



OBSERVATORIO AFICIONADO CRUZ DEL SUR

Cochabamba Bolivia

A. Gonzalo Vargas B.

Enero 7 2017

Reporte No. 104



## REPORTE SOLAR

### ACTIVIDAD SOLAR EN EL AÑO 2016

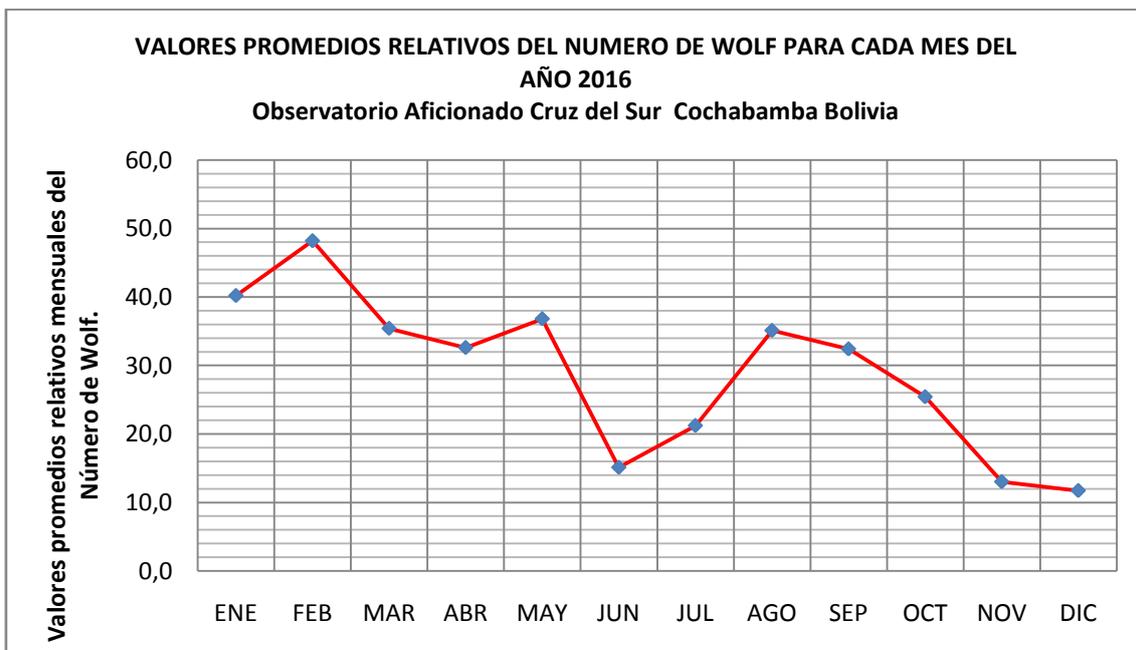
El presente reporte trata de reflejar el resultado de 306 observaciones solares realizadas el año 2016. Para evaluar la actividad solar se usa el valor del número de Wolf (NW) para cada día de observación, el valor mensual es el promedio de estos valores.

El valor del número de Wolf (NW) diario se encuentra a partir del conteo de grupos y manchas solares individuales de cada grupo. Estos valores se introducen en la ecuación:

$$NW = 10 \times G + M$$

Donde G es el número de grupos y M el número de manchas individuales.

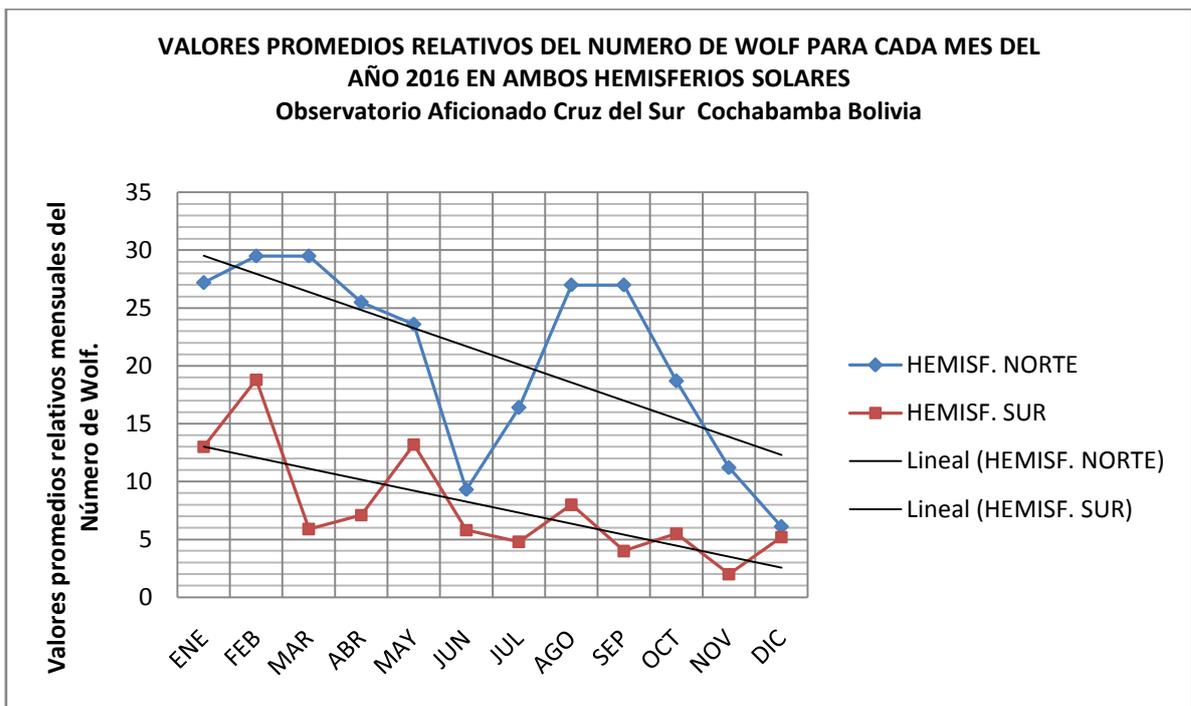
#### VALOR PROMEDIO RELATIVO MENSUAL PARA CADA MES DE 2016



La gráfica muestra las variaciones de los valores promedios relativos para cada mes del año 2016. Como se aprecia, la actividad solar va decayendo desde enero con un valor medio relativo de 40 para el número de Wolf a un valor de 11 para el mes de diciembre.

