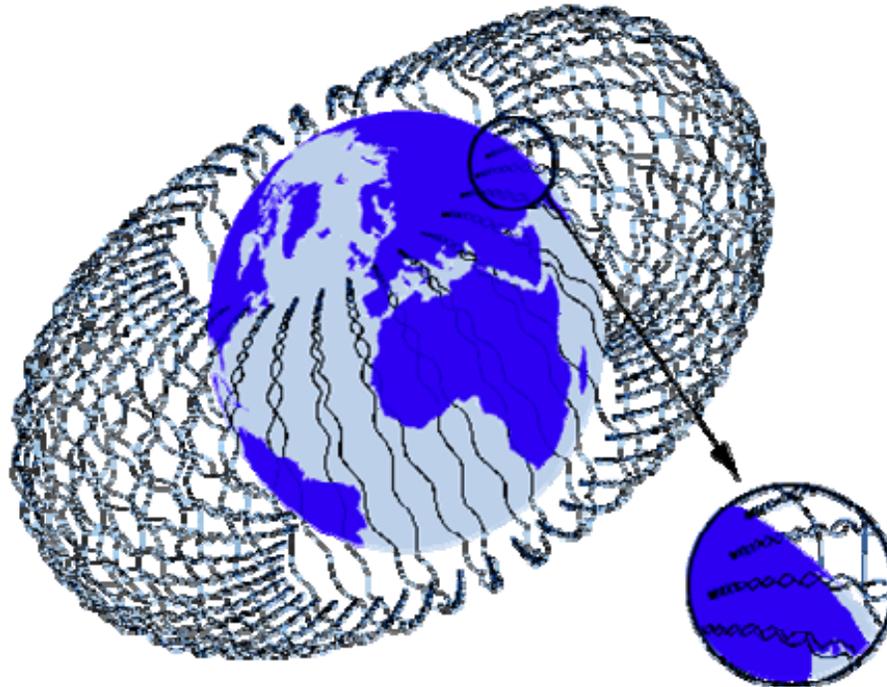


Figura 3: el campo magnético en 3D. Tiene forma de dona, y la Tierra está en el hueco del centro.

El campo magnético está hecho para protegernos de ciertas radiaciones del Sol. La capa de ozono absorbe la luz ultravioleta, y el campo magnético actúa como un escudo para ciertas radiaciones que no puede manejar la capa de ozono. En esencia, el campo magnético evita que el planeta se convierta en un microondas gigante y nos cocinemos todos.

Desafortunadamente el campo magnético terrestre también absorbe ondas de radio, y empeora la propagación. Puede que la ionosfera esté perfecta, pero si el campo magnético terrestre está demasiado activo, no hay propagación.

Cómo afecta el Sol al campo magnético? Resulta que del lado del sol, el campo magnético se hace mas compacto y mas fuerte. Del lado opuesto al sol, el campo se alarga y se hace mas débil:

