



**CONACYT**

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



**IGUM**

INSTITUTO de GEOFÍSICA  
Unidad Michoacán



**AEM**

AGENCIA  
ESPACIAL  
MEXICANA



**SciESMEX**

Servicio de Clima Espacial - MX

# Reporte Semanal de Clima Espacial

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

**Centro Regional de Alertas  
(RWC) miembro del**



**ISES**

International Space  
Environment Service



/sciesmex



@sciesmex

# Resumen



## Reporte previo, del 27 de enero al 02 de febrero de 2017:

Se registraron cuatro grupos de manchas solares y se registraron fulguraciones clase B. Se emitieron 11 alertas de clima espacial: 5 alertas de tormentas geomagnéticas por el incremento del índice Kp, 6 alertas relacionadas con incrementos en el flujo de partículas (electrones). La ionósfera no presentó variaciones significativas entre el 24 y 30 de enero. El 31 de enero y 01 de febrero se observó el aumento del contenido total de electrones que caracteriza el estado de la ionósfera. El observatorio de rayos cósmicos de la Ciudad de México detectó cuatro incrementos significativos en las cuentas de rayos cósmicos galácticos para los días 26, 28 y 30 de enero y 01 de febrero. La simulación de ENLIL para la siguiente semana pronostica un patrón de corrientes de viento solar relativamente estable.

## Resumen del reporte actual, del 02 al 09 de febrero de 2017:

Se registraron siete alertas por flujo de electrones, una cada día del 03 al 09 de febrero. El índice Kp presentó dos alertas con  $k=4$ , para el 05 y 06 de febrero.

Se presentaron tres regiones activas, dos en las zonas central-este y una más en la zona limbo oeste del disco solar. Se registraron cuatro hoyos coronales, en la zona central-norte, noreste, central-oeste y central-sur del disco solar. Estos hoyos coronales emiten viento solar rápido que puede generar perturbaciones.

No se registraron fulguraciones mayores a nivel C2.

El observatorio de rayos cósmicos de la Ciudad de México no detectó incrementos significativos en las cuentas de rayos cósmicos galácticos.

El índice Dst registró variaciones en la intensidad para el 02, 03 y 04 de febrero, pero no provocaron que partículas ingresaran a zonas ecuatoriales de forma significativa.

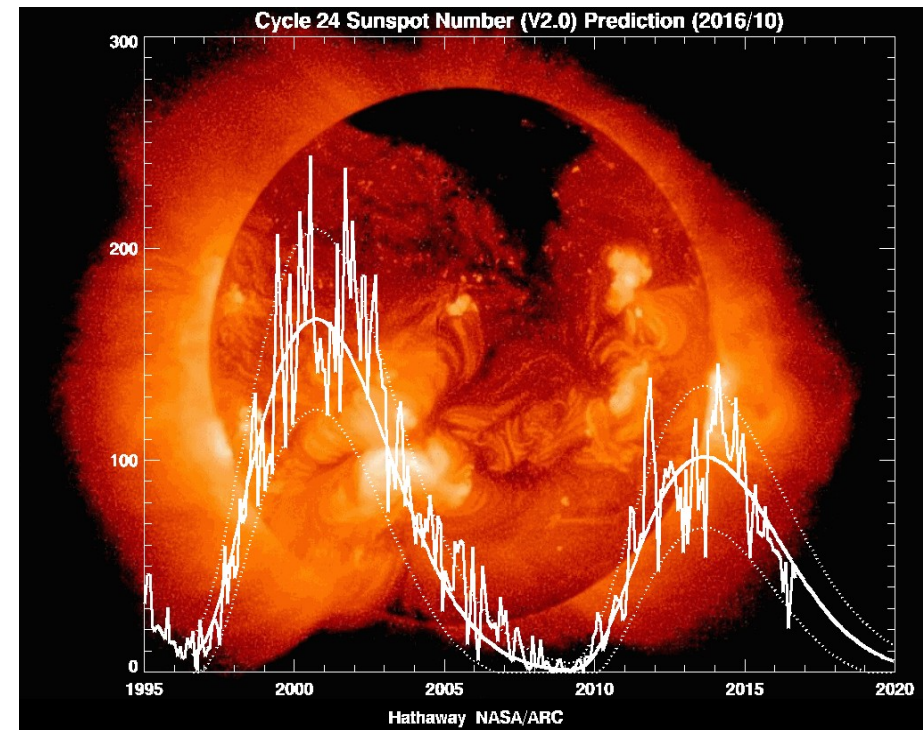
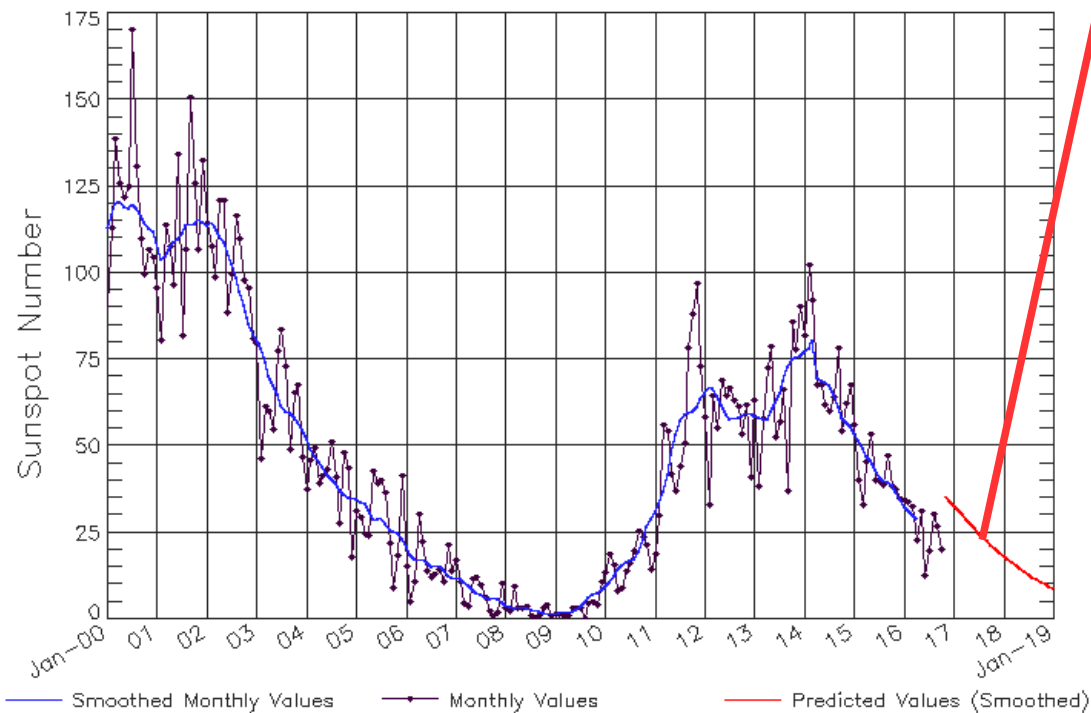
El viento solar se mantuvo con corrientes estables y se esperan variaciones poco significativas en la velocidad y densidad del viento solar para días posteriores. La velocidad del viento solar puede alcanzar los 500 km/s.