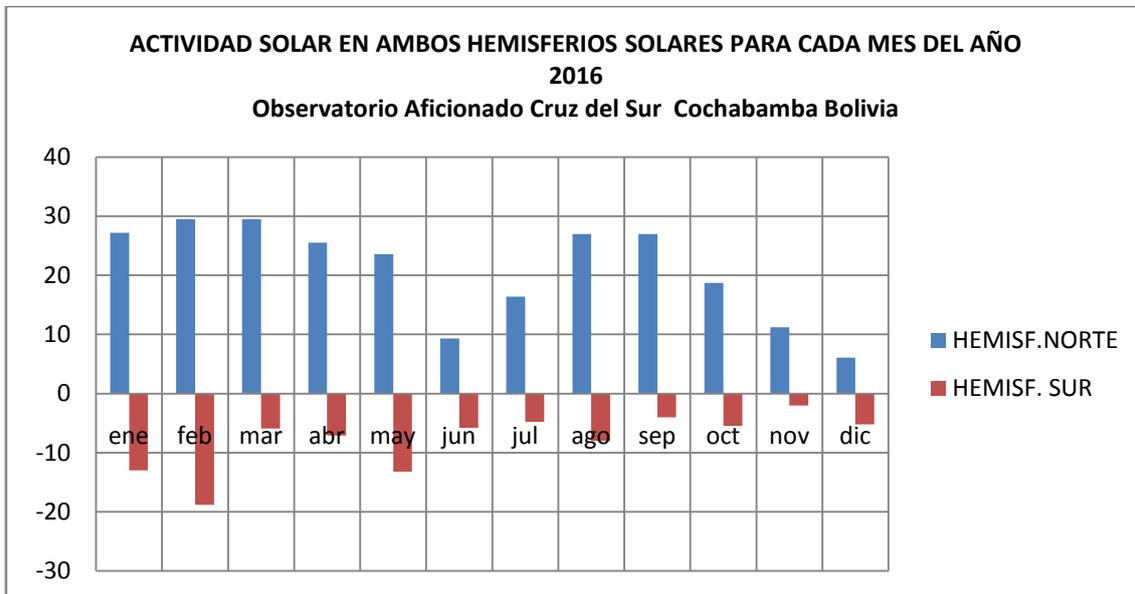
La gráfica muestra estas variaciones del número de Wolf en 2016 para todo el disco solar. En la siguiente gráfica vemos como varía el valor medio relativo del número de Wolf para cada hemisferio solar. Esta gráfica nos dará a conocer en qué hemisferio solar se produjo mayor actividad así como cuál de los hemisferios evidenció mayor disminución de actividad solar en 2016.

### ACTIVIDAD SOLAR EN AMBOS HEMISFERIOS SOLARES EN 2016



Inicialmente observamos que el hemisferio norte (curva azul) mostró mayor actividad en 2016, donde todos los valores promedios relativos son mayores que los alcanzados por la actividad del hemisferio sur. Si observamos las líneas de tendencia (líneas negras) vemos que el hemisferio norte acusa una disminución de actividad, relativamente mayor a la disminución de actividad del hemisferio sur. En otras palabras, la pendiente de la media de la curva azul es ligeramente mayor a la pendiente de la línea de tendencia de los valores de

la línea roja. Es interesante ver que aparentemente el descenso de la actividad en el hemisferio sur parece tener oscilaciones sinusoidales amortiguadas, mientras que, la actividad solar del hemisferio norte parece tener variaciones de amplitud más acentuadas..



En la gráfica de barras vemos la distribución de actividad solar en 2016 para ambos hemisferios solares (norte y sur) para cada mes del año 2016. Esta es otra forma de ver la mayor actividad solar observada en el hemisferio norte solar para cada mes de 2016.

#### ACTIVIDAD SOLAR REGISTRADA EN EL CICLO SOLAR 24 (PERÍODO 2009 A 2016)

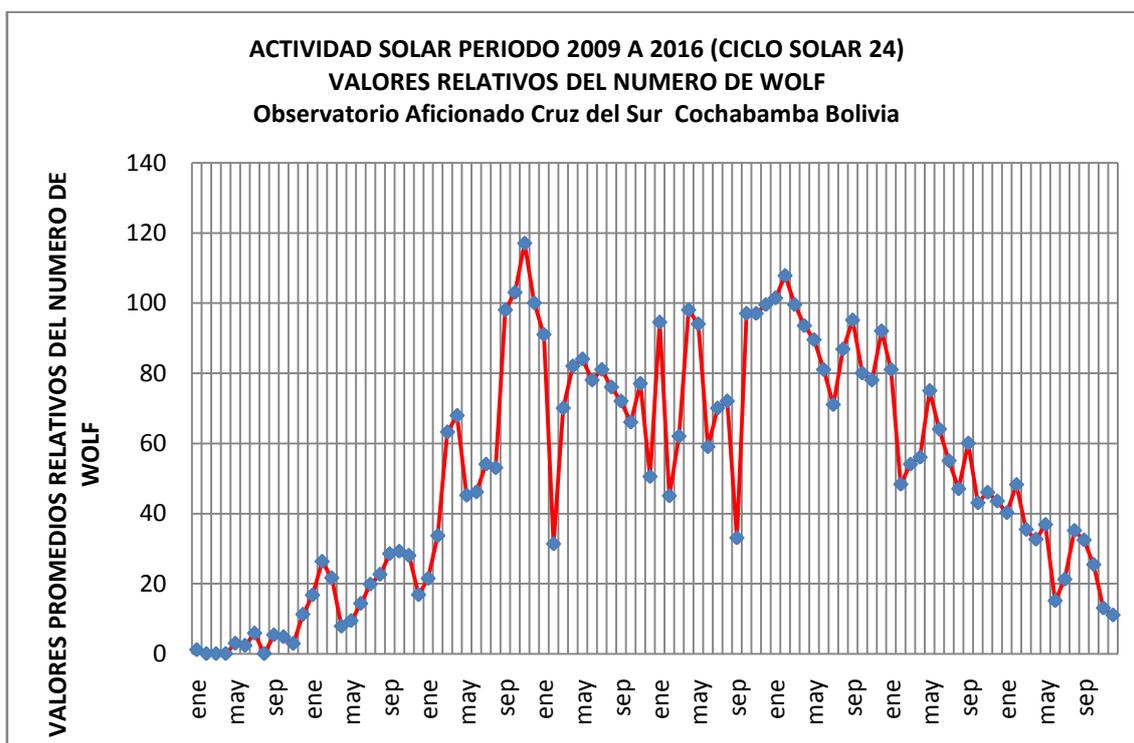
El Sol presenta un ciclo solar aproximado de 11 años. Es decir, cada 11 años la actividad solar tiene un máximo o mínimo de actividad solar. La gráfica muestra los valores promedios relativos para cada mes desde el año 2009 al 2016, este periodo corresponde al ciclo solar 24 que terminará aproximadamente a fines de 2019. Los valores del número de Wolf en los últimos 3 años muestran un descenso de la actividad solar continuo y rápido. Esto podría ser el anuncio de quizá un prolongado periodo de actividad solar mínima (quizá de dos años) sin manchas solares!!

