

# LANCÉ

Servicio Clima Espacial

# Reporte Semanal



# Reporte semanal: del 01 al 07 de septiembre de 2017

## Resumen de la semana:

Se observaron tres regiones activas en el disco solar. Se detectaron tres hoyos coronales en el polo norte, en el noreste y suroeste del disco solar. Se presentaron varias fulguraciones menores clase C, pero el 06 de septiembre se detectaron dos fulguraciones clase X1 y X9.3, esta última es la fulguración más intensa del ciclo solar. Se emitió una eyección de masa coronal, la cual se espera impacte la Tierra el 08 de septiembre. Durante el 07 de septiembre la actividad se mantuvo alta y se emitieron varias fulguraciones menores y tres fulguraciones clase M2, M9 y X1. Las emisiones de la intensa actividad solar provocaron una tormenta geomagnética G4 ( $K_p=8$ ) que afecta el ambiente terrestre, el índice Dst bajó hasta -154 nT. Se detectaron estallidos de radio tipo II y IV, asociados con eyecciones de masa coronal y fulguraciones. La ionosfera se encuentra perturbada y se esperan más afectaciones en el clima espacial los siguientes días.

## Resumen del reporte previo:

Se observó un grupo de manchas solares asociadas a tres regiones activas en el disco solar. Se detectó un hoyo coronal predominantemente en el hemisferio norte del disco solar. A lo largo de la semana se presentaron 5 fulguraciones de baja intensidad (clase C). Se detectaron dos tormentas geomagnéticas menores (G1) que afectaron el ambiente terrestre.

# Reporte semanal: del 01 al 07 de septiembre de 2017

## Pronóstico para la próxima semana:

Se espera que la tormenta geomagnética perdure las próximas 72 horas. Se esperan perturbaciones ionosféricas asociadas con la tormenta geomagnética en proceso. Se espera el impacto de una eyección de masa coronal para el 08 de septiembre. Debido a la presencia de regiones activas, podría continuar la ocurrencia de fulguraciones de clase M y X y de emisiones de radio asociadas.

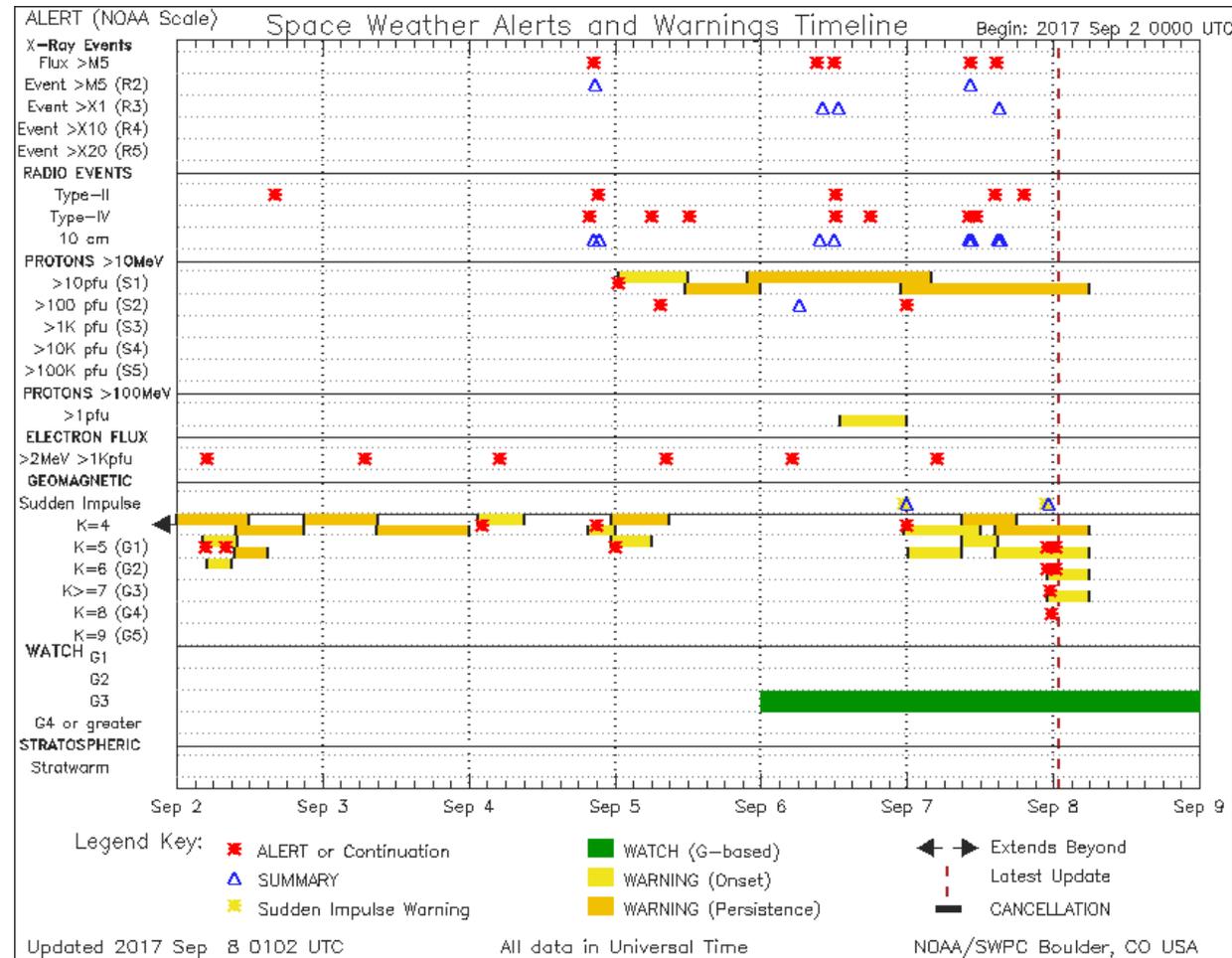
## Recomendaciones para la próxima semana:

- Vigilar las afectaciones de la tormenta geomagnética G4 que actualmente provoca variaciones en el ambiente terrestre.
- Vigilar el estado de la ionosfera.
- Vigilar el impacto de la eyección de masa coronal el próximo 08 de septiembre.
- Vigilar las regiones activas.
- Vigilar el flujo de rayos X.

# Reporte semanal: del 01 al 07 de septiembre de 2017

## Alertas reportadas por NOAA

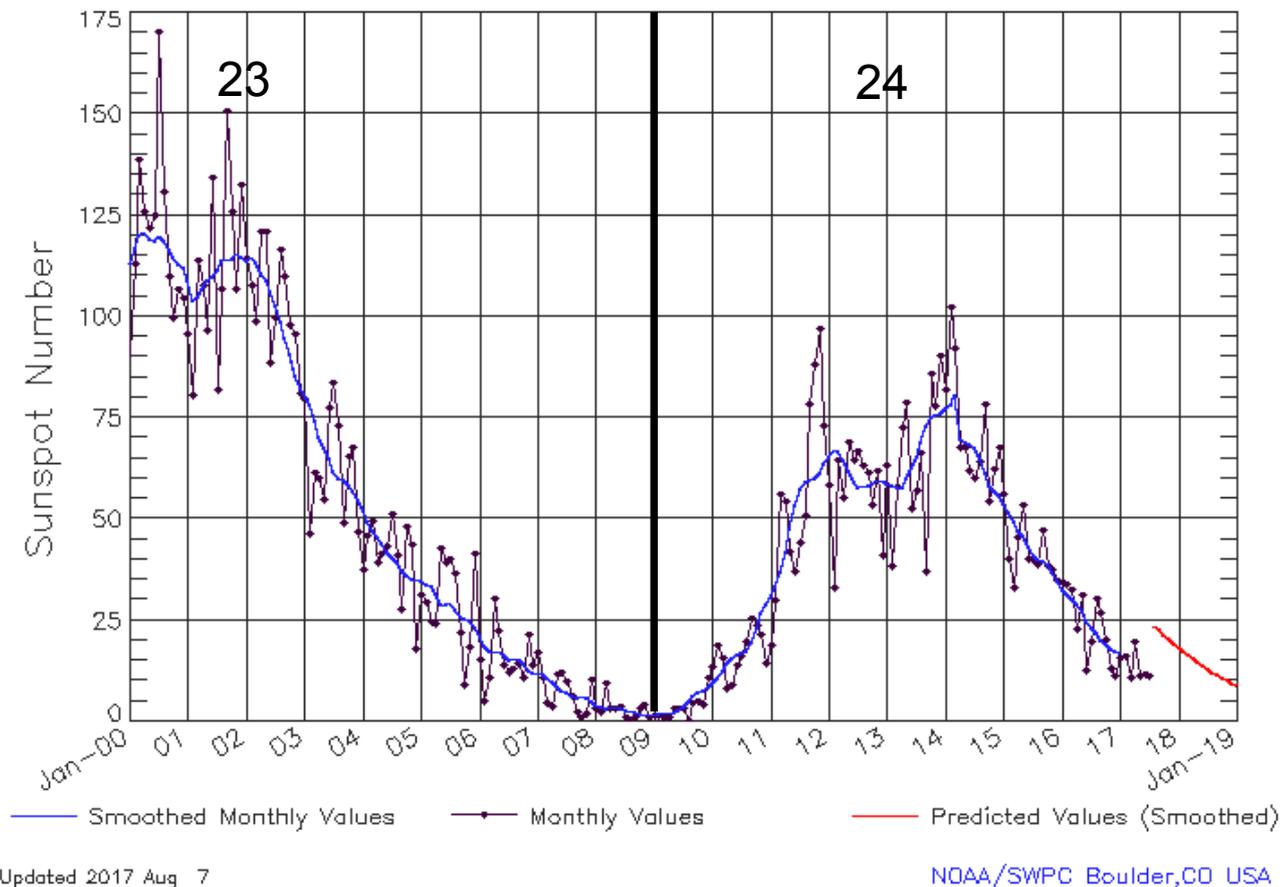
Se registraron cinco estallidos de radio tipo II los días 2, 4, 6 y 7. 7 estallidos de radio tipo IV el 4, 5, 6 y 7. Alertas toda la semana por entrada de alto flujo de electrones y alertas por alto flujo de protones el 5 y 7. Alertas por una tormenta geomagnética G1 (Kp=5) los días 2, 4 y 7. Alertas para tormenta G2 (Kp=6), G3 (Kp>7) y G4 (Kp=8, tormenta geomagnética fuerte) el 7 de septiembre. Un estallido de radio puede producirse por una eyección de masa coronal. Kp indica el nivel de perturbación de campo geomagnético. Las alertas de flujo de electrones se emiten cuando su energía es mayor a 2 millones de eV y exceden 1000 partículas/m<sup>2</sup>. Los altos flujos de partículas pueden dañar la electrónica de satélites.