# Número de manchas solares durante los ciclos solares 23 y 24



Predicción

ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression  
Observed data through Oct 2016



Updated 2016 Nov 7

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

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



# Reporte semanal: del 02 al 09 de febrero de 2017

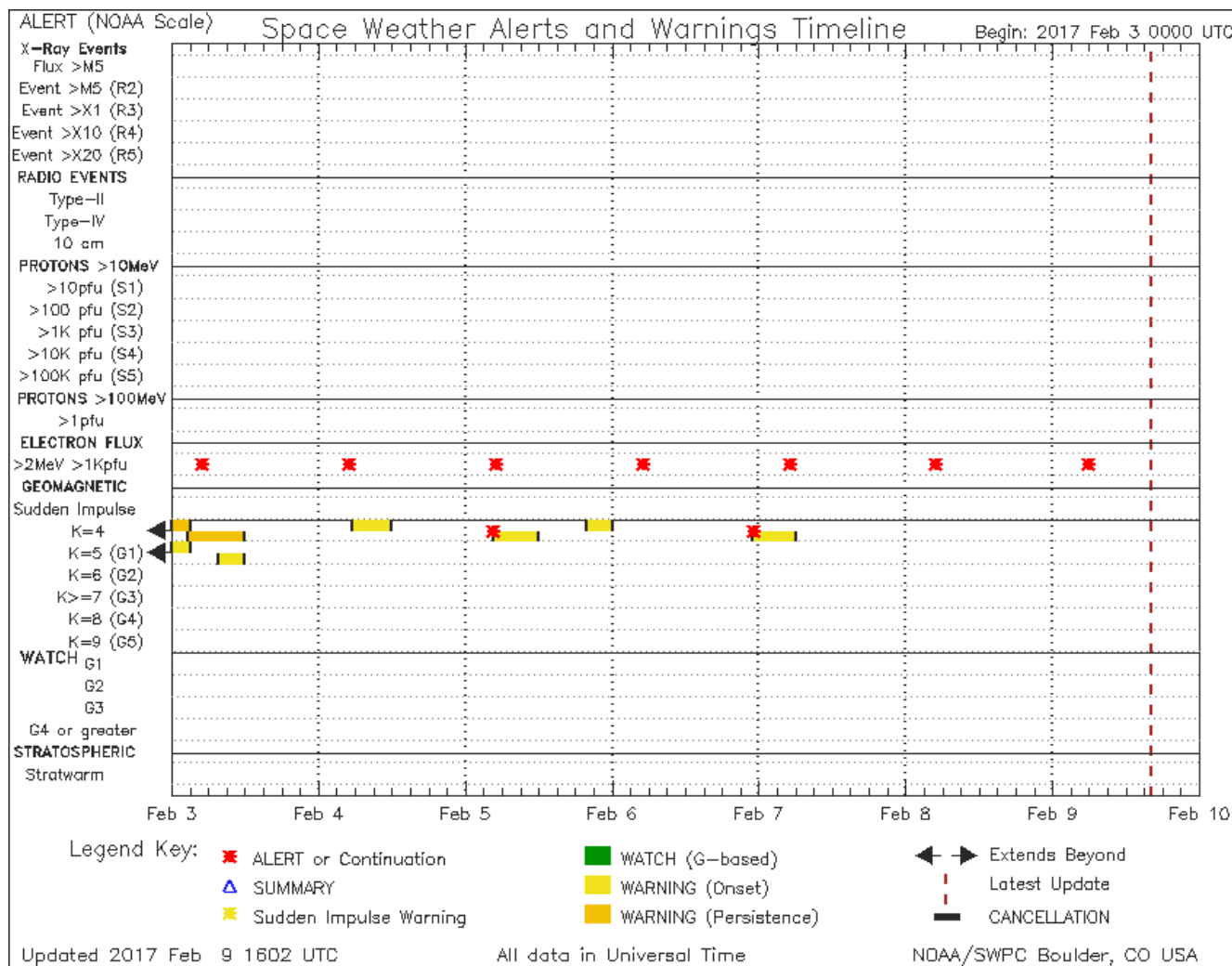
Cronograma de alertas reportado por NOAA durante siete días.

Se registraron siete alertas por alto flujo de electrones del 03 al 09 de febrero. El índice Kp presentó dos alertas para el 05 y 06 de febrero con k=4.

Las alertas de flujo de electrones se emiten cuando electrones con energías mayores a 2 millones de eV exceden 1000 partículas/m<sup>2</sup>. Los altos flujos de energía pueden dañar la electrónica de satélites, dejándolos sin funcionar temporal o permanentemente. Estos flujos son medidos por los satélites GOES.

Aparición de auroras.