Recordemos que el presente ciclo solar 24 tuvo un inicio entre fines del 2008 y principios de 2009; luego de un prolongado mínimo solar que no se registró en los ciclos solares anteriores.. Las consecuencias de prolongados periodos de actividad mínima solar podrían implicar algún tipo de alteraciones en la atmósfera superior del planeta; ya que actualmente se conoce que la intensidad de la radiación cósmica aumenta.

Existen estudios realizados que proponen estas ideas, como veremos al final de este reporte.

#### COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD SOLAR EN EL CICLO SOLAR 24

Esta gráfica muestra la actividad solar en el ciclo solar 24, que aproximadamente se inició en el año 2009 y que aun continúa mostrando cada vez menor actividad. Se estima que el mínimo solar y el final e inicio del nuevo ciclo solar 25 se sitúe alrededor del año 2019.

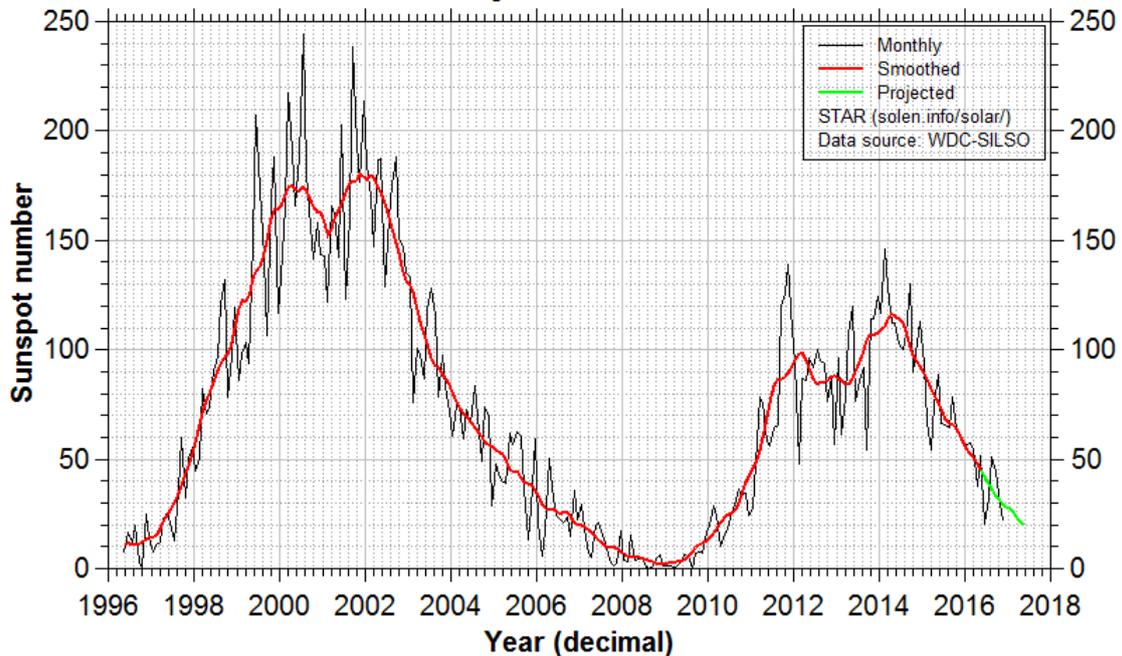


El presente ciclo solar 24 es considerado como uno de los más bajos en actividad solar, de hecho es el segundo de menor actividad desde 1830. Abajo comparamos el ciclo solar 23 y 24.

Se ignora el mecanismo que regula este periodo aproximado de 11 años en la actividad solar. Al respecto, los científicos tratan de entender la razón por la que algunos ciclos solares son o muestran mayor actividad del Sol que en otros. Actualmente con la ayuda de la tecnología espacial el ser humano empieza a entender algunas relaciones que pueden existir entre la actividad solar y el comportamiento climático en la Tierra.

La gráfica compara los ciclos solares 23 (1996 a 2008) y el ciclo solar 24 (actual). En el eje vertical se indica el número de manchas solares, y en el horizontal los años (donde cada cinco divisiones equivale a un año).

## Cycles 23-24



La línea negra corresponde a los valores mensuales y la línea roja corresponde a valores promedios. Al final del ciclo 24 se registra en color verde los valores estimados, que podría tener la actividad solar en cuanto al número de manchas solares.

Podemos ver cuán débil o bajo en actividad es el presente ciclo solar 24, una característica de ambos ciclos solares fue la de haber presentado dos picos de actividad máxima. Esta característica es común en algunos de los ciclos solares.