<http://www.swpc.noaa.gov/products/notifications-timeline>

# Ciclo de manchas solares y la actividad solar

ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression  
Observed data through Jul 2017



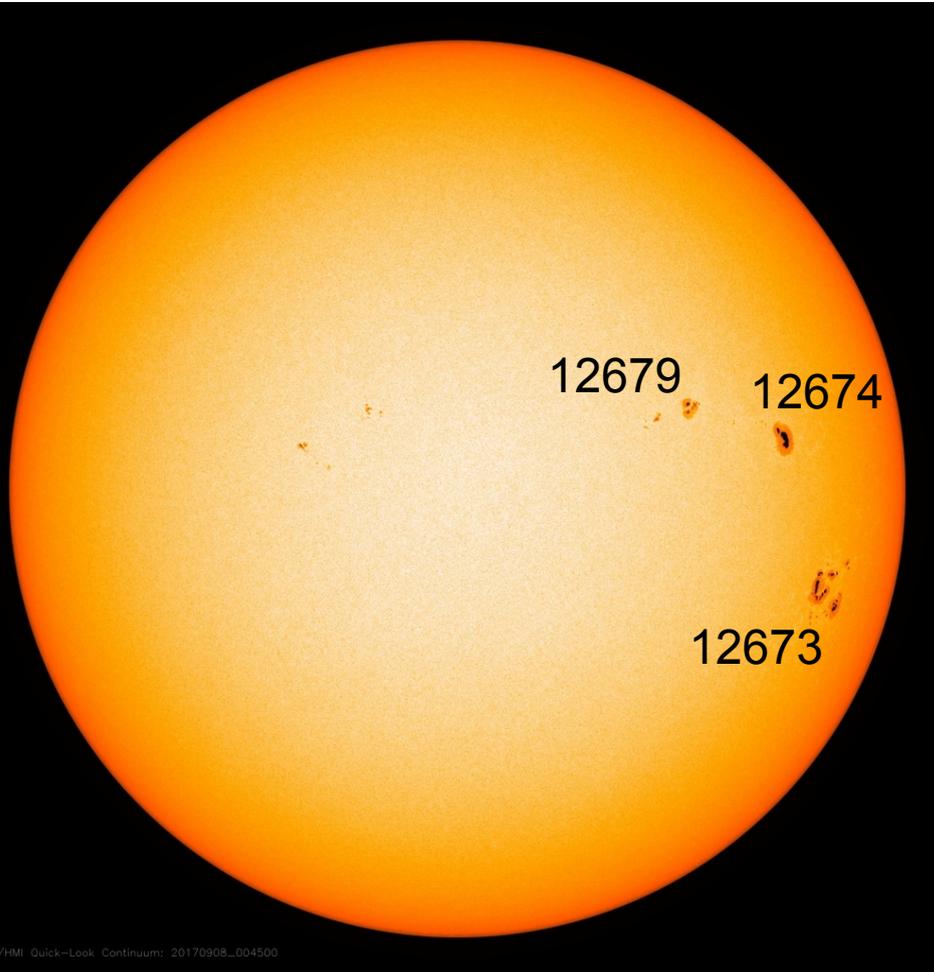
La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde enero del 2000.

Entre más manchas solares presente el Sol, es mayor la posibilidad de que ocurra una tormenta solar.

Estamos acercándonos al mínimo de manchas solares del ciclo 24.

<http://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

# Fotosfera solar

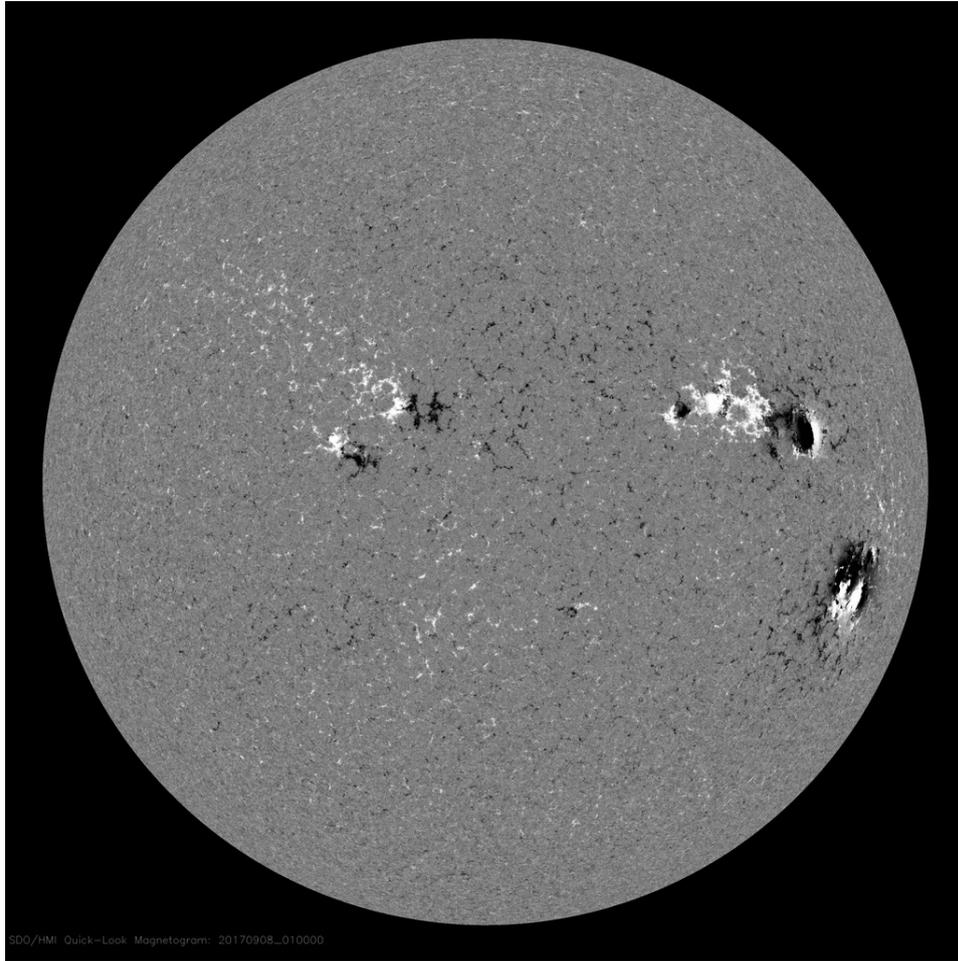


La fotosfera es la zona “superficial” del Sol, donde aparecen las manchas solares. Regiones oscuras formadas por material más frío que sus alrededores y que contienen intensos campos magnéticos. Las manchas solares están relacionadas con la actividad solar.

La imagen de la fotosfera del 08 de septiembre, muestra tres grandes grupos de manchas solares ubicadas al oeste, correspondientes a las regiones activas 12679, 12673 y 12674. Las emisiones de estas regiones afectaron el clima espacial en la semana de análisis.

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

# Campos magnéticos solares



Un magnetograma solar permite identificar las regiones de intensos campos magnéticos solares. En general, estos campos magnéticos están asociados a manchas solares.

Las regiones de color blanco (negro) son zonas por donde surgen (sumergen) líneas de campo magnético, correspondientes a polaridad positiva (negativa).

El Sol al 08 de septiembre:

El magnetograma muestra dos zonas (este y oeste) con características de intensa actividad magnética asociadas a las regiones activas.

