

**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



## Reporte previo, del 03 al 08 de marzo de 2017:

Se registraron dos grupos de manchas solares y se registraron fulguraciones clase B. Se emitieron 18 alertas de clima espacial: 11 alertas de tormentas geomagnéticas por el incremento del índice Kp, 7 alertas relacionadas con incrementos en el flujo de partículas (electrones). Se registró una tormenta geomagnética menor (G1) el 07 de marzo. La ionósfera presentó perturbaciones los días 01 y 02 de marzo y perturbación nocturna el 07 de marzo en el centro del país. El observatorio de rayos cósmicos de la Ciudad de México detectó incrementos significativos en las cuentas de rayos cósmicos galácticos para el día 02 de marzo. La simulación de ENLIL para la siguiente semana pronostica un viento solar lento, ligeramente enrarecido por la corriente rápida de la semana pasada.

## Resumen del reporte actual, del 08 al 16 de marzo de 2017:

Se registraron siete alertas por flujo de electrones, una cada día del 09 al 15 de marzo. El índice Kp presentó dos alertas con  $k=4$ , para el 11 y 12 de marzo.

Se presentaron dos pequeñas regiones activas, que no han generado emisiones significativas. Se registraron varios hoyos coronales, los más grandes se observan en la parte central-norte y central-este del disco solar. Estos hoyos coronales emiten viento solar rápido que puede generar perturbaciones. No se registraron fulguraciones mayores a nivel B. La ionósfera no presentó perturbaciones significativas para la semana en análisis.

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 poco intensas que no provocaron que partículas ingresaran a zonas ecuatoriales de forma significativa.

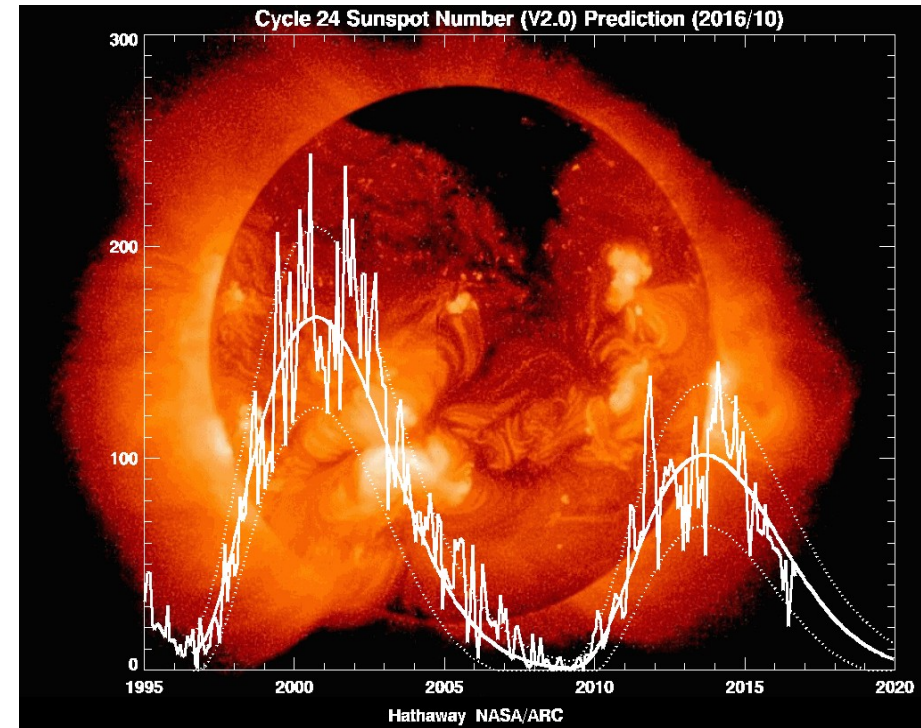