Datos tomados de:

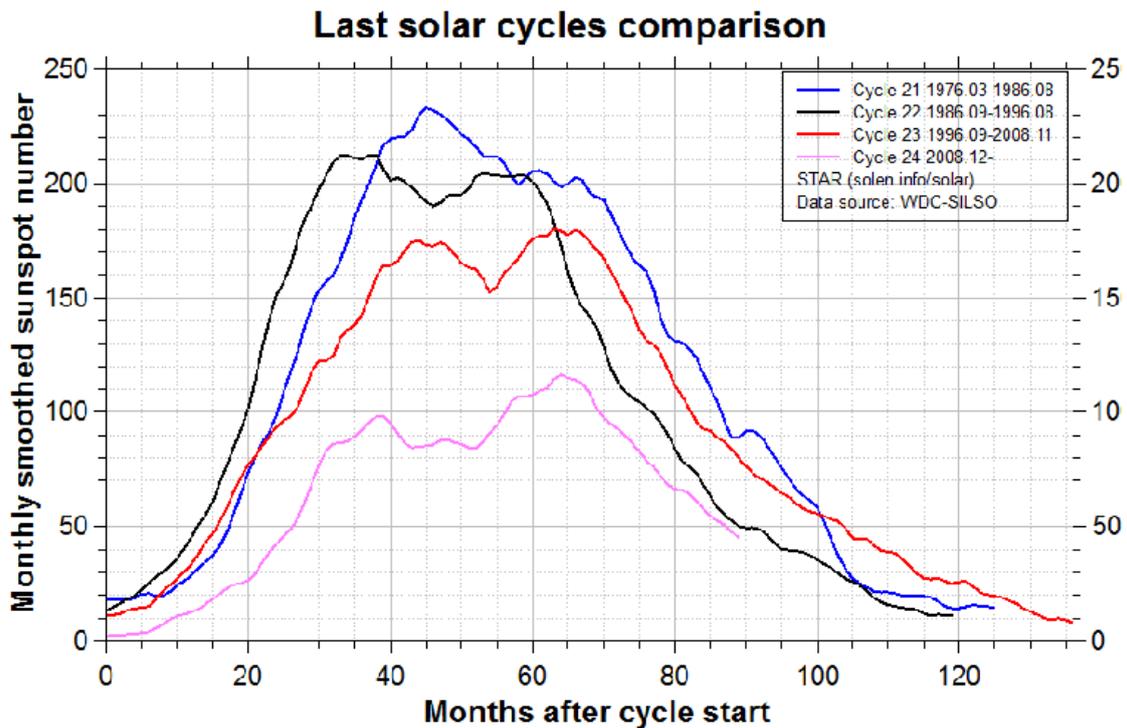
<http://www.solen.info/solar/>

Comparando los ciclos solares anteriores vemos que de hecho los ciclos solares a partir del ciclo 21 (1976 / 1986) hasta llegar al ciclo solar 24 fueron siendo cada vez de menor actividad. Si continúa esta tendencia podríamos esperar que el ciclo solar 25 sea aún de menor actividad que el ciclo solar 24; que va llegando a su final.

COMPARACIÓN DE LOS ÚLTIMOS CICLOS SOLARES (21 AL 24)

La siguiente gráfica nos muestra los ciclos solares a partir del ciclo solar 21 (1976 a 1986) cada vez de actividad menor, clara indicación de que algo en el Sol va produciendo ciclos solares de menor actividad. Es decir el Sol va perdiendo de alguna forma su capacidad de formar manchas solares.

#### COMPARACIÓN DE LOS ÚLTIMOS CUATRO CICLOS SOLARES



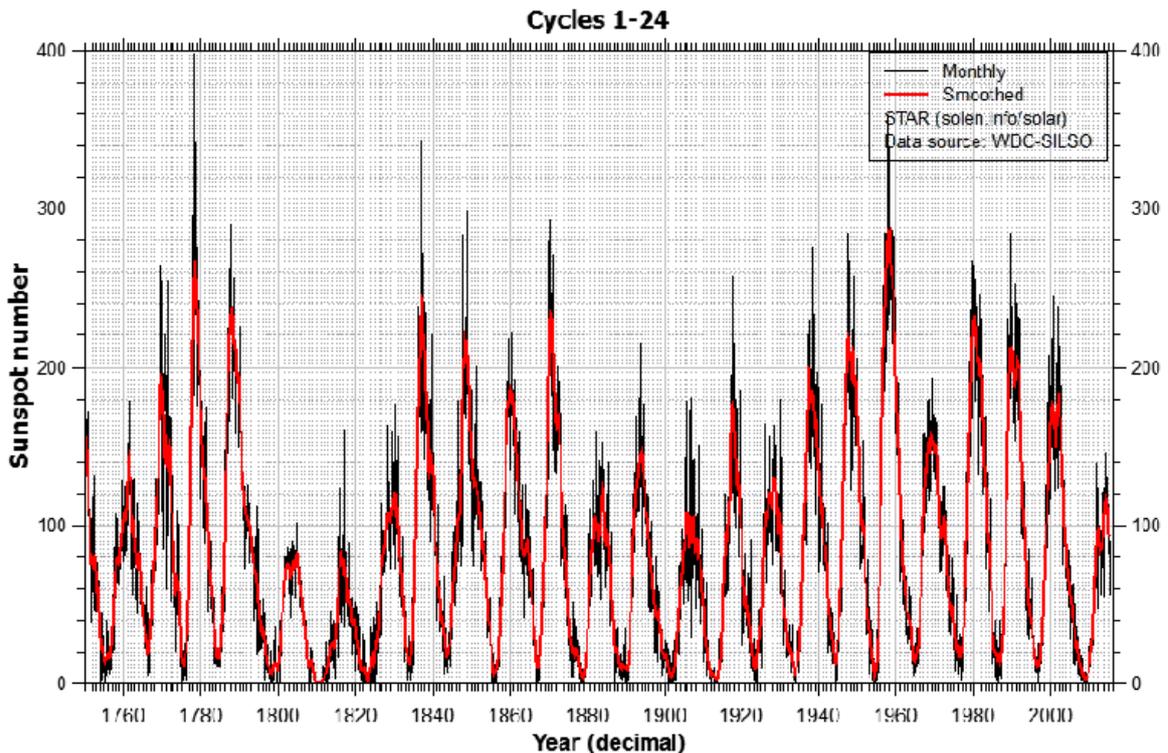
En la gráfica en color azul el ciclo solar 21 (1976 marzo a 1986 marzo), en color negro el ciclo solar 22 (1986 marzo a 1996 marzo), en rojo el ciclo solar 23 (1996 marzo a 2008 noviembre) y en lila el ciclo solar 24 (2008 diciembre...Y qué continua).