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

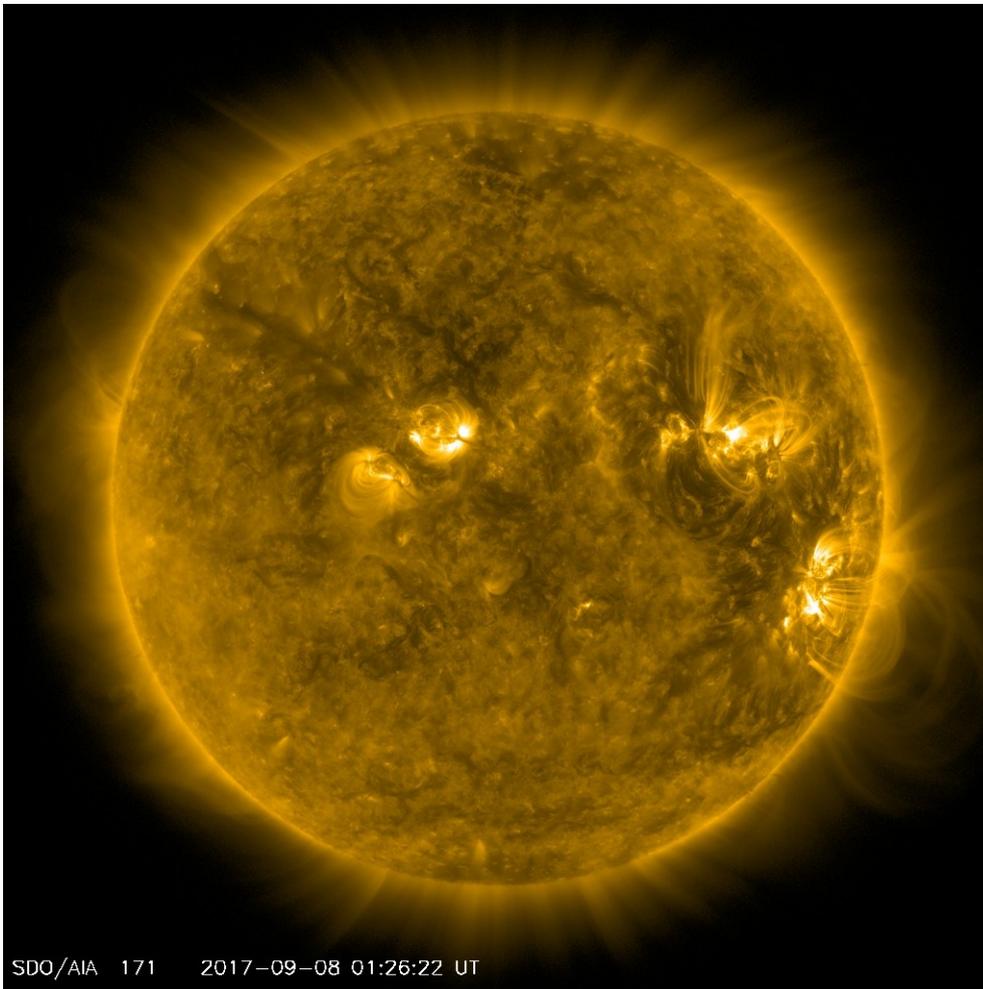
# Atmósfera solar y regiones activas

El Sol en rayos X suaves (171 Å). La emisión de Fe IX y X revela la estructura magnética en la región de la atmósfera solar llamada corona solar que se encuentra a 630,000 K.

Las regiones activas (zonas claras) son los lugares donde se presentan los fenómenos de actividad solar más importantes. Las regiones activas están regularmente asociadas a las manchas solares.

El Sol al 08 de septiembre:

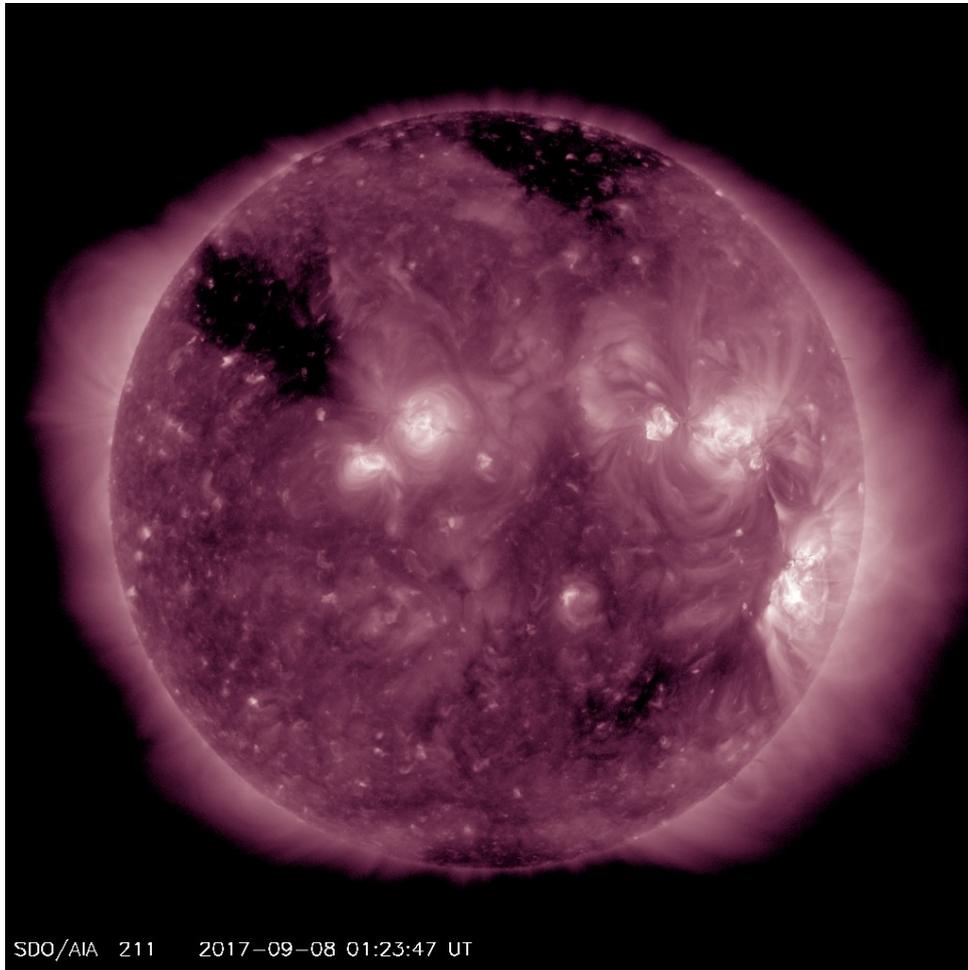
Las regiones activas se ubican en las zonas brillantes, se muestran dos regiones activas asociadas a los dos grupos de manchas solares.



SDO/AIA 171 2017-09-08 01:26:22 UT

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

# Corona solar



SDO/AIA 211 2017-09-08 01:23:47 UT

El Sol en rayos X suaves (211 Å). La emisión de Fe XIV revela la estructura magnética en la alta corona que se encuentra a 2,000,000 K.

Los hoyos coronales (regiones oscuras) son regiones de campo magnético solar localmente abierto. Los hoyos coronales son fuente de las corrientes de viento solar rápido.

El Sol al 08 de septiembre:

Se muestran tres hoyos coronales, en el polo norte, en el noreste y suroeste del disco solar.

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

# Actividad solar: Fulguraciones solares

Flujo de rayos X solares detectado por los satélites GOES.

A lo largo de la semana se presentaron fulguraciones moderadamente intensas (clase M) y dos intensas el día 6 (clase X).

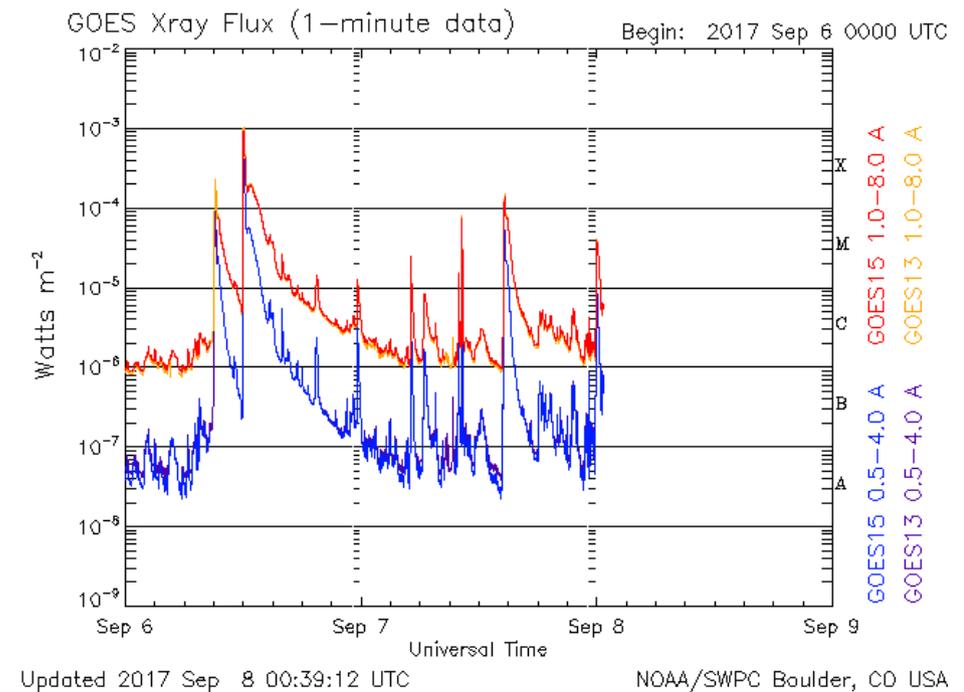
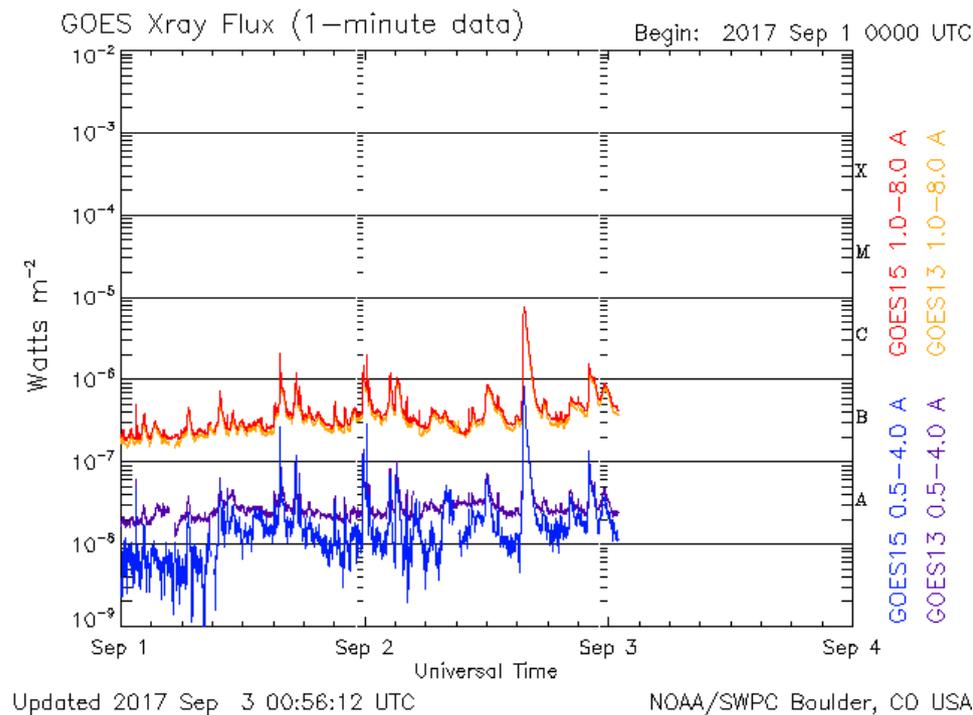
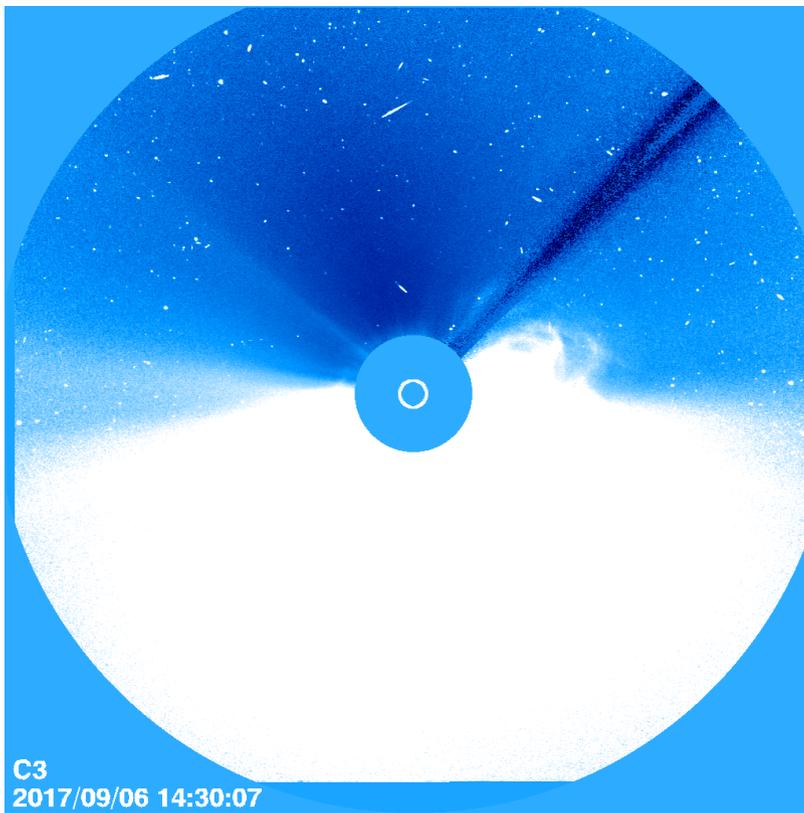