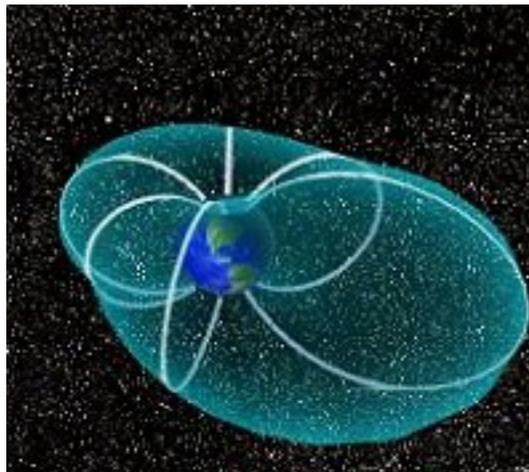
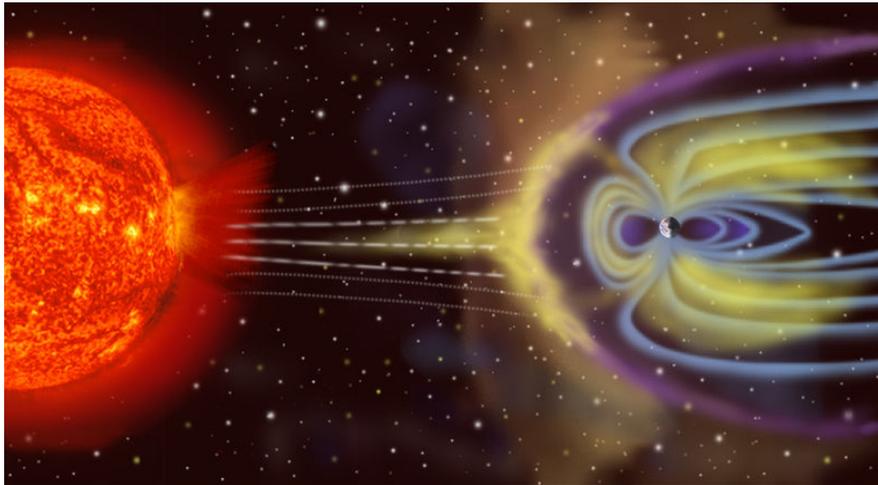


Figura 4: del lado del sol, el campo magnético siempre es mas fuerte. Del lado opuesto, mas débil.

Bajo condiciones normales, el campo magnético no nos afecta demasiado. Pero en ciertos casos, como por ejemplo cuando hay una explosión en el Sol, y manda una cantidad demasiado alta de rayos X hacia la Tierra, el campo se vuelve excesivamente fuerte, y se come una parte de las frecuencias de radio.

Incluso hay ciertos tipos de explosiones, llamadas "clase X", que dejan totalmente en silencio las bandas de radio. Al producirse una explosión X, el campo magnético se vuelve inusualmente fuerte, e inmediatamente toda la propagación se pierde y las bandas HF quedan en silencio. Estas explosiones ocurren sin previo aviso y el efecto es instantáneo. El silencio que generan puede durar desde unas horas hasta varios días.



Si en algún momento está escuchando HF, y de repente se pierde la propagación por todo lado, posiblemente haya ocurrido una explosión clase X. El silencio se debe a que el campo magnético terrestre está reaccionando y se volvió mucho más intenso, lo cual no permite que las ondas de radio viajen en las frecuencias HF.

Tormentas magnéticas:

Cuando le cae una cantidad excesivamente grande de radiación al campo magnético, y éste se intensifica a niveles inusualmente altos, se produce lo que se llama una tormenta magnética. La tormenta magnética es un periodo de varias horas (o a veces días), en donde el campo magnético terrestre es tan intenso que se pierden las comunicaciones en HF y en muchas otras bandas.

¿Qué hay que hacer si hay una tormenta magnética? El radioaficionado promedio no tiene que hacer nada. Lo que va a observar es simplemente que no puede comunicarse a ninguna parte. Pero aparte del silencio, las tormentas magnéticas no producen mayor efecto sobre nuestros equipos.

Los que generalmente sí tienen problemas durante las tormentas magnéticas son los satélites y las empresas de comunicaciones y electricidad. Durante las tormentas magnéticas no es nada raro que se pierdan señales de televisión, o que se sobrecarguen redes eléctricas sin previo aviso.

En resumen:

- La Tierra tiene un campo magnético, que absorbe las ondas de radio.
- El campo normalmente no perjudica la propagación, excepto cuando se vuelve muy intenso.
- El campo magnético se vuelve muy intenso cuando hay explosiones en el Sol.
- Las explosiones pueden ser tan grandes, que a veces dejan en silencio de forma instantánea todas las bandas de HF.