Algunos estudiosos de la actividad solar creen o proponen que esta baja de actividad en los ciclos 21 al 24 se debe a que los campos magnéticos solares se están debilitando. Estos campos magnéticos al ser cada vez más débiles presentan entrelazamientos más débiles en la fotosfera solar y esto evita la formación de grupos de manchas solares complejas. En consecuencia, la cantidad de grupos solares complejos es cada vez menor en cada ciclo solar.

La aparición de las manchas solares se forma cuando las líneas de fuerza magnética que fluyen desde el interior del Sol se entremezclan en la fotosfera, ocasionando el enfriamiento de ciertas áreas. Actualmente, posiblemente al ser débiles las líneas de campo magnético no se logra la formación de las manchas solares.

**LOS CICLOS SOLARES EN SU TOTALIDAD..** La observación de Sol en forma metódica se considera iniciada por Galileo Galilei en 1610, pero el registro del número de manchas solares fue desde el año 1612 sin considerar el número de Wolf y la clasificación de Zúrich que recién tuvo vigencia a partir del año 1860.

Aquí representamos en la gráfica los ciclos solares desde el ciclo solar 1 (antes de 1760) hasta el presente ciclo solar 24 que todavía está en vigencia.



De acuerdo a estudios teóricos de los pronosticadores del clima espacial, es posible que el próximo ciclo solar 25 sea quizá aun de menor actividad que el ciclo 24, quizá como el ciclo solar 6 entre 1800 y 1810, el menor ciclo solar registrado. Antes del inicio del ciclo solar 25 quizá se experimente un nuevo y prolongado mínimo solar, tal como sucedió antes del inicio del ciclo solar 24.

Aquí finalizamos el reporte anual de observaciones solares, pero consideramos importante conocer otro aspecto interesante de lo que actualmente se llama el clima espacial.

## **EL SOL Y SU INFLUENCIA EN LA TIERRA**

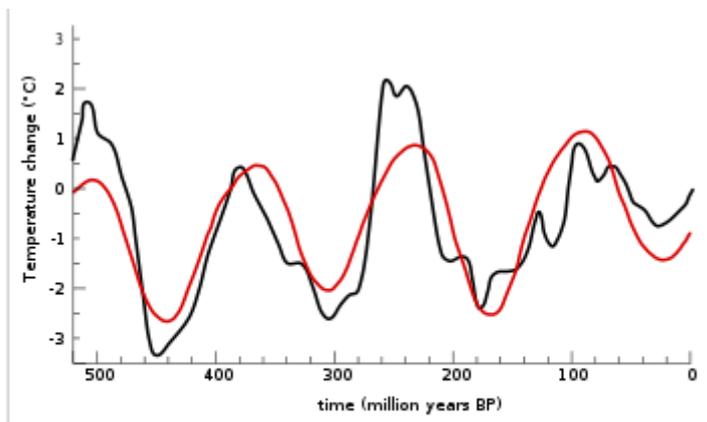
### **ACTIVIDAD SOLAR Y LA INCIDENCIA DE RADIACIÓN CÓSMICA**

En años recientes se presentaron interesantes teorías acerca de la influencia que podrían tener los rayos cósmicos o radiación cósmica en el clima terrestre. La más conocida fue la presentada por Henrik Svensmark, físico y profesor en el Instituto Nacional Danés del Espacio en Copenhague.



Este científico estima que la incidencia de la radiación cósmica incide en la atmósfera superior actuando como catalizador en la formación de la nubosidad. Él detalla sus investigaciones en su libro *The Chilling Stars* y también en el film *The Cloud Mystery*.

Aparentemente existe una correlación entre las variaciones del flujo de radiación cósmica y los cambios de temperatura del mar. Actualmente existen teorías que relacionan la incidencia de la radiación cósmica en las capas atmosféricas superiores con los cambios climáticos. Se ha comprobado que nubes bajas delgadas retienen la radiación infrarroja que refleja la superficie terrestre aumentando la temperatura, a esto contribuye también la presencia del CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico), por otro lado nubes bajas densas y gruesas contribuyen al enfriamiento. En la actualidad se trata de relacionar factores naturales y de la industrialización contaminante que afectan el comportamiento del clima en el planeta.



En la gráfica se ve en color rojo las variaciones de flujo de radiación cósmica y en línea de color negro las variaciones de temperatura en el mar.

Correlation between variations in cosmic ray flux (red) and change in sea temperature (black).

### LOS CAMBIOS DE NIVELES DE ACTIVIDAD SOLAR PRODUCEN EL MAYOR O MENOR INGRESO DE RADIACION CÓSMICA.

Por lo que hoy se sabe, cuando el Sol está en mayor actividad se generan mayor cantidad de destellos solares y eyecciones de masa coronal. Estos eventos así como el viento solar se comportan como una corriente de partículas que desvían - por decirlo literalmente - las

partículas de radiación cósmica. Esto evita que el planeta reciba un exceso de radiación cósmica.