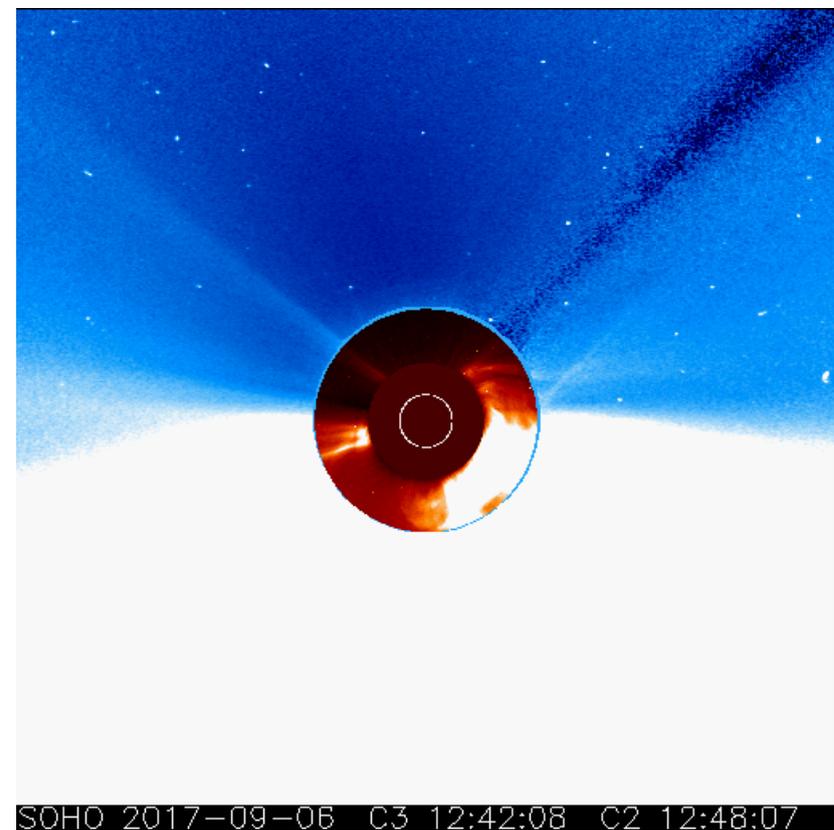
Imagen: <http://services.swpc.noaa.gov/images/goes-xray-flux.gif>

# Actividad solar: Eyecciones de masa coronal

Se observa una intensa eyección de masa coronal detectada por el coronógrafo LASCO-C3 a bordo de SOHO. Se espera que la eyección impacte la Tierra la noche del 08 de septiembre



<https://sohowww.nascom.nasa.gov/>



# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra

Condiciones del viento solar cercanas a la Tierra captadas por el satélite DSCOVR. De arriba a abajo: campo magnético, dirección del campo magnético, densidad de protones, rapidez y temperatura de protones.

Se observan niveles negativos de Bz durante toda la semana, siendo el día 07 el nivel más bajo. Esto propició las tormentas geomagnéticas que afectaron durante la semana y la intensa tormenta G4 que afecta en este momento

<http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

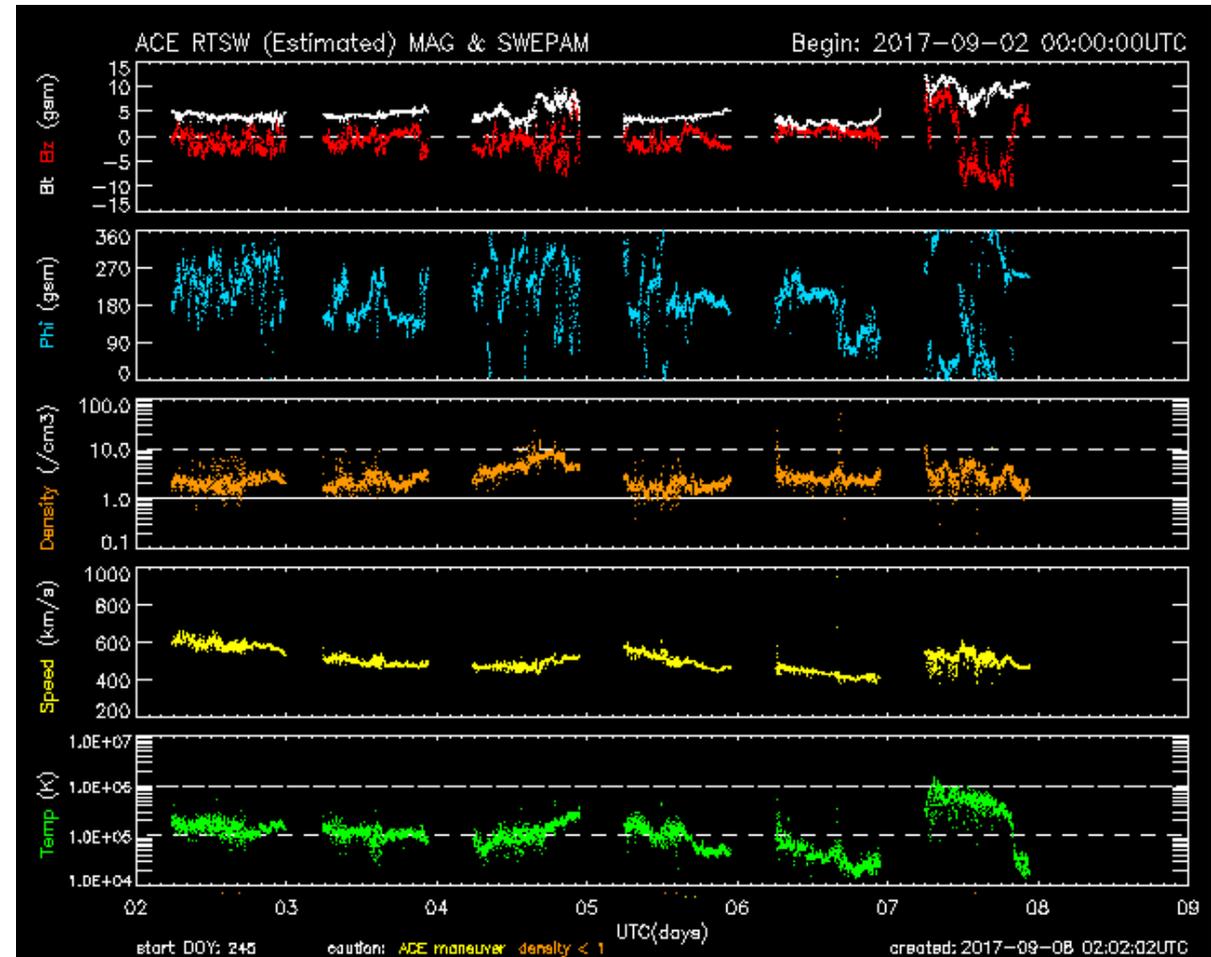


Imagen: <http://services.swpc.noaa.gov/images/ace-mag-swepam-7-day.gif>

# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra

## Modelo numérico WSA-ENLIL.

El modelo pronostica que desde el 8 hasta el 11 de septiembre, un ambiente espacial terrestre dominado por corrientes de viento solar, caracterizado por baja densidad y alcanza una velocidad cercana a los 700 km/s entre los días 8 y 9. El cambio en la velocidad está relacionado con la EMC asociada a la fulguración clase X9.3 del 6 de septiembre.