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





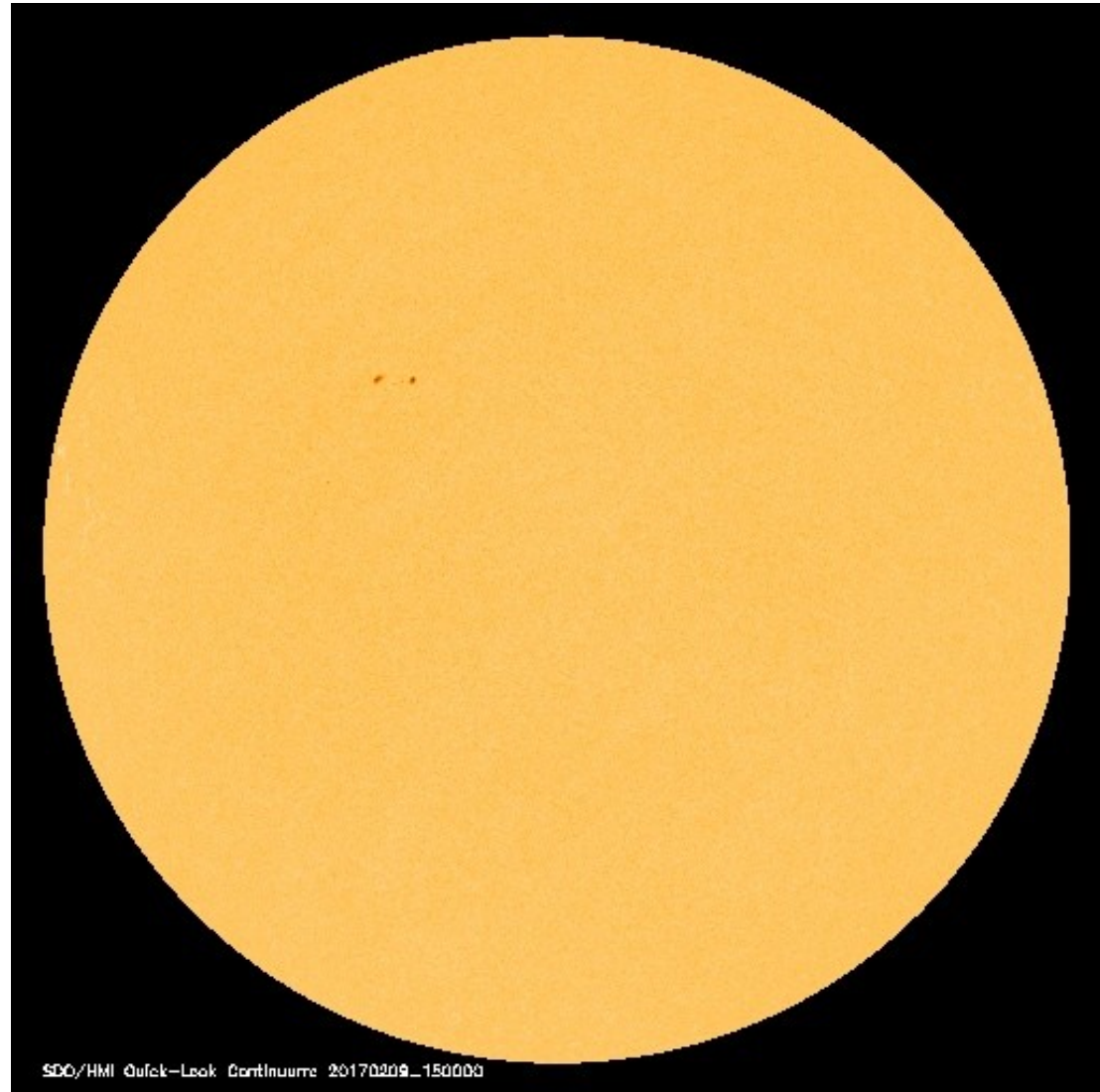
# Fotósfera solar



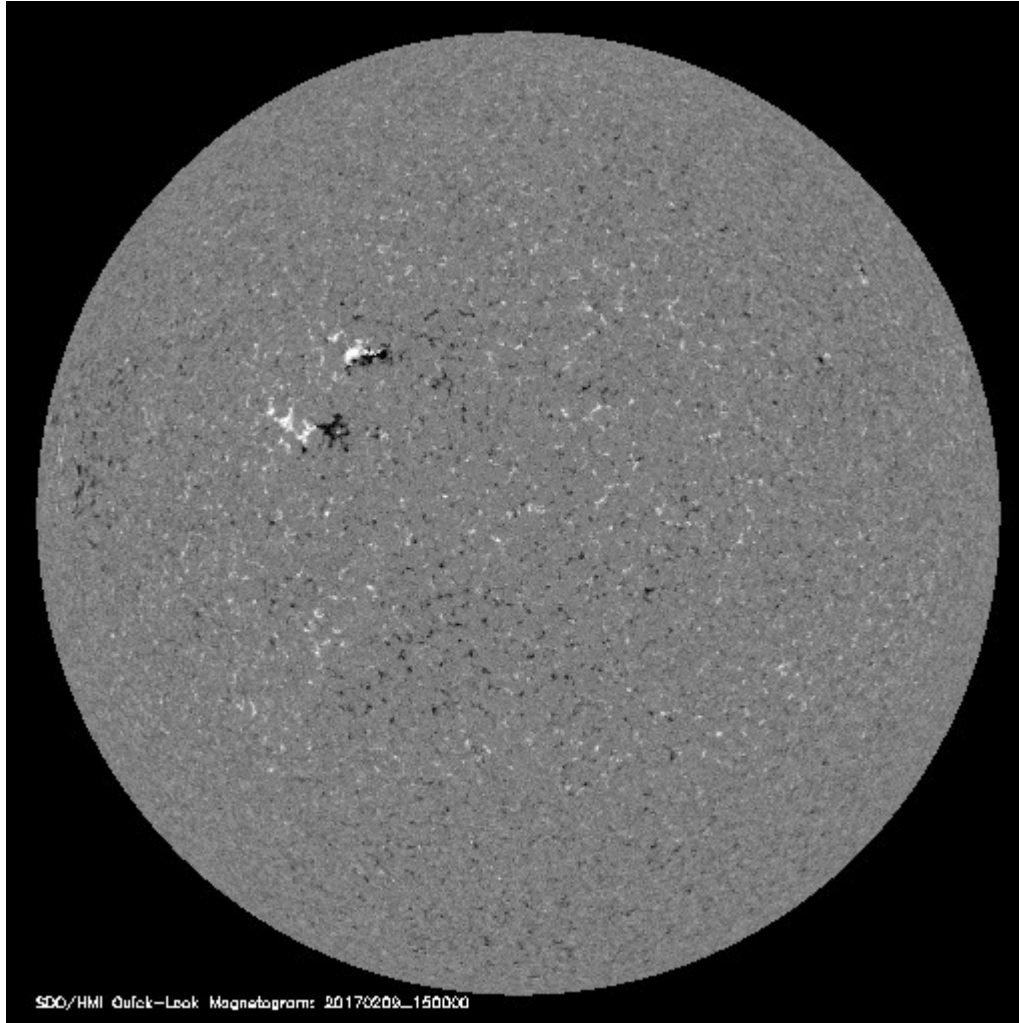
Se observan las manchas solares: regiones donde escapan intensos campos magnéticos.

Estas manchas están relacionadas con los fenómenos de la actividad solar.

Disco solar para el 09 de febrero TU muestra dos regiones activas en la zona centro-este del disco. En esta imagen no se alcanza a apreciar una zona activa más localizada en el limbo oeste del disco solar, la cual si se muestra a 171 Å.



# Campos magnéticos solares



SDO/HMI Quik-Look Magnetogram: 20170209\_150000

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

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.

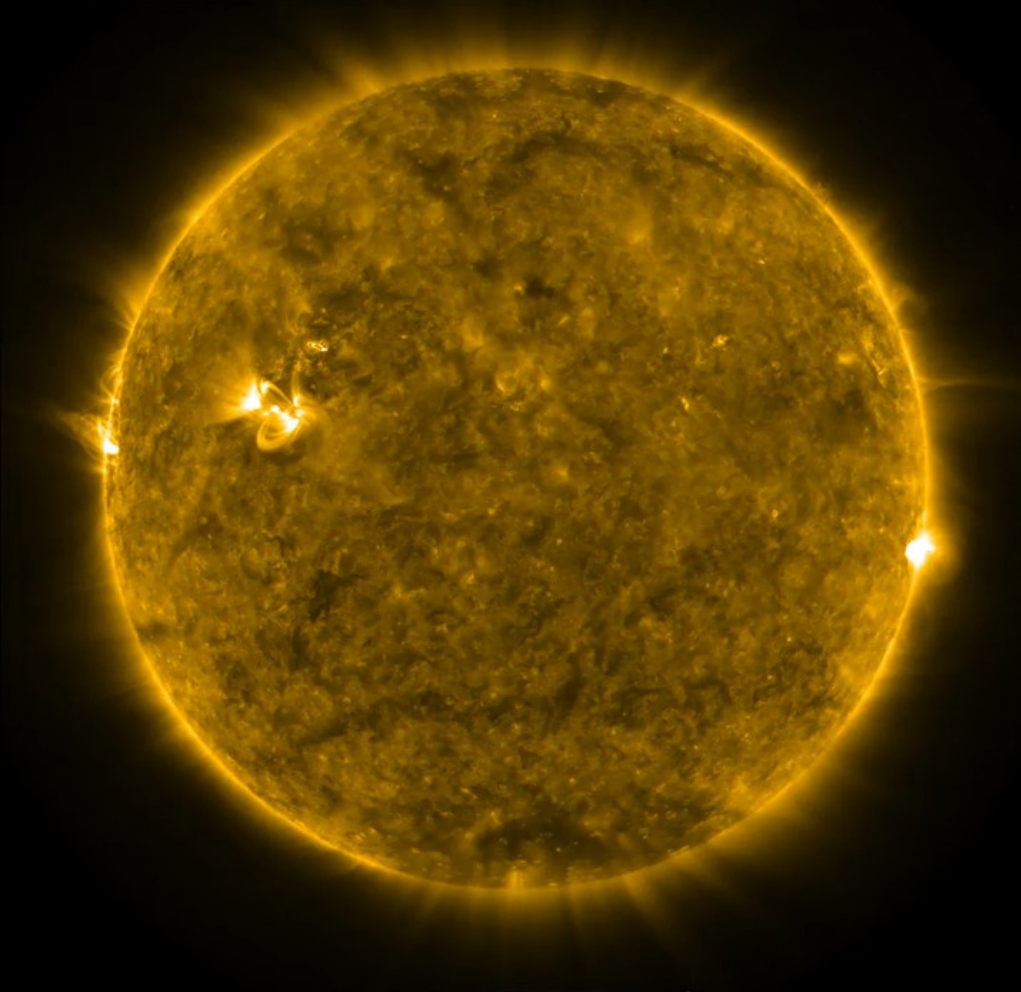
El Sol al 09 de febrero TU:

El magnetograma tomado por el satélite artificial SDO, muestra dos fuentes y sumideros principalmente en la región central-este del disco solar.