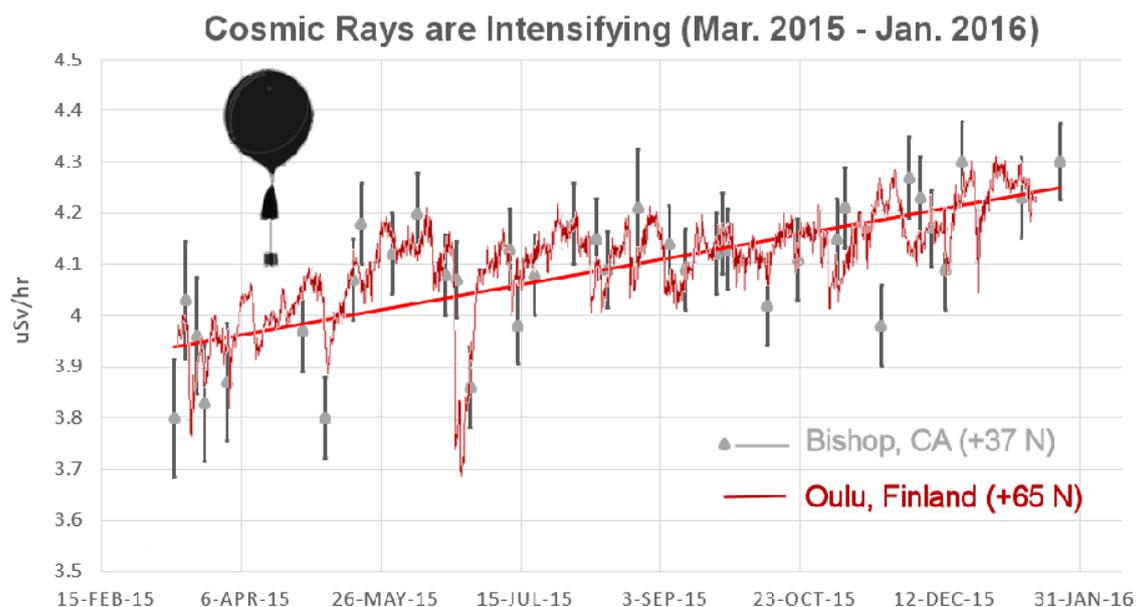
En realidad con mayor actividad solar la "burbuja" de campo magnético solar o campo magnético interplanetario que envuelve al Sol y el Sistema Solar, se comporta como un escudo que evita que mucha radiación cósmica llegue al planeta. Este campo magnético interplanetario, campo magnético solar "inflado" por los vientos solares, evita que penetren gran cantidad de radiación cósmica.

La radiación cósmica o rayos cósmicos de alta energía se generan desde diferentes zonas de la galaxia por explosiones de estrellas novas o remanentes de supernovas y principalmente son protones acelerados y poseen alta energía

Cuando por el contrario la actividad solar es menor como en el ciclo solar 24 y menor aun en la actualidad cuando vamos llegando al mínimo de actividad solar, el "escudo" del campo magnético interplanetario del Sol es débil. De este modo, prácticamente mayor radiación cósmica baña al planeta Tierra y al resto del Sistema Solar.

Desde el mes de marzo de 2015 a enero de 2016 se realizaron mediciones de los niveles de radiación cósmica y se comprobó que la radiación cósmica fue aumentando. Justamente cuando el ciclo solar 24 está en camino al mínimo de actividad.

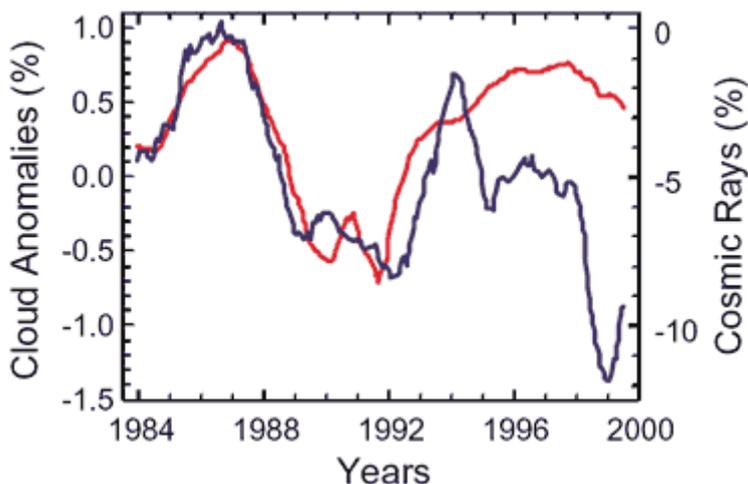
Abajo vemos los registros obtenidos por mediciones realizadas por equipos a bordo de globos estratosféricos entre alturas de 50000 a 60000 pies (17000 y 20000 metros de altura aproximadamente). Estos registros fueron realizados desde California y Finlandia.



El efecto de la radiación cósmica de alta energía es ionizar los átomos de la alta atmósfera terrestre. Entonces, se liberan gran cantidad de electrones y literalmente la radiación modula la formación de iones en la atmósfera superior (estratósfera).

Los iones formados actúan o influyen hasta las capas de la tropósfera y forman partículas de tipo aerosoles, que facilitan la formación de centros de formación de núcleos para pequeñas gotas de agua y así generar la nubosidad.. El proceso es muy complejo pero se trata de dar una explicación en forma simple y directa.

La teoría propuesta por Henrik fue comprobada en los laboratorios del CERN o laboratorio acelerador de partículas (donde se simuló la interacción de partículas aceleradas simulando rayos cósmicos con partículas existentes en la estratósfera), se observó la formación de núcleos o aerosoles que equivalen a "semillas" que finalmente originaron pequeñas gotas de agua.. Uno de los aspectos principales de la teoría de Svensmark es la alta correlación de incidencia de rayos cósmicos y formación de nubosidad baja. Por lo que se hizo un estudio para comprobar la teoría...



En la gráfica vemos la correlación que existe entre el porcentaje de anomalías en las nubes de baja altura (trazo azul) (nubes de aspectos poco comunes) y el porcentaje de rayos cósmicos, (trazo de color rojo).