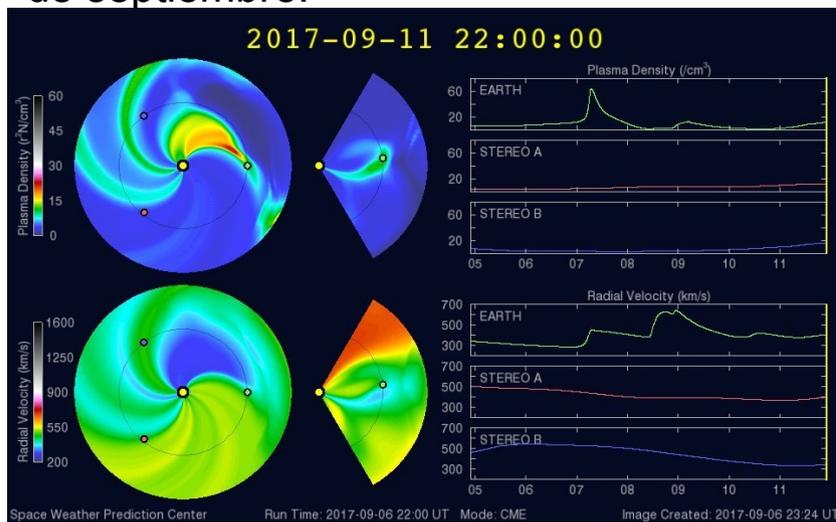
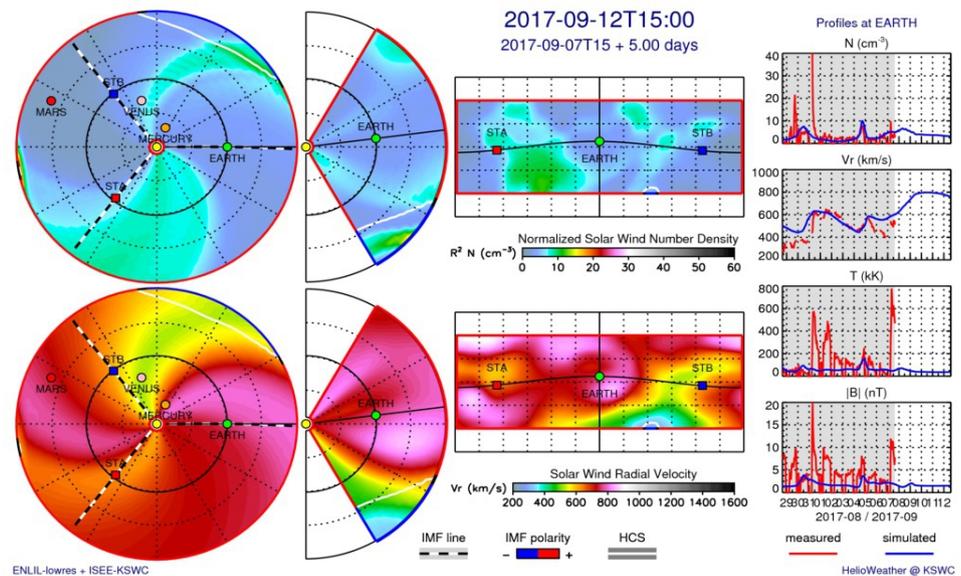


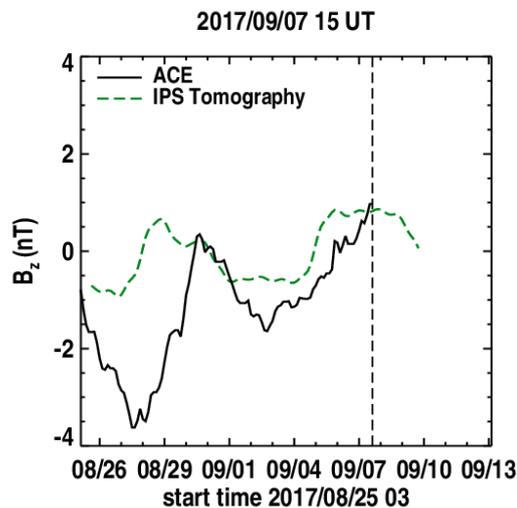
Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

## Modelo numérico IPS-ENLIL.

El modelo pronostica que desde el día 8 al 12 de septiembre las corrientes de viento solar estarán caracterizadas por baja densidad y sin cambios en la temperatura. La velocidad muestra un aumento hasta alcanzar los 800 km/s, lo cual está relacionado con la CME asociada a la fulguración clase X9.3 del 6 de septiembre. Finalmente, la magnitud del campo magnético se mantendrá sin cambios.



# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra



## Pronóstico de $B_z$ usando datos de IPS

De acuerdo a todos los modelos del EMC scoreboard, se pronostica la llegada de una EMC para el día 08 de septiembre a las 11:28 UT. También se pronostica una tormenta geomagnética con valor máximo Kp en el rango: 4.3-6.6. La validación de estos datos se confirmará por las observaciones de SOHO.

Tabla: <https://kauai.ccmc.gsfc.nasa.gov/CMEscoreboard/>

### CME: 2017-09-06T12:24:00-CME-001

CME Note: The start time of this CME will be confirmed when the SOHO images come in.

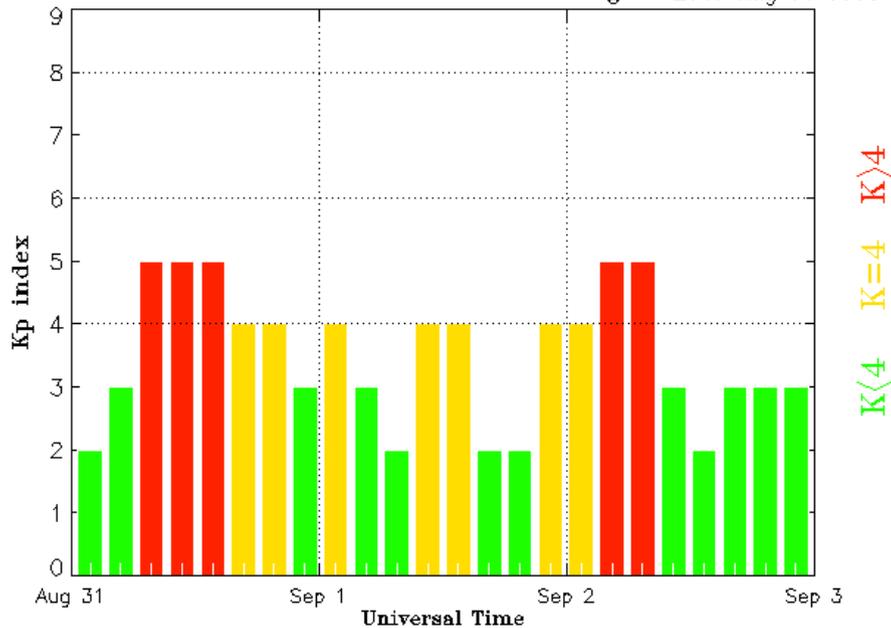
Predicted Shock Arrival Time	Difference (hrs)	Confidence (%)	Submitted On	Lead Time (hrs)	Predicted Geomagnetic Storm Parameter(s)	Method	Submitted By	
2017-09-08T18:27Z (-7.0h, +7.0h)	---	---	2017-09-06T17:23Z	49.07	Max Kp Range: 3.0 - 5.0	<a href="#">WSA-ENLIL + Cone (GSFC SWRC)</a>	Barbara Thompson (GSFC)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T10:25Z	---	---	2017-09-07T02:13Z	32.20	---	<a href="#">SARM</a>	Marlon Nunez (UMA)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T06:00Z (-3.0h, +3.0h)	---	80.0	2017-09-07T05:00Z	25.00	Max Kp Range: 5.0 - 8.0	<a href="#">WSA-ENLIL + Cone (Met Office)</a>	Met Office (Met Office)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T08:00Z (-3.0h, +3.0h)	---	70.0	2017-09-07T05:40Z	26.33	---	<a href="#">DBM + ESWF</a>	Manuela Temmer (UNIGRAZ)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T13:00Z (-7.0h, +7.0h)	---	90.0	2017-09-07T08:25Z	28.58	Max Kp Range: 5.0 - 7.0	Other	Jingjing Wang (SEPC)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T07:32Z (-5.0h, +6.0h)	---	---	2017-09-07T08:33Z	22.98	---	<a href="#">DBM</a>	Mateja Dumbovic (UNIGRAZ)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T10:16Z (-4.0h, +4.0h)	---	---	2017-09-07T09:00Z	25.27	---	EAM (Effective Acceleration Model)	Evangelos Paouris (UoA)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T16:30Z (+14.0h)	---	---	2017-09-07T12:32Z	27.97	---	ElEvo	Tanja Amerstorfer (SRI)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T13:52Z	---	---	2017-09-07T15:46Z	22.10	---	<a href="#">SPM2</a>	Xinhua Zhao (NSSC CAS)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T10:42Z	---	---	2017-09-07T15:55Z	18.78	---	<a href="#">SPM</a>	Xinhua Zhao (NSSC CAS)	<a href="#">Detail</a>
2017-09-08T11:28Z	---	80.0	---	---	Max Kp Range: 4.33333 - 6.66667	Average of all Methods	Auto Generated (CCMC)	<a href="#">Detail</a>

# Índice Kp: Perturbaciones geomagnéticas

El índice planetario K (Kp) indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre a escala planetaria en intervalos de 3 horas.