# Atmósfera solar y regiones activas



SDO/AIA AIA 171Å 2017-02-08T20:21:10.35



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.

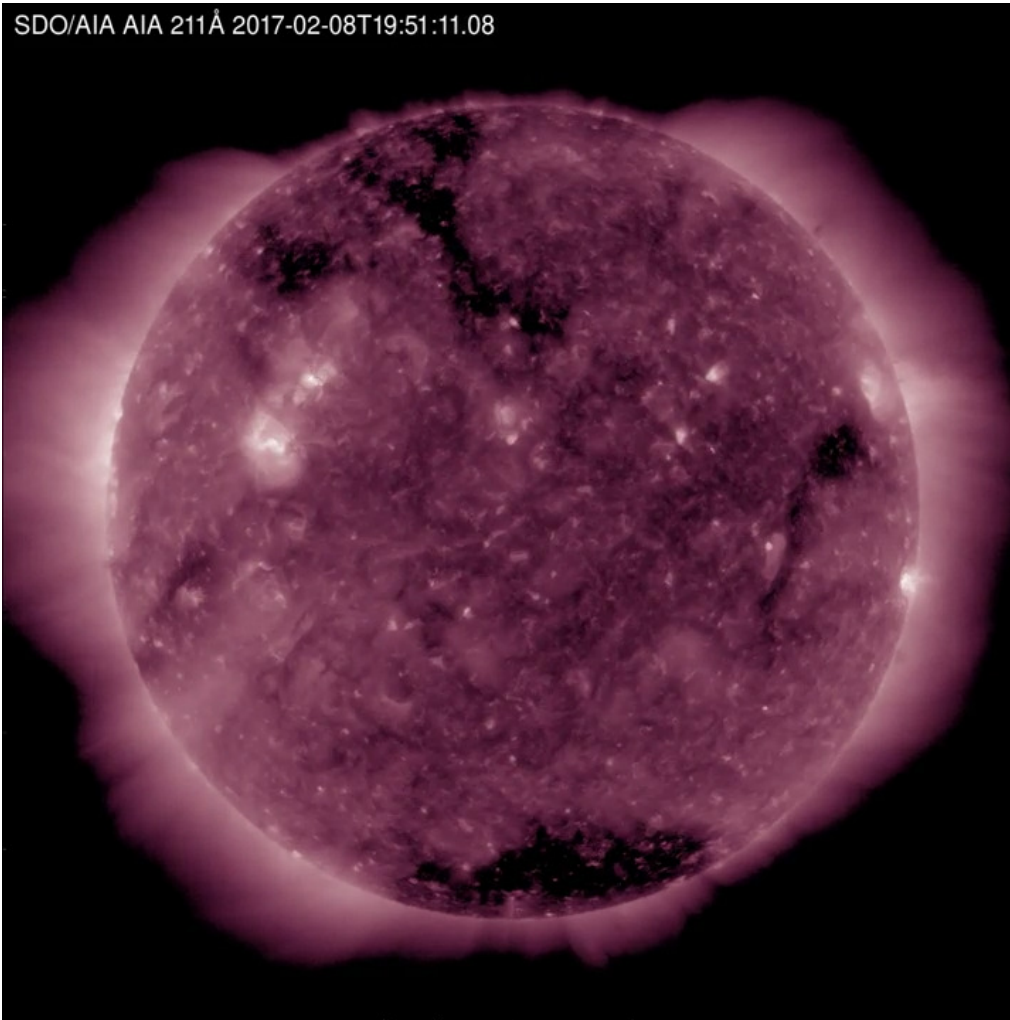
El Sol al 09 febrero TU:

Imagen más reciente, tomada por el satélite artificial SDO, muestra tres regiones activas (brillantes), dos en la región central-este y una más en la zona limbo oeste del disco solar.

Imagen: [http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest\\_1024\\_0171.jpg](http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest_1024_0171.jpg)



# Corona solar



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 09 de febrero TU:

Imagen más reciente, tomada por el satélite artificial SDO, muestra cuatro hoyos coronales: uno en la parte central-norte, uno en la parte noreste, uno en la parte central-oeste y uno más en la parte central-sur del disco solar.

Imagen: [http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest\\_1024\\_0211.jpg](http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest_1024_0211.jpg)



# Actividad solar: Fulguraciones solares



Sólo se han presentado fulguraciones nivel B, las cuales son de baja intensidad. A partir del 9 de febrero se incrementó la emisión en rayos X y se presentaron tres fulguraciones nivel C2.

Las fulguraciones no fueron intensas, por lo que si se presentan variaciones en la velocidad y densidad del viento solar en los siguientes días, debe ser atribuido a emisiones de viento solar rápido en los hoyos coronales.