Se observa que desde 1984 a 1992 existe una buena correlación. Sin embargo, de 1992 a 1994 vemos un cierto distanciamiento, en realidad un retraso de casi seis meses entre la formación de capas de nubes de baja altura y la incidencia de rayos cósmicos y una ruptura de correlación después de 1994. Este hecho alentó a los detractores de la teoría Henrik Svensmark.

Svensmark explicó el retraso de 6 meses por la incertidumbre en los datos. También afirma que la pérdida de correlación después de 1994 se debe a una deriva de calibración de largo plazo en los satélites del ISCCP.

Entre los que critican la teoría de Svensmark se encuentran los científicos Sir Arnold Whittaker, astrónomo británico y el Profesor Terry Sloan de la Universidad de Lancaster. Inglaterra.

<https://climatesanity.wordpress.com/category/sloan-and-wolfendale/>

Un estudio reciente examina la relación entre rayos cósmicos y cubierta nubosa.

Pero se encuentra varias discrepancias. Puesto que la radiación cósmica muestra mayor variación en altas latitudes, uno esperaría mayores cambios en la cubierta nubosa en las regiones polares. Lo cual no se observa.

Otro evento que cuestiona la teoría de formación de nubes por incidencia de radiación es el del accidente del reactor nuclear de Chernóbil. Pues, cabría esperar que la ionización derivada de la radiactividad produjera un aumento de la cubierta nubosa.

Pero, no hay ningún aumento manifiesto de la cubierta nubosa después del accidente.

Por último, incluso si estos problemas pueden resolverse y la relación de causalidad entre rayos cósmicos y formación nubosa fuera probada, todo lo que iban a encontrar es que la formación nubosa hace 50 años es similar a la actual y ha tenido poco o ningún impacto en el calentamiento global de largo plazo de los últimos 30 años.

***Como vemos las teorías propuestas y las controversias resultan ser parte interesante de la ciencia.***

*En el Boletín de Astronomía del Observatorio de Tarija (Bolivia) encontré una cita muy adecuada a lo que alimenta el avance de la ciencia. El filósofo y matemático inglés Alfred North Whitehead*

**“Una pugna entre teorías no es un desastre, es una oportunidad”.**

Lo cierto es que el Sol se encamina a periodos de menor actividad y sólo resta ver qué va sucediendo, quizá estamos frente a fenómenos climáticos de muy largos periodos, tan largos, que la vida del ser humano en el planeta como especie pensante y científicamente cuestionante es corta e insignificante.

## **EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE SE DEBILITA**

Si bien comprendemos medianamente las variaciones del campo magnético del Sol, comprendemos menos lo que sucede en el planeta Tierra... Sabemos que en el pasado se experimentaron cambios en la polaridad de los polos terrestres. En efecto, estudios de rocas magnéticas volcánicas demuestran que la polaridad de los polos cambió, posiblemente el último evento de cambio de polaridad magnética fue hace casi 800.000 años.

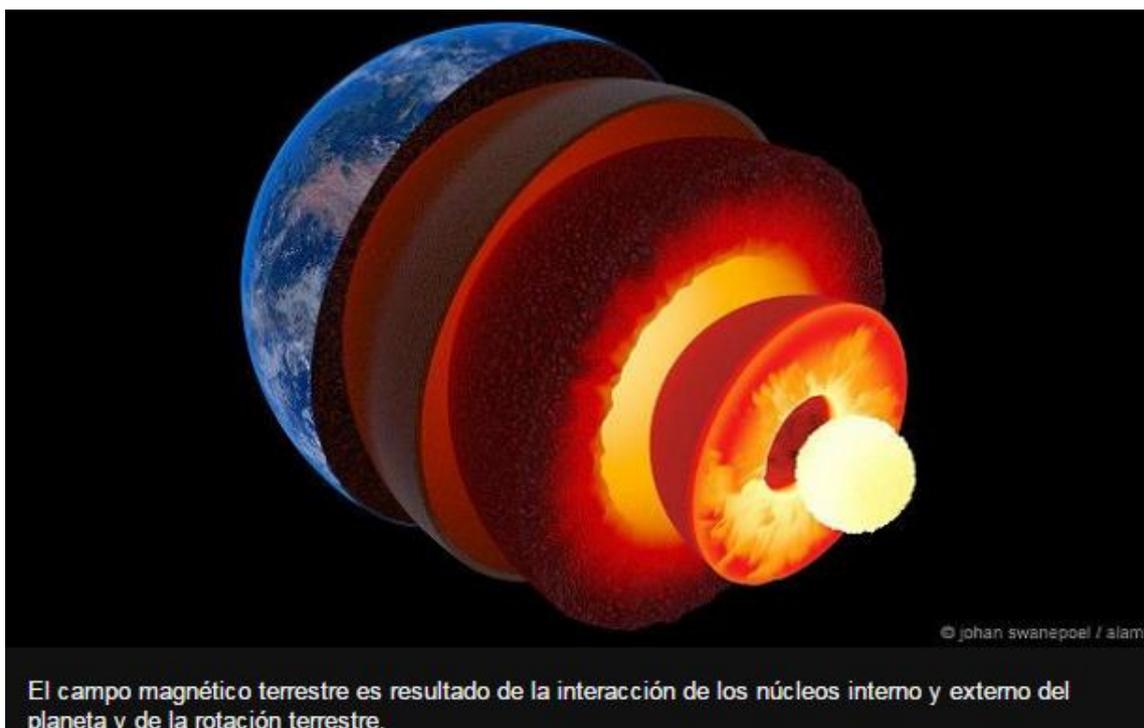
En el proceso la tierra pierde paulatinamente su campo magnético, dejando en el proceso al planeta desprotegido a las radiaciones del Sol y el espacio por periodos largos.

Ese proceso, del que se desconocen sus causas exactas. Según algunos cálculos, las reversiones magnéticas han ocurrido con una frecuencia de 1 a 5 eventos cada millón de años.

Ahora, un estudio realizado por científicos de la Universidad de California en Berkeley (UCB) y la Universidad de Columbia, junto con investigadores franceses e italianos, ha concluido que la última inversión magnética en la Tierra se produjo en menos de cien años hace 786.000 años y no se prolongó durante miles de años.