El campo magnético terrestre fue afectado por una tormentas geomagnéticas menores (Kp=5) los días 31 de agosto y 02 de septiembre y por una tormenta fuerte (kp=8) la noche del 07 de septiembre. Estas perturbaciones se observan como barras rojas en la gráfica del índice Kp que se muestra en la figura.

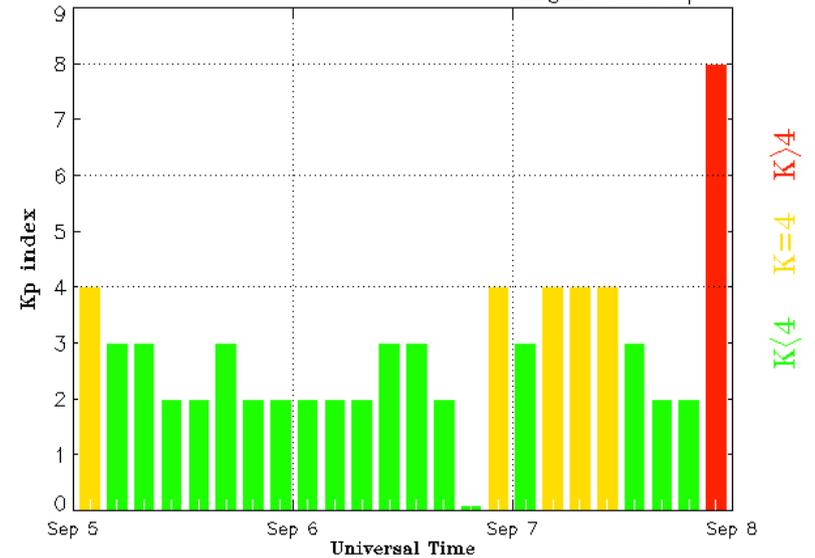
Estimated Planetary K index (3 hour data) Begin: 2017 Aug 31 0000 UTC



Updated 2017 Sep 3 00:30:02 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

Estimated Planetary K index (3 hour data) Begin: 2017 Sep 05 0000 UTC



Updated 2017 Sep 8 00:30:03 UTC

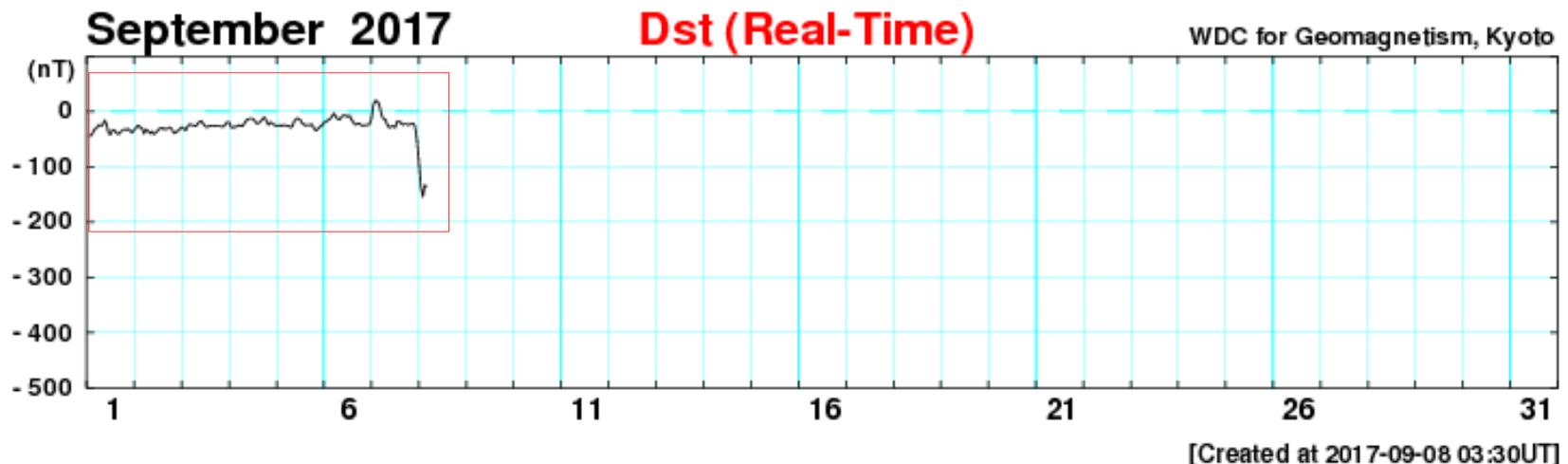
NOAA/SWPC Boulder, CO USA

Imagen: <http://services.swpc.noaa.gov/images/planetary-k-index.gif>

# Índice DST: Perturbaciones geomagnéticas

El índice DST mide las variaciones temporales de la componente horizontal del campo geomagnético a escala global.

Desde el 01 de septiembre se registran variaciones en la intensidad del índice. Cerca de la media noche del 07 de septiembre, la tormenta geomagnética que afecta la Tierra provocó una intensa caída que alcanzó los -154 nT.

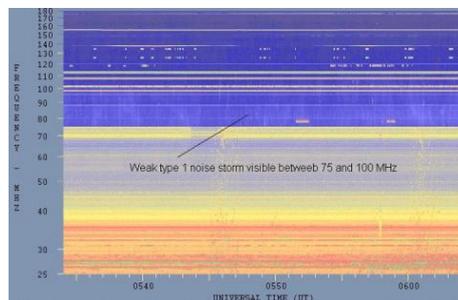


[http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst\\_realtime/presentmonth/index.html](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/presentmonth/index.html)

# Tipos de estallidos de radio solares

**Tipo I:** Estallidos cortos y banda de emisión estrecha. Ocurren en un gran número sobre un continuo de emisión. Duración de 1 s y en tormenta de horas a días.

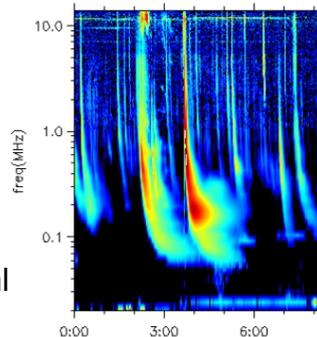
Se asocian con regiones activas, fulguraciones y protuberancias eruptivas



[spaceacademy.net.au/env/sol/solradp/solradp.htm](http://spaceacademy.net.au/env/sol/solradp/solradp.htm)

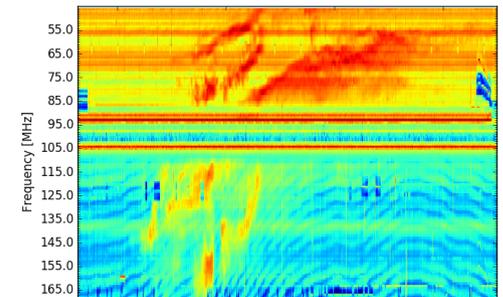
**Tipo III:** Estallidos de deriva rápida, con duración de pocos segundos en el rango métrico. Tienen anchos de emisión amplios. Son producidos en fulguraciones donde son expulsados a velocidades relativistas.

Se pueden presentar también como tormentas de estallidos.



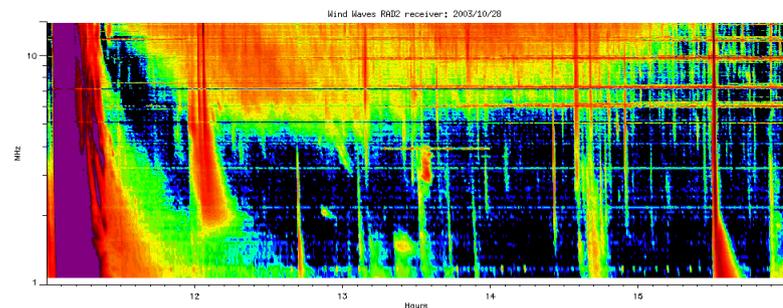
[ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data\\_products.html](http://ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data_products.html)

**Tipo II:** Estallidos de deriva lenta. Son la firma de ondas de choque, producidas por fulguraciones o EMCs, que se propagan cerca del Sol y medio interplanetario. Presentan anchos de de emisión estrechos que derivan a frecuencias menores.



[www.rice.unam.mx/callisto](http://www.rice.unam.mx/callisto)

**Tipo IV:** Se relacionan con fulguraciones, tienen anchos de banda amplios y pueden durar horas.



[https://ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data\\_products.html](https://ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data_products.html)

# Estallidos de radio solares: Observaciones de Callisto-MEXART

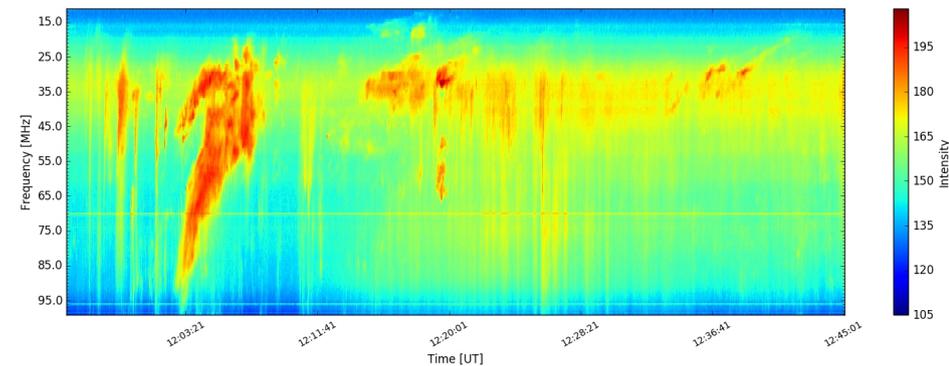
Durante toda la primer semana de septiembre, se presentó actividad intensa de emisiones solares de radio, con tormentas de estallidos Tipo III. El día 6 de septiembre, durante una tormenta de estallidos de radio Tipo III, ocurrió un estallido de radio Tipo II a las 12:02:03 UTC, detectado por la red e-Callisto.