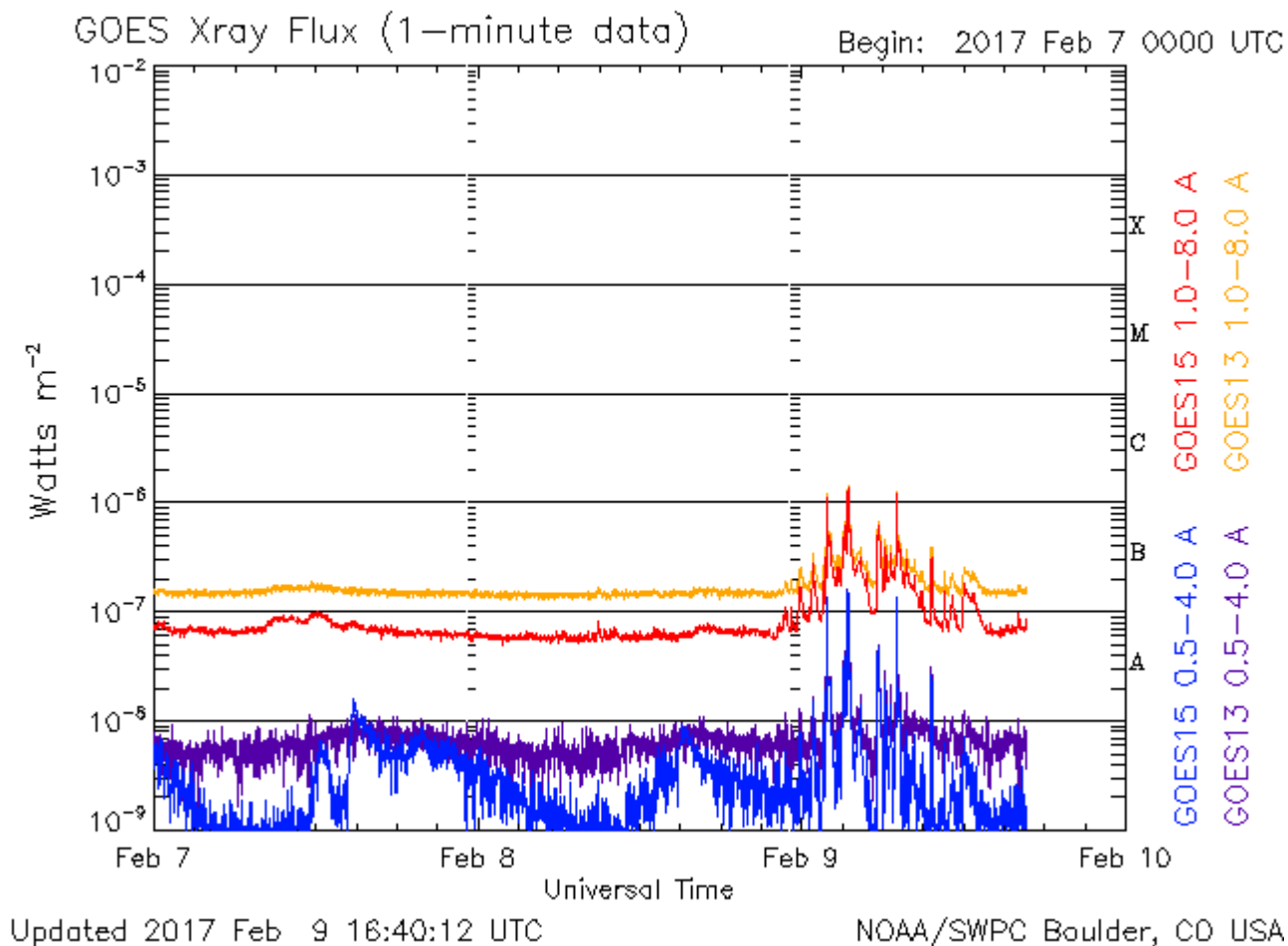


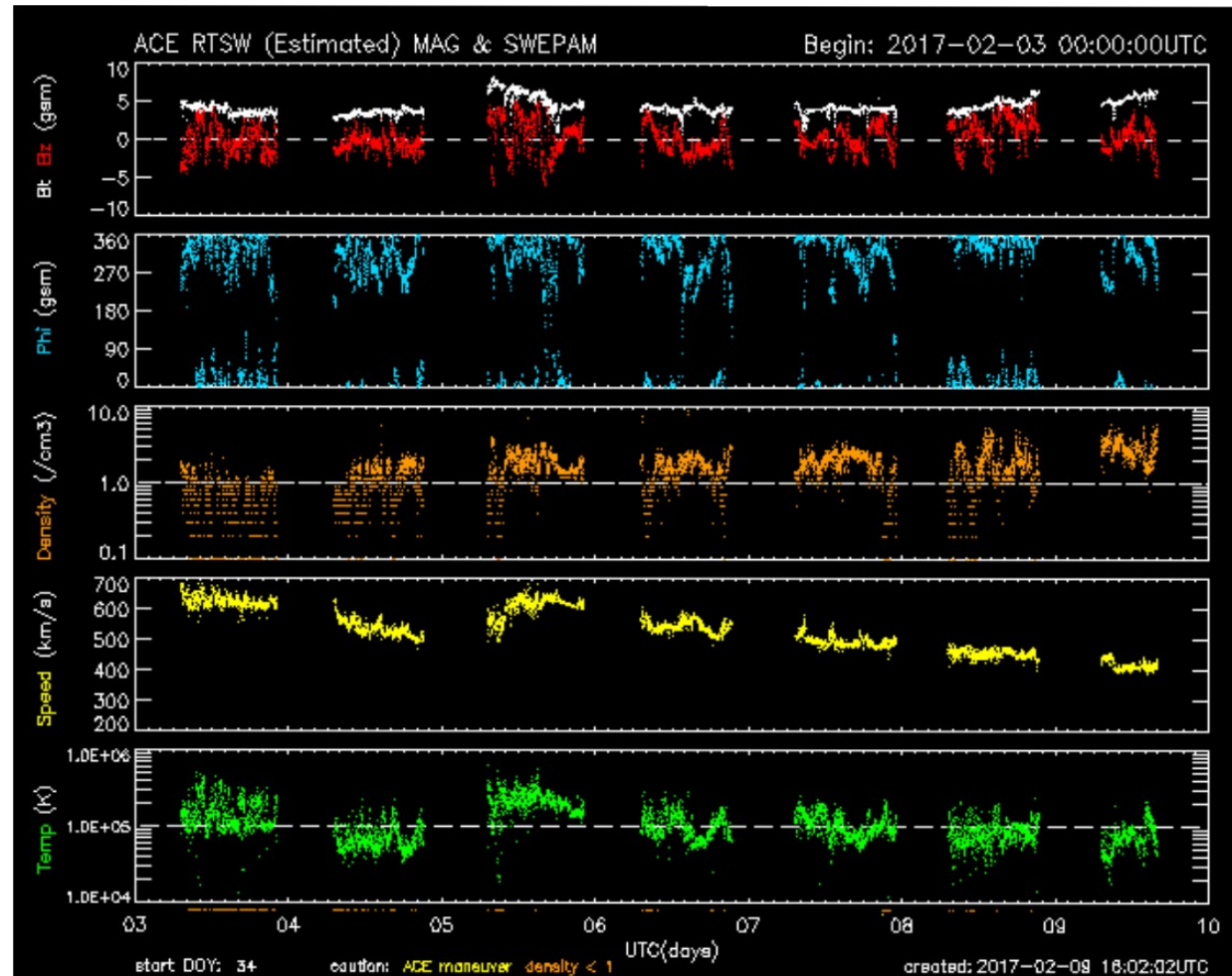
Imagen: <http://services.swpc.noaa.gov/images/goes-xray-flux.gif>

# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra



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

Se observan niveles negativos de Bz desde el 03 de febrero. La velocidad del viento solar se incrementó hasta los 700 km/seg el 03 de febrero y ha bajado hasta los 400 km/seg, mientras que la densidad se mantuvo en 10 partículas/cm<sup>3</sup>.



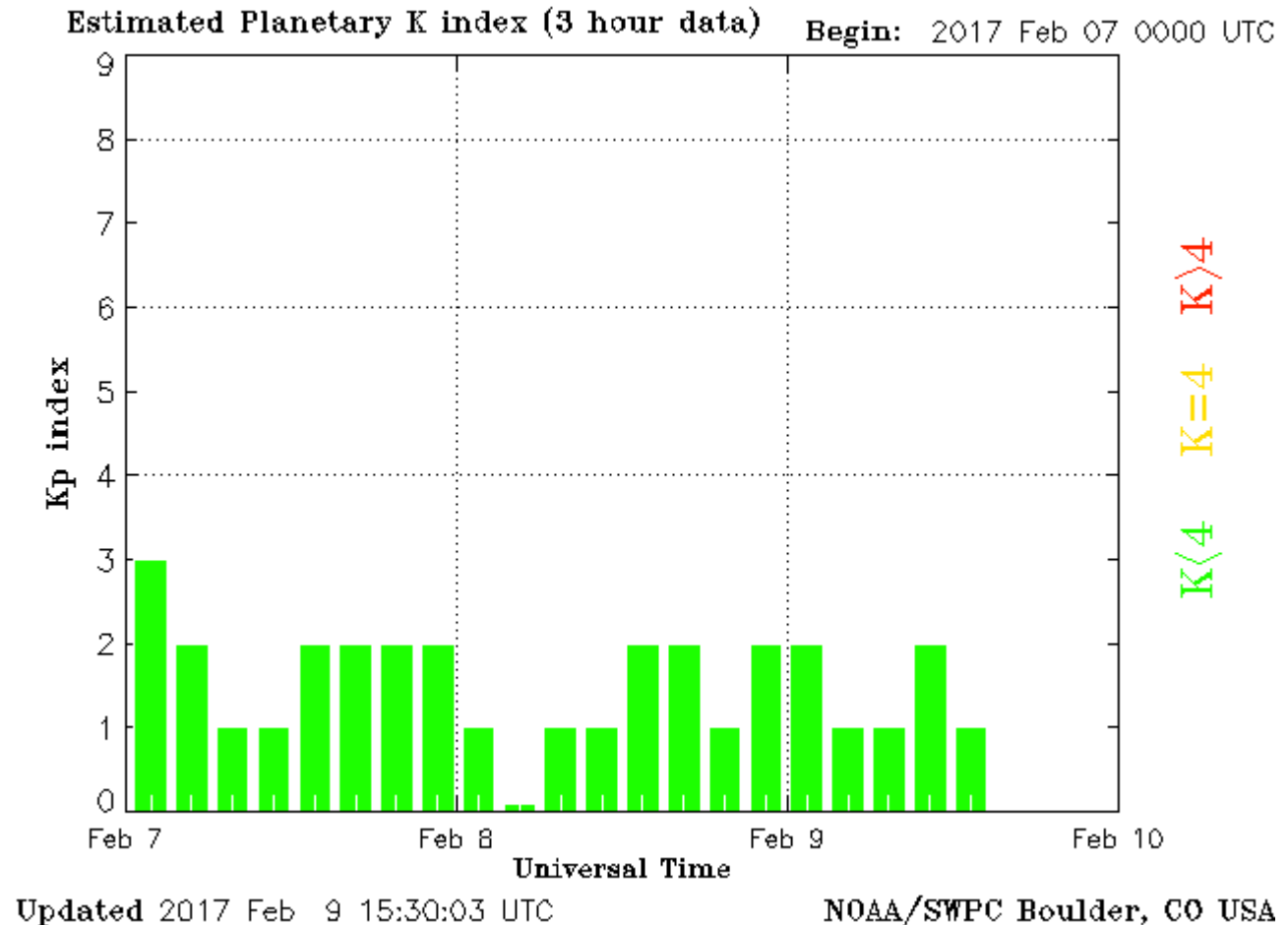
<http://www.swpc.noaa.gov/products/ace-real-time-solar-wind>