Esa rapidez en la reversión geomagnética terrestre -por la que las posiciones del polo norte y sur magnéticos se intercambian- ha sorprendido a los responsables de la investigación, publicada en la revista *Geophysical Journal International*, que señalan que el cambio se dio "en lo que dura una vida humana".

Cómo se genera el campo magnético terrestre..



**El campo magnético terrestre es resultado de la interacción de los núcleos interno y externo de nuestro planeta - compuesto el primero por hierro en estado sólido y el segundo por una aleación líquida de hierro y níquel - junto con el movimiento de rotación terrestre.**

**Ello crea un proceso de dínamo que convierte la Tierra en un enorme imán.**

<http://www.vanguardia.com.mx/seacercauncambiorapidodelcampomagneticodelatierra-2206817.html>

Por razones que no están claras, la intensidad de campo magnético terrestre varía y cada cientos de miles de años, los polos magnéticos se invierten, en un proceso que deja su huella en las rocas.

Aparentemente el campo magnético estable bipolar se va debilitando por la formación de varios otros polos. En teoría podríamos ver auroras polares no sólo en los polos sino en diferentes otras regiones del globo terrestre, antes de completarse la inversión.

Cuando, por ejemplo, la lava se enfría, partículas de óxido de metal quedan "congeladas" en la dirección del campo magnético existente. Esto permite que los científicos puedan saber la posición de los polos en un momento determinado examinando y datando muestras de esa lava.

Ahora, estudiando los sedimentos de un antiguo lago expuestos en la cuenca Sulmona de los montes Apeninos, al este de Roma, en Italia, los científicos de la UCB han podido constatar que la última inversión de los polos de nuestro planeta se produjo en menos de 100 años.

Debido a que los sedimentos del lago se depositaron a una velocidad alta y constante durante un período de 10.000 años, los científicos pudieron datar la inversión magnética en aproximadamente 786.000 años.

¿Qué consecuencias tendría para la vida en la Tierra una inversión de los polos magnéticos?

"Los cambios en el magnetismo terrestre podrían tener consecuencias en las infraestructuras eléctricas del planeta y también, por ejemplo, en los instrumentos de navegación", señala el geólogo.

"Además, también se podrían producir consecuencias en la naturaleza, ya que sabemos que muchos animales, como los pájaros, las ballenas o las abejas, utilizan el campo magnético para orientarse".

Otros investigadores advierten que si durante el proceso de inversión de los polos el campo magnético se debilitará excesivamente o incluso desaparecería. Aunque sólo fuera durante un corto periodo de tiempo, perderíamos nuestra protección contra la radiación solar y los rayos cósmicos, lo que podría afectar la vida en nuestro planeta, ya que éstos pueden producir mutaciones genéticas.

La cuestión, según Paul Reene, es que los científicos saben que no se trata de un ciclo que se dé con regularidad, por lo que "no podemos predecir cuándo sucederá".

[http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/11/141111\\_ciencia\\_campo\\_magnetico\\_terrestre\\_inversion\\_jg](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/11/141111_ciencia_campo_magnetico_terrestre_inversion_jg)

Sin embargo, existen signos que indican que el campo magnético terrestre se está debilitando..

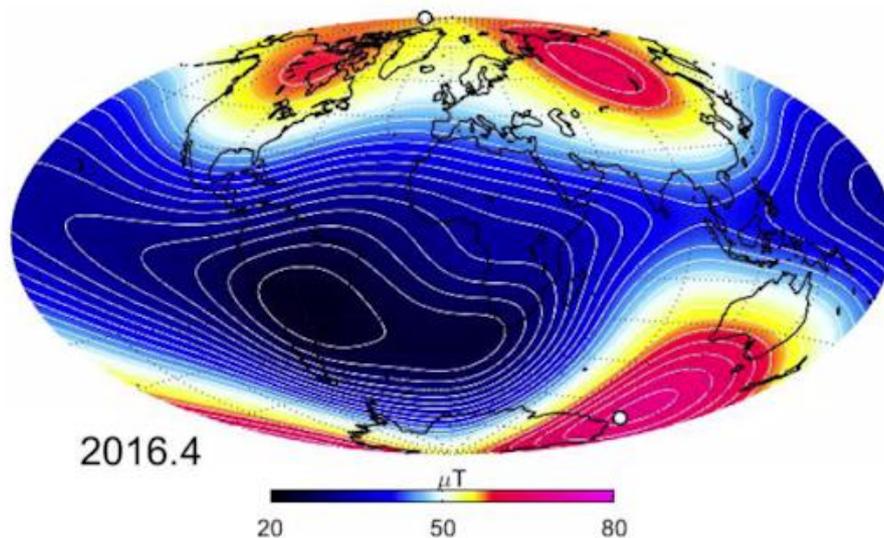
Nuevos estudios de la Agencia Espacial Europea (ESA) revelan según datos proporcionados por varios Satélites de Monitoreo de la serie Swarm, que cambios en el campo magnético terrestre están cambiando de forma más rápida de lo esperado.

En el mapa abajo vemos las siluetas de los continentes y las zonas donde el campo magnético se está debilitando (en color azul) y las zonas donde el campo es más fuerte (en color rojo).

Los datos de Satélites Swarm combinados con Satélites Champ y Orsted mostraron que el campo magnético se debilitó en un 3.5% en altas latitudes sobre América del Norte, mientras que sobre Asia el campo aumentó un 2%. La región donde se registra un mayor debilitamiento del campo magnético se sitúa actualmente sobre Sud América, en la zona conocida como anomalía geomagnética del Atlántico Sur.

Esta anomalía anteriormente se situaba sobre la costa de Brasil y se desplazó de forma constante hacia el oeste. Actualmente el centro está sobre Uruguay y cubre norte de la Argentina y Bolivia, los cambios indicados ocurrieron desde 1999 a 2016.

Se espera que el monitoreo y estudios de las variaciones del campo magnético terrestre continúen hasta el año 2017.



**Cielos Claros!!**