## Estallido tipo II

Fecha	Hora inicio	Hora final	Freq.inicio	Freq. final
06/09/2017	12:02:03	12:22:28	100 MHz	<12 MHz

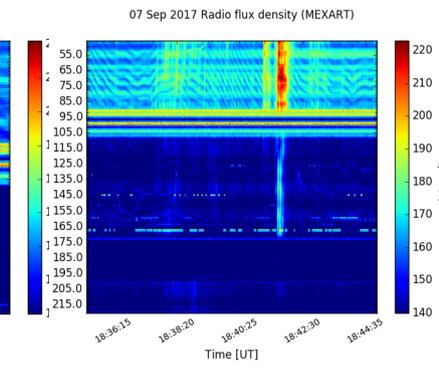
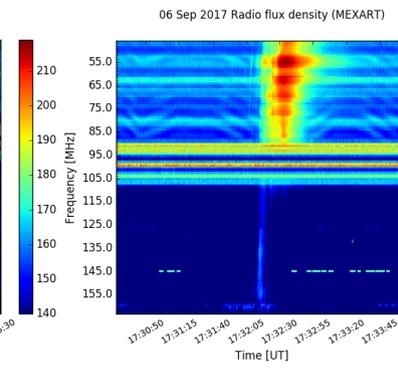
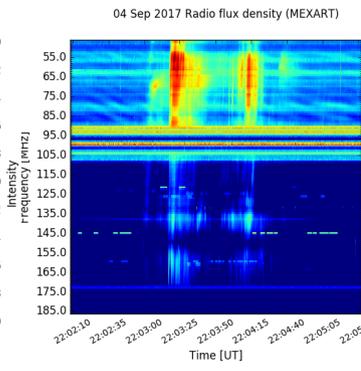
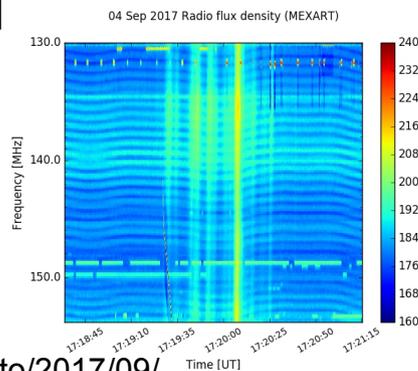
## Tipo II

06 Sep 2017 Radio flux density (GREENLAND)



Eventos tipo III más intensos detectados con Callisto-MEXART.

#	Fecha	Hora [UTC]
1	04/09/2017	17:19:28
2	04/09/2017	22:03:00
3	06/09/2017	17:35:12
4	07/09/2017	18:41:07



<http://www.rice.unam.mx/callisto/2017/09/>  
<http://soleil.i4ds.ch/solarradio/callistoQuicklooks/?date=20170906>

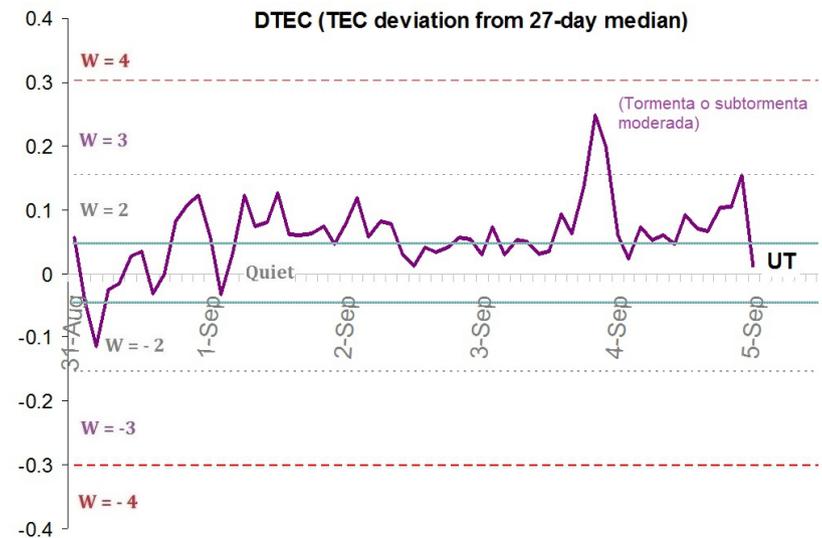
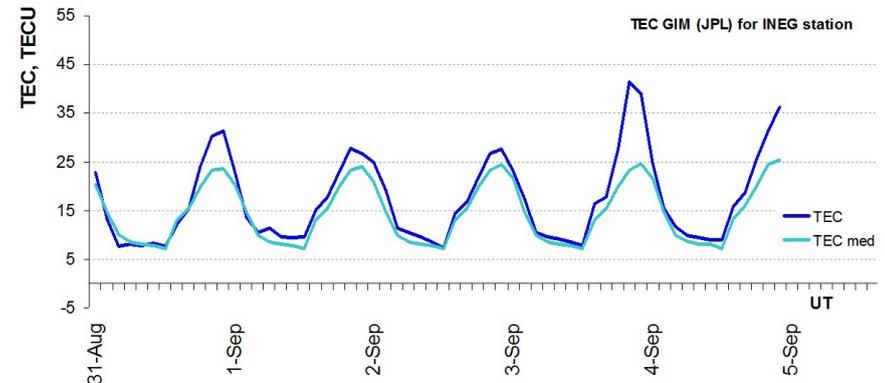
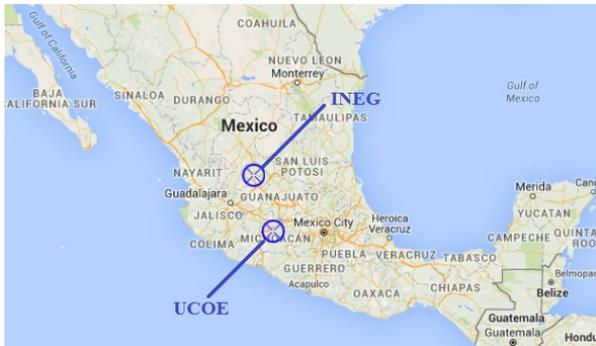
# Ionósfera sobre México: TEC y DTEC en el centro del país (datos locales):

El contenido total de electrones (TEC) es un parámetro que sirve para caracterizar el estado de la ionosfera de la Tierra.

Serie temporal de los valores de TEC vertical y su mediana durante 31.08-04.09.2017 con base en los datos de GIM TEC JPL para la estación INEG (Aguas Calientes):

Desviación de TEC de su mediana de los 27 días anteriores al día de observación  $DTEC = \log(TEC/TEC_{med})$  e índice W (ionospheric weather index):

Según los datos globales, los valores de TEC aumentaron el día 03 de septiembre de 2017.



Referencia: Gulyaeva, Arikan, Hernandez-Pajares, Stanislawski. GIM-TEC adaptive ionospheric weather assessment and forecast system. J. Atm. Solar-Terr. Phys., 102, doi:10.1016/j.jastp.2013.06.011, 2013.

# Ionósfera sobre México: TEC y DTEC en el centro del país (datos locales):

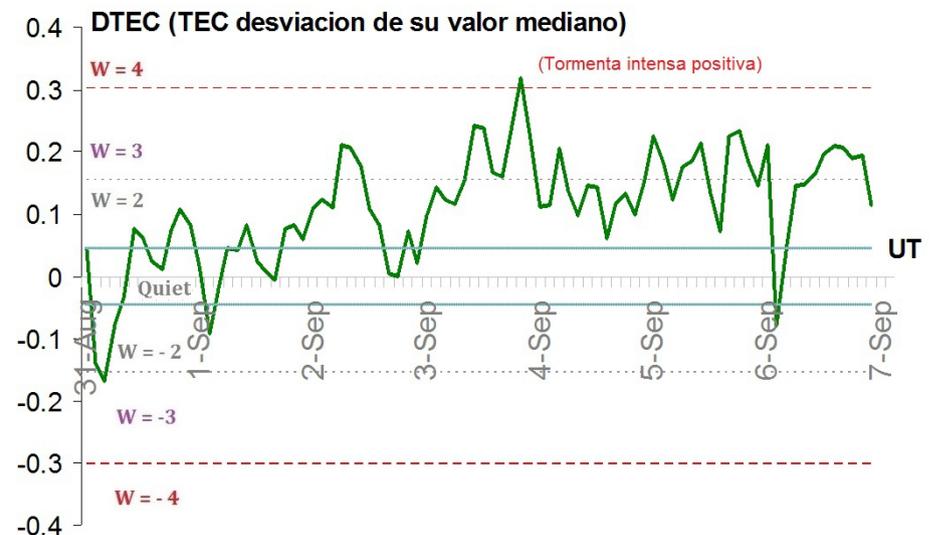
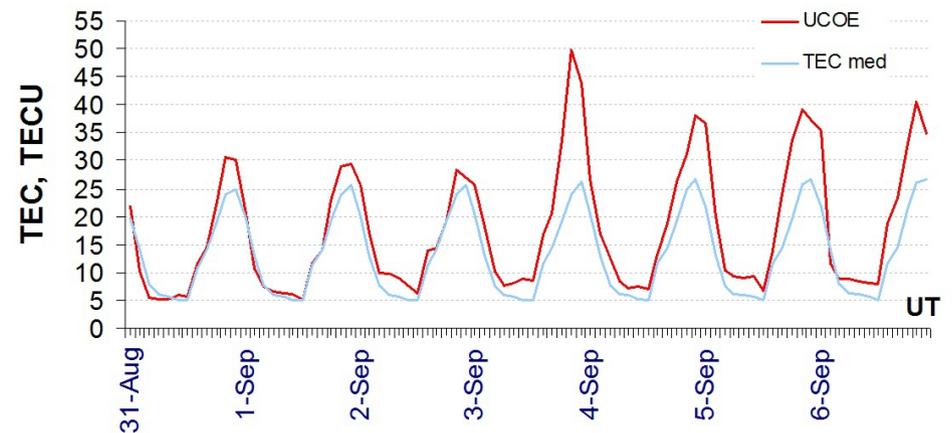
Serie temporal de los valores de TEC vertical durante 24-30.08.2017 con base en los datos de la estación local UCOE (TLALOCNet, UNAVCO) en las instalaciones del Mexart:

Desviación de TEC de su mediana de los 27 días anteriores al día de observación  $DTEC = \log(TEC/TEC_{med})$  e índice W (ionospheric weather index):

Según los datos locales, los valores de TEC aumentaron significativamente el día 03 de septiembre 2017.