El Sol:

El elemento mas importante en todo esto de la propagación es el Sol. El Sol emite todo tipo de radiaciones, y como vimos anteriormente, carga y descarga la ionosfera y el campo magnético terrestre.

En el sol se producen explosiones de rayos X, que como vimos lo que hacen es cargar el campo magnético. En inglés se llaman “flares”, y hay de tres tipos: la clase C, la clase M, y la clase X. Una explosión clase C no produce mayor efecto, la clase M tiene un efecto moderado, y la clase X generalmente deja en silencio las bandas HF.

De cerca, una explosión se ve así:

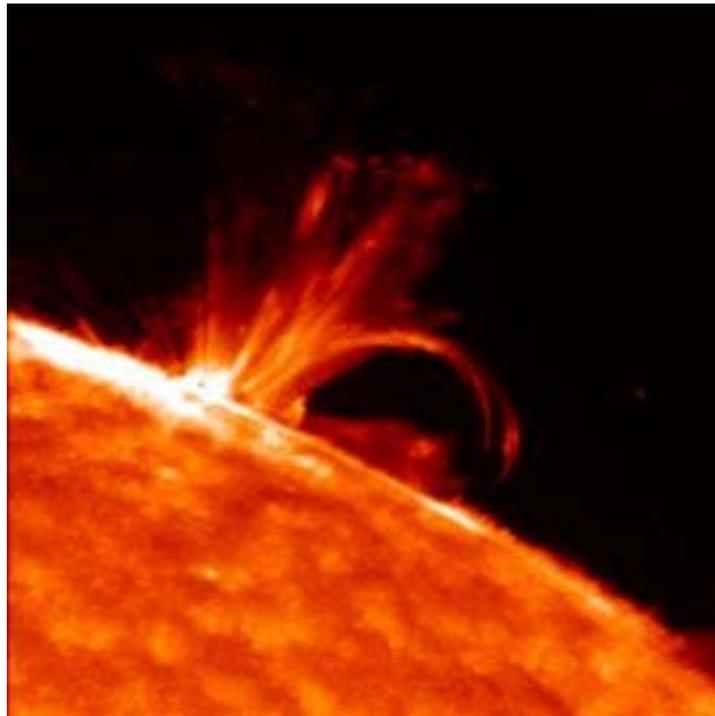


Figura 5: una explosión solar vista de cerca

Desafortunadamente los rayos X que emite una explosión viajan a la velocidad de la luz, por lo que no se tiene advertencia previa cuando vienen hacia la Tierra. En el momento en que se observa por el telescopio la explosión, todo se queda en silencio, no hay salvación.

Un pariente cercano de las explosiones solares son las expulsiones de masa coronaria (CME). Esas mas bien se ven así:

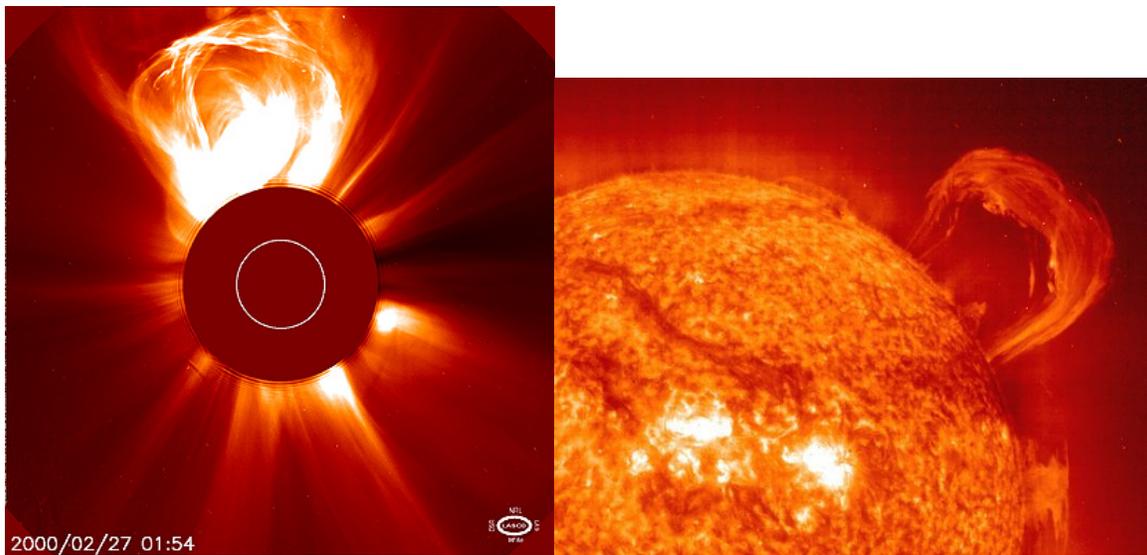


Figura 6: expulsión de masa coronaria

La expulsión de masa coronaria, como su nombre lo indica, lo que hace es enviar una nube de plasma de la corona del sol hacia la Tierra. El plasma está magnetizado, y hace que el campo magnético terrestre se comporte similar a cuando recibe los rayos X de una explosión.

Pero a diferencia de la explosión de rayos X, la CME tiene la ventaja de viajar muy lento, por ser una nube de plasma. La CME puede durar varias horas en llegar a la Tierra, por lo cual generalmente se conoce de previo cuando viene una, y cuando va a impactar.



Quizás el detalle mas importante del sol es que no tiene una actividad constante. Hay años donde el sol está mas activo y hay mas explosiones, y años donde está menos activo y casi no hay explosiones. Este comportamiento se da por ciclos, que se llaman los ciclos solares. Durante un ciclo solar la actividad sube, baja, y vuelve a subir.

Cada ciclo solar dura once años aproximadamente. Se duran cuatro o cinco años en subir al punto máximo, y luego seis o siete bajando hasta el mínimo. La parte donde se va en picada el ciclo es larga, por lo que hay que aprovechar la propagación buena lo mas posible durante los años que dura en cada ciclo.

Actualmente vamos por el ciclo solar número 23, y estamos en el puro fondo del ciclo. Por ese motivo es que casi no hay propagación en ninguna de las bandas HF. Mes a mes, los observatorios internacionales van midiendo la actividad solar y van pronosticando como va a comportarse el sol en los meses venideros. De acuerdo con la proyección actual, en enero del año entrante vamos a ver que empieza a subir la actividad solar. De ahí en adelante mejorarán las condiciones hasta llegar a la propagación máxima en HF, por ahí del 2012.



ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression Data Through 30 Sep 07