# Índice Kp: Perturbaciones geomagnéticas



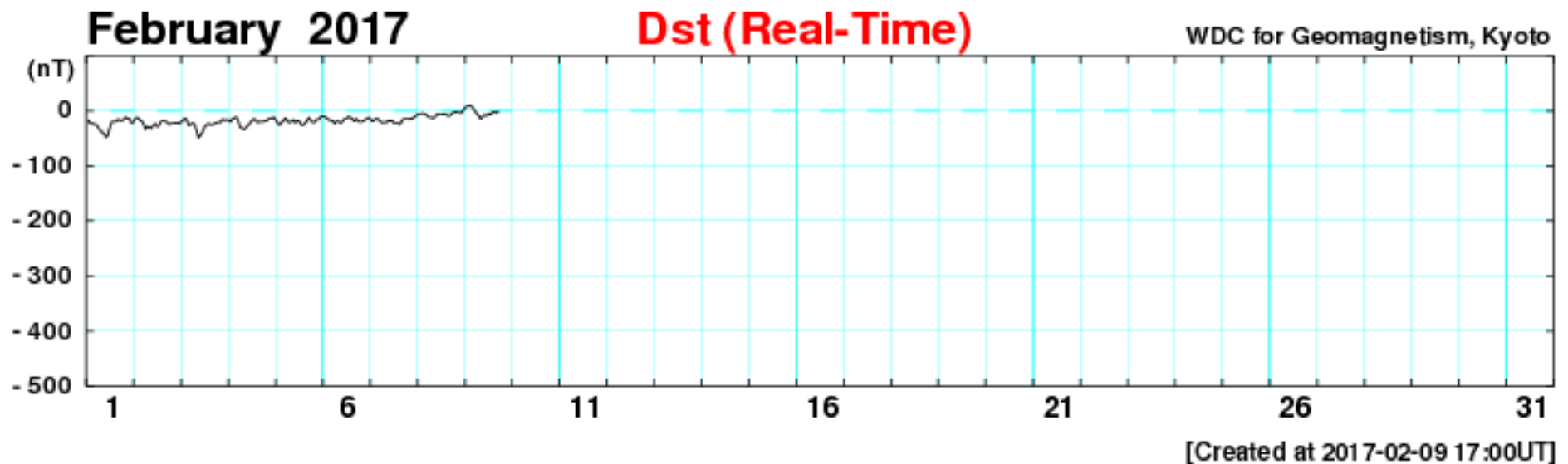
El índice planetario K (Kp) indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre a escala planetaria en intervalos de 3 horas.

Se presentaron índices  $K_p=4$  para el 02, 03 y 05 de febrero. El 07 de febrero se presentó un índice  $K_p=4$ , por lo que debemos monitorear las variaciones en el índice para los días siguientes.



<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 planetaria. Estas variaciones, en general, se deben al ingreso de partículas al ambiente espacial terrestre.

Se han presentados pequeñas perturbaciones para la semana de análisis, que no han repercutido en el ingreso de partículas a zonas ecuatoriales de forma significativa.

Imagen: [http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst\\_realtime/201507/index.html](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/201507/index.html)

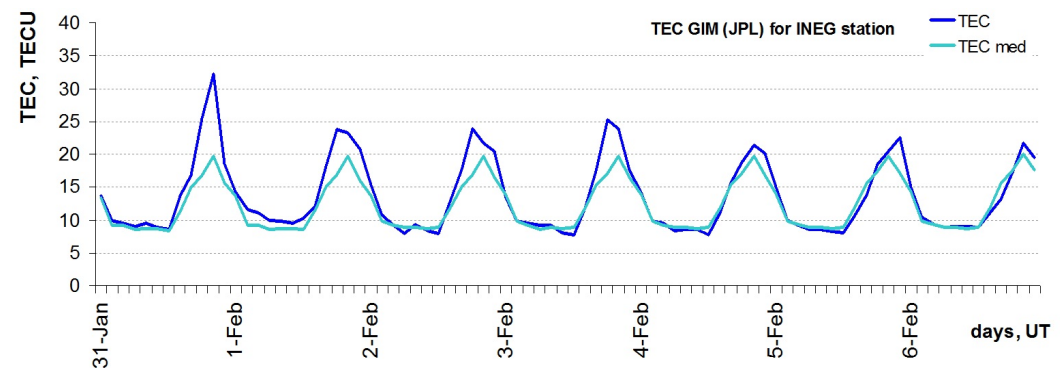


# Ionósfera sobre México: TEC en el territorio nacional

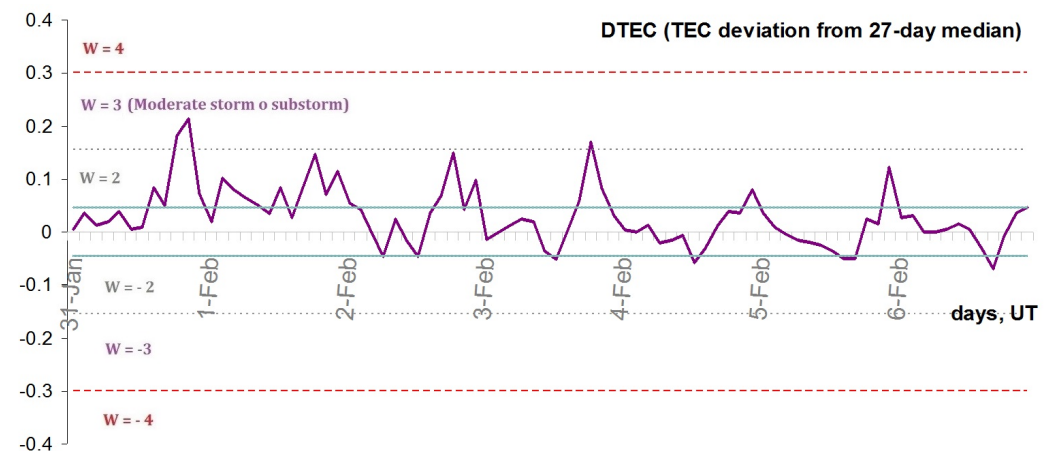


**El contenido total de electrones (TEC) es un parámetro que sirve para caracterizar el estado de la ionosfera de la Tierra.**