El cálculo se realiza en base de TayAbsTEC software del Instituto de Física Solar-Terrestre, Sección Siberiana de la Academia de Ciencias de Rusia.

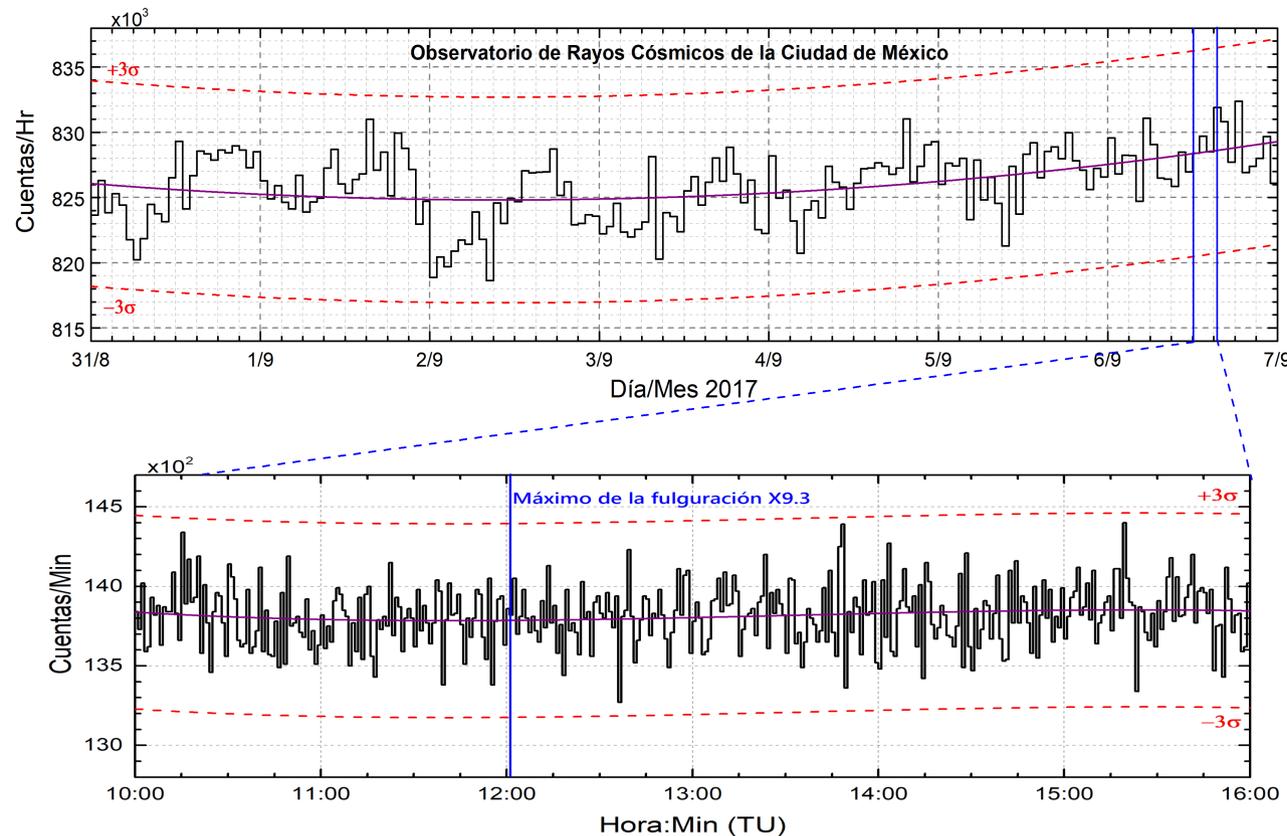
Referencia: Yasyukevich, Mylnikova, Kunitsyn, Padokhin. Influence of GPS/GLONASS Differential Code Biases on the Determination Accuracy of the Absolute Total Electron Content in the Ionosphere. Geomagnetism and Aeronomy, 55(6), ISSN 0016\_7932, 2015.



# Rayos Cósmicos:

Datos del Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. La curva púrpura representa el promedio de los datos registrados, la líneas azules representan la ventana de tiempo donde pudieron detectarse partículas energéticas solares y las líneas discontinuas rojas representan la significación de los datos ( $3\sigma$ ). Cuando se registran variaciones mayores a  $3\sigma$ , es probable que éstas sean debidas a efectos de emisiones solares en el flujo de rayos cósmicos.

<http://www.cosmicrays.unam.mx/>



La fulguración tuvo un máximo a las 12:02 TU y se observa que no se detectaron incrementos significativos ( $>3\sigma$ ) en las cuentas de rayos cósmicos. A pesar que se emitieron partículas energéticas solares, estas no alcanzaron la energía suficiente para llegar a la Ciudad de México. Se espera el impacto en la Tierra de la eyección de masa coronal liberada, para analizar las posibles afectaciones al clima espacial, como un decrecimiento Forbush.

# Créditos

## **UNAM/LANCE/SCIESMEX**

Dr. J. Américo González Esparza

Dr. Víctor De la Luz Rodríguez

Dr. Pedro Corona Romero

Dr. Julio C. Mejía Ambriz

Dr. Luis Xavier González Méndez

Dra. Maria Sergeeva

Dr. Ernesto Aguilar-Rodríguez

## **UANL**

Dr. Eduardo Pérez Tijerina

Dra. Esmeralda Romero Hernández

## **LANCE**

Ing. Ernesto Andrade Mascote

M.C. Pablo Villanueva Hernández

Ing. Pablo Sierra Figueredo

## **UNAM ENES-Morelia**

Dr. Mario Rodríguez Martínez

## **UNAM CU**

Dra. Blanca Mendoza Ortega

## **RAYOS CÓSMICOS**

Dr. José Francisco Valdés Galicia

Fis. Alejandro Hurtado Pizano

Ing. Octavio Musalem Clemente

## **SERVICIO MAGNÉTICO**

M.C. Esteban Hernández Quintero

M.C. Gerardo Cifuentes Nava

Dra. Ana Caccavari Garza

**Elaboración:** Luis Xavier González Méndez

**Revisión:** Ernesto Aguilar Rodríguez

# Créditos

## Agradecimientos

El Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) es parcialmente financiado por: el programa Cátedras CONACYT Proyecto 1045 y el Fondo Sectorial AEM-CONACYT proyecto 2014-01-247722. Agradecemos a todos los responsables y colaboradores de instrumentos del LANCE y a las redes de estaciones GPS del Servicio Sismológico Nacional y TalocNET por facilitar sus datos.

Agradecemos a Gerardo Cifuentes, Esteban Hernández y Ana Caccavari por los datos del Observatorio magnético de Teoloyucan. De igual forma, agradecemos los servicios de IGS (International GNSS Service) por permitirnos usar los datos IONEX disponibles en: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/products/ionex>. Adicionalmente, queremos indicar que los datos RINEX fueron obtenidos de las siguientes redes de receptores GPS: del Servicio Sismológico Nacional (SSN), IGEF-UNAM, SSN- TLALOCNet y TLALOCNet. Agradecemos a su personal, particularmente al personal del SSN y a José A. Santiago por el mantenimiento de estaciones, la adquisición de datos y su distribución. También reconocemos el trabajo de campo, la ingeniería y el soporte de IT para las redes TLALOCNet y SSN-TLALOCNet GPS-Met de Luis Salazar-Tlaczani (Instituto de Geofísica-UNAM), John Galetzka, Adam Woolace y todo el personal de ingeniería de UNAVCO Inc. Agradecemos a UNAVCO ([www.unavco.org](http://www.unavco.org)) por la oportunidad de descargar datos en Internet. Parte de las operaciones de la red TLALOCNet y SSN- TLALOCNet GPS fueron apoyadas por The National Science Foundation bajo el proyecto EAR-1338091 a UNAVCO Inc., proyectos CONACyT 253760 y 256012, proyecto UNAM-PAPIIT IN109315-3 de E. Cabral-Cano y proyecto UNAM-PAPIIT IN111509 de R. Pérez. De igual forma agradecemos al LACIGE-UNAM de la ENES Unidad Morelia por los datos GPS, adquiridos a través del proyecto de infraestructura CONACYT: 253691 de M. Rodríguez-Martínez. El cálculo de TEC se realiza: 1) utilizando el software US-TEC que es un producto de operación del Space Weather Prediction Center (SWPC), desarrollado a través de una colaboración entre National Geodetic Survey, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y el Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences of the University of Boulder, Colorado, 2) con base en el software TayAbsTEC del Instituto de Física Solar-Terrestre, Sección Siberiana de la Academia de Ciencias Rusa.

# Créditos

## Datos

Imágenes de coronógrafo, flujo de rayos X y modelo WSA-ENLIL:

<http://www.swpc.noaa.gov/products>

<http://iswa.ccmc.gsfc.nasa.gov/lswaSystemWebApp/>

Imágenes de coronógrafo:

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/>

Imágenes del disco solar y de la fulguración:

<http://www.solarmonitor.org/>

Detección y caracterización de EMCs:

<http://www.sidc.oma.be/cactus/out/latestCMEs.html>

<http://spaceweather.gmu.edu/seeds/>