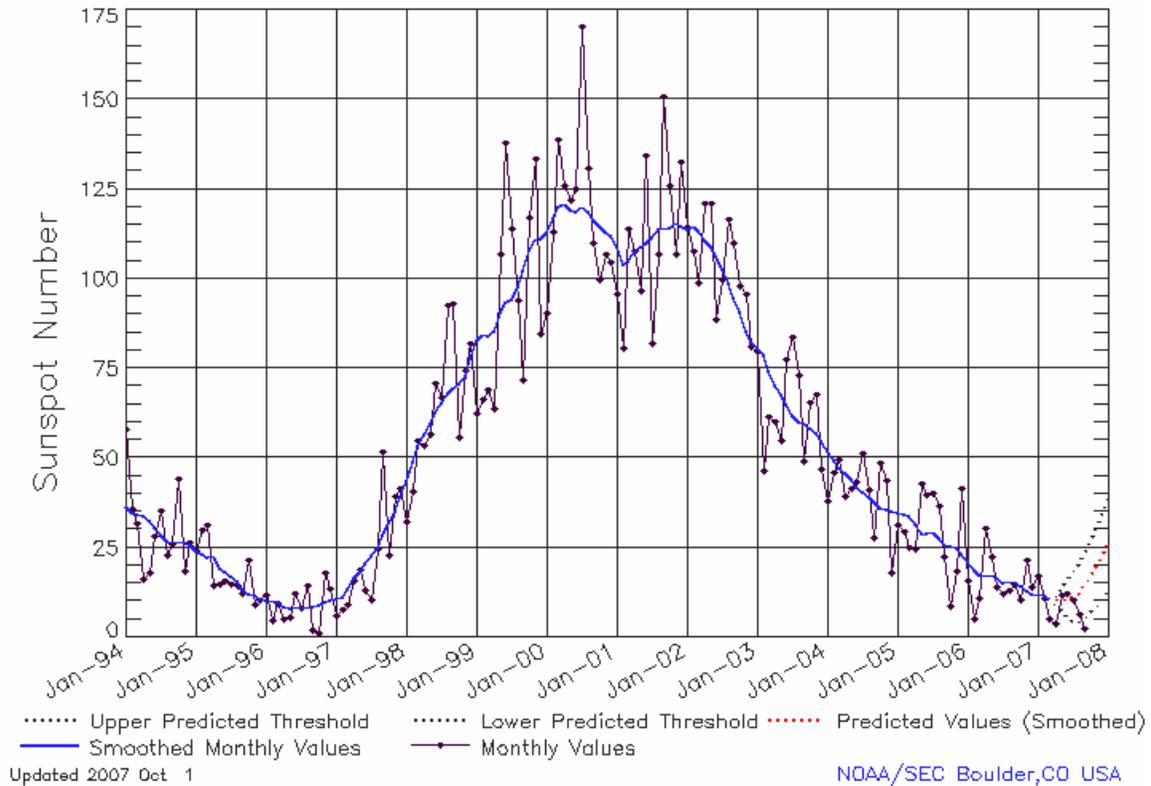


Figura 7: Predicción NOAA del ciclo solar actual

En resumen:

- La propagación en bandas HF depende del Sol. Sin el Sol, no hacemos nada.
- Entre mas activo esté el sol, mas va a cargar la ionosfera, y mejor propagación va a haber en las bandas HF.
- También si hay muchas explosiones en el Sol, se vuelve demasiado intenso el campo magnético terrestre, y se pierde la propagación en HF.
- Las explosiones de rayos X, o “flares”, son las que afectan el campo magnético terrestre. De estas hay tres tipos: la C, la M y la X. La C no hace nada, la M perjudica en algo la propagación, y la X deja todo en silencio.



- También a veces el sol nos tira una nube de plasma. El plasma tiene un efecto parecido al de los rayos X. La nube viaja mucho mas lento que los rayos X y por lo general se ve cuando viene una hacia la Tierra con muchas horas de anticipación. Estas nubes se llaman expulsiones de masa coronaria, o “CME”.
- El sol se vuelve mas o menos activo dependiendo de ciclos, que duran 11 años. Actualmente estamos en la peor parte del ciclo, donde casi no hay actividad en el sol. Por ese motivo cuesta mucho comunicarse con otros países en bandas HF.

Los informes de propagación

Los informes de propagación son muy parecidos a los informes del estado del tiempo. Lo que nos dicen es cómo andan las condiciones en el Sol, y qué se puede esperar para las próximas horas y los próximos días.

Generalmente los informes los elaboran observatorios astronómicos y físicos de diferentes partes del mundo.