1.1. Serie temporal de los valores de TEC vertical y valores medianas de TEC vertical sobre México en base de GIM TEC JPL para la estación INEG (Aguas Calientes) durante 31.01-06.02.2017:



1.2. 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):

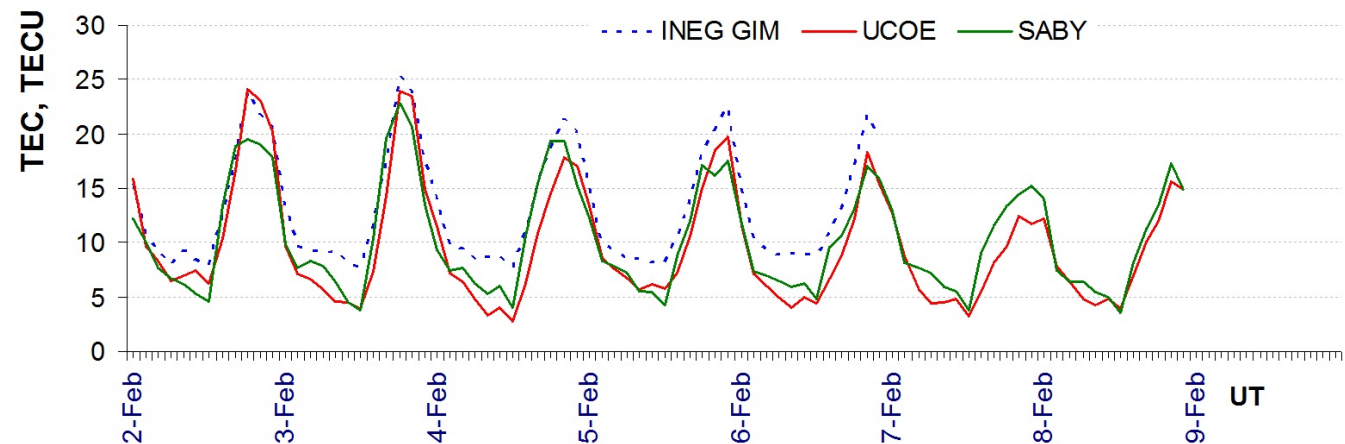
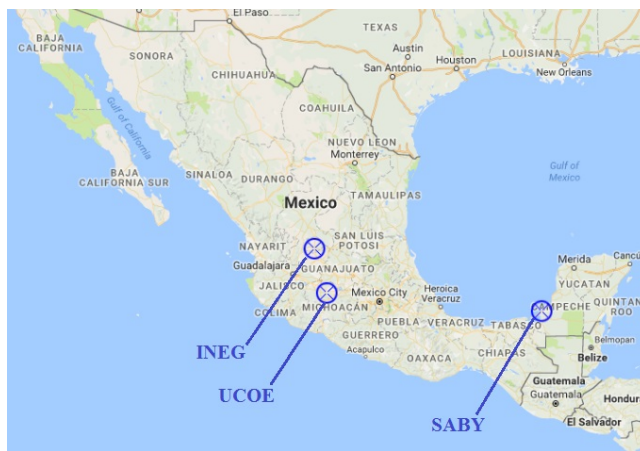


*Referencia:* Gulyaeva, T.L., F. Arikan, M. Hernandez-Pajares, I. Stanislawska. GIM-TEC adaptive ionospheric weather assessment and forecast system. *J. Atmosph. Solar-Terr. Phys.*, 102, 329-340, doi:10.1016/j.jastp.2013.06.011, 2013.

# Ionósfera sobre México: TEC en el territorio nacional



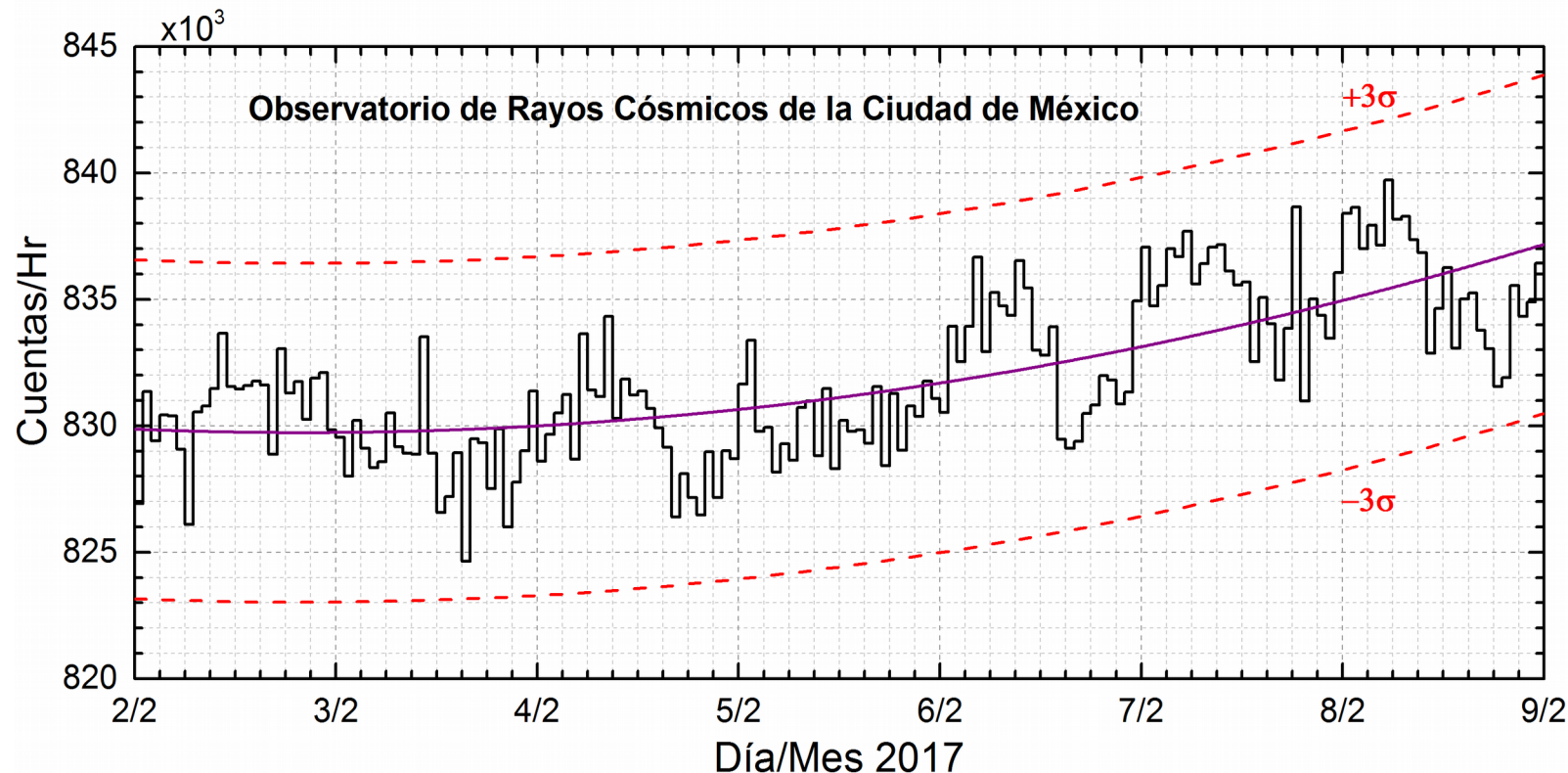
2. Serie temporal de los valores de TEC vertical durante 02-08.02.2017 en base de los datos de las estaciones locales UCOE (TLALOCNet, UNAVCO), SABY (SSN) y INEG (GIM JPL):



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

*Yu. V. Yasyukevich, A. A. Mylnikova, V. E. Kunitsyn, A. M. Padokhin. Influence of GPS/GLONASS Differential Code Biases on the Determination Accuracy of the Absolute Total Electron Content in the Ionosphere. Geomagnetism and Aeronomy, 2015, Vol. 55, No. 6, pp. 763–769, ISSN 0016\_7932.*

# Rayos Cósmicos:



Datos registrados por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. Las partículas incidentes en la posición geográfica de la Ciudad de México tienen más energía que las que ingresan en zonas cercanas a los polos, por lo que se requieren emisiones solares muy intensas para generar partículas que afecten el clima espacial.

La curva púrpura representa el promedio de los datos registrados, las líneas discontinuas rojas representan la significancia de los datos ( $\sigma$ ). Cuando se detecta un evento atribuido a los efectos de las emisiones solares en la Tierra, las cuentas de rayos cósmicos deben ser mayores a  $3\sigma$ .

En la semana del 02 al 09 de febrero de 2017, el observatorio de rayos cósmicos de la Ciudad de México no detectó incrementos significativos en las cuentas de rayos cósmicos.

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

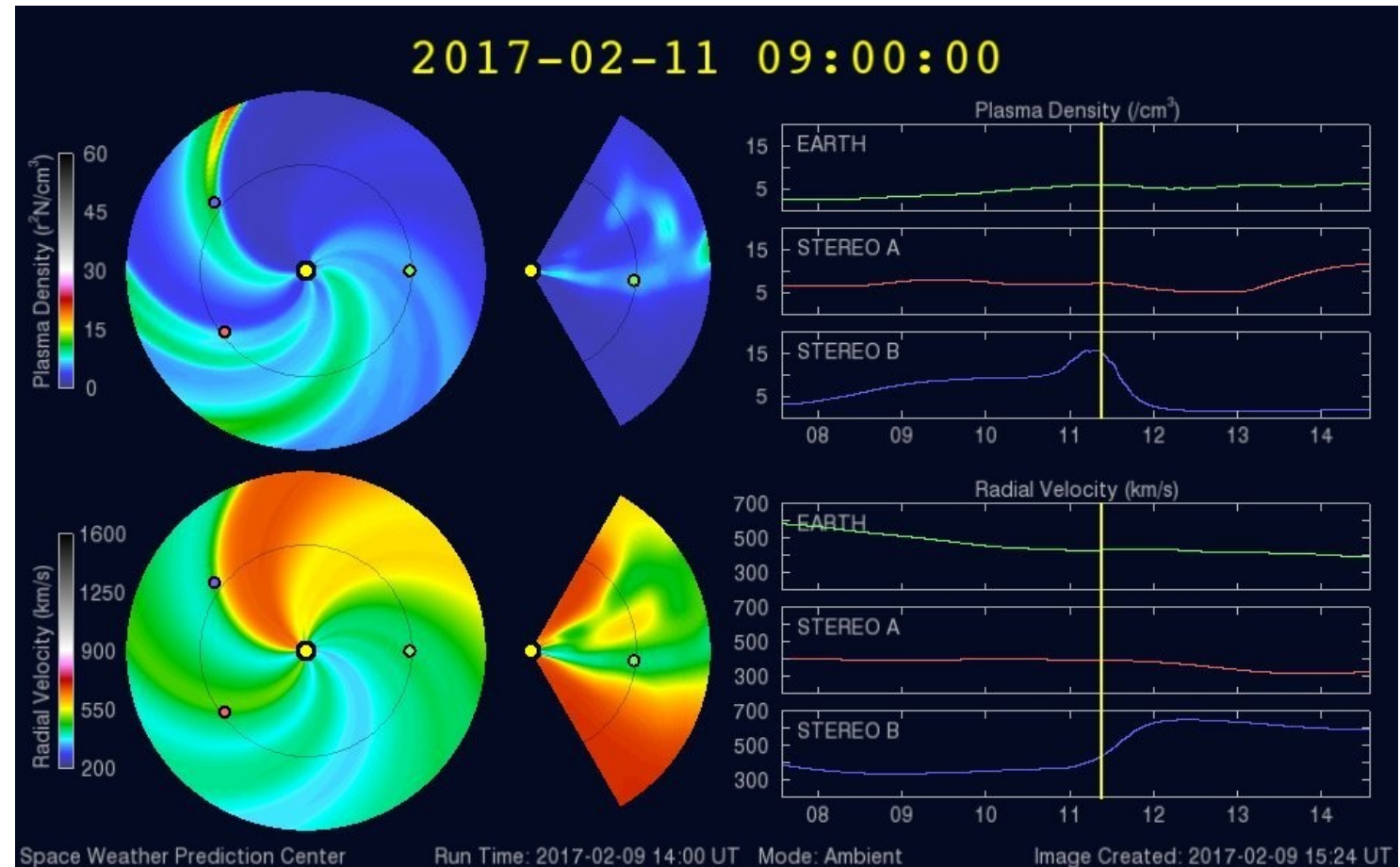
# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra



Modelo WSA-ENLIL.

Se esperan cambios poco significativos en la velocidad y densidad de viento solar para la Tierra en los próximos días.

La velocidad del viento solar puede alcanzar los 500 km/s.



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





## UNAM SCiESMEX

Dr. J. Américo González E.

Dr. Víctor De la Luz

Dr. Pedro Corona Romero

Dr. Julio C. Mejía A.

Dr. Luis Xavier González

Dr. Ernesto Aguilar R.

Dra. Maria Sergeeva

Dra. Esmeralda Romero

UNAM ENES Michoacán

Dr. Mario Rodríguez

UNAM CU

Dra. Blanca Mendoza.

Dr. José Francisco Valdés.

## MEXART

Dr. J. Américo González E.

Dr. Julio C. Mejía A.

Dr. Armando Carrillo

Ing. Ernesto Andrade

MsC Pablo Villanueva

Ing. Pablo Sierra.

Ing. Samuel Vázquez

## CALLISTO

Dr. Víctor De la Luz

Ing. Ernesto Andrade

MsC Pablo Villanueva

Ing. Pablo Sierra.

Ing. Samuel Vazquez

## RAYOS CÓSMICOS

Dr. Luis Xavier González

Dr. José Francisco Valdés

Fis. Alejandro Hurtado

Ing. Octavio Musalem

## GEOMAGNETICO

Dr. Esteban Hernandez

MsC Gerardo Cifuentes

## TEC LOCAL

Dra. Maria Sergeeva

## PRONÓSTICOS Y REPORTES ESPECIALES

Dr. Pedro Corona Romero

# Créditos



## ISES

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

Space Weather Prediction Center NOAA.

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

GOES Spacecraft NOAA.

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/satellite/goes/index.html>

SOHO Spacecraft NASA.

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

SDO Spacecraft NASA.

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

ACE Spacecraft NOAA.

<http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/index.html>

German Research Center For Geosciences Postdam.

<http://www.gfz-potsdam.de/en/sektion/erdmagnetfeld/daten-dienste/kp-index/>

Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University.

<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/index.html>