Un informe contiene varios números, o índices, que nos dicen cómo están las condiciones de propagación actualmente:

- **Flujo solar, o flujo de 10.7 cm.** Mide cuánta radiación está mandando el Sol hacia la Tierra. Generalmente entre mas alto sea el flujo solar, mejor se van a poner las condiciones en HF. El flujo mas bajo que hay generalmente es alrededor de 70. Cuando el flujo está por encima de 100, se empiezan a abrir las bandas HF. Y por encima de 150, prácticamente es posible hablar a todo el mundo con 100W en 10 metros. Lo más a lo que ha llegado el flujo solar es alrededor de 240, en el mejor momento del ciclo pasado.
- **Número de manchas solares:** Es otra medida de qué tan activo está el sol, y se obtiene contando el número de manchas que tiene el Sol en su superficie. En los informes generalmente viene un promedio del número de manchas, conocido como SSN. La relación es parecida a la del flujo solar: entre mayor sea el



número de manchas, mejor para la propagación. Cuando hay un SSN superior a 50, se empiezan a abrir las bandas HF. En el mejor momento del ciclo pasado, el número de manchas solares llegó a 175, y el SSN a 125.

- **Índice A:** el índice A nos dice qué tan activo estuvo el campo magnético en las últimas 24 horas. Nos dice qué hubo, para poder tener una idea de qué viene. Cuando el campo magnético está tranquilo, el índice A va de 0 a 15. Cuando hay condiciones de tormenta magnética, puede llegar hasta 400. Generalmente un índice A menor a 15 indica buenas condiciones magnéticas para HF.
- **Índice K:** es parecido al índice A, pero nos dice como está el campo magnético en el instante actual. Cuando baja a 3 o menos es cuando las condiciones están mejores para propagación en HF. Va desde 0 (campo totalmente tranquilo) hasta 8 (tormenta magnética).



TABLA RESUMEN PARA INTERPRETAR LA PROPAGACIÓN

FLUJO SOLAR	ÍNDICE A	ÍNDICE K
<p>Nos dice qué tan activo está el sol. Entre más alto sea el valor, mejor están las condiciones</p>	<p>Nos dice qué tan intenso estuvo el campo magnético terrestre en las últimas 24 horas.</p>	<p>Nos dice qué tan intenso está el campo magnético en este momento.</p>
<p>Significado:</p> <p>60 – Condiciones muertas en HF.</p> <p>80 – Se producen algunas aperturas en 20, 40 y 80 metros.</p> <p>100 – Empiezan a abrirse las bandas de 10 y 15 metros.</p> <p>150 – Todas las bandas de HF tienen propagación en algún momento del día.</p> <p>200 o mas – Se puede hablar a cualquier lado con 100 W en 10 metros.</p>	<p>Significado:</p> <p>0 – Campo magnético tranquilo</p> <p>15 – Algo de actividad menor. No hay efecto en bandas HF.</p> <p>48 – Tormenta menor, pero que no afecta propagación en HF.</p> <p>80 – Tormenta moderada. La propagación empieza a caer en las latitudes altas.</p> <p>140 – Tormenta fuerte. La propagación empieza a caer en todo el planeta, en latitudes altas no hay propagación del todo.</p> <p>240 – Tormenta severa. Se pierde la propagación en las bandas HF en todo el planeta. Se producen apagones breves en las redes eléctricas.</p> <p>400 – Tormenta extrema. Bandas HF se quedan en silencio por periodos hasta de 48 horas. Apagones masivos en las redes eléctricas. Se pierden algunos sistemas GPS y de radionavegación.</p>	<p>Significado:</p> <p>0 – Campo magnético tranquilo</p> <p>3 – Algo de actividad menor. No hay efecto en bandas HF.</p> <p>5 – Tormenta menor, que no afecta propagación en HF.</p> <p>6 – Tormenta moderada. La propagación empieza a caer en las latitudes altas.</p> <p>7 – Tormenta fuerte. La propagación empieza a caer en todo el planeta, en latitudes altas no hay propagación del todo.</p> <p>8 – Tormenta severa. Se pierde la propagación en las bandas HF en todo el planeta. Se producen apagones breves en las redes eléctricas.</p> <p>9 – Tormenta extrema. Bandas HF se quedan en silencio por periodos hasta de 48 horas. Apagones masivos en las redes eléctricas. Se pierden algunos sistemas GPS y de radionavegación.</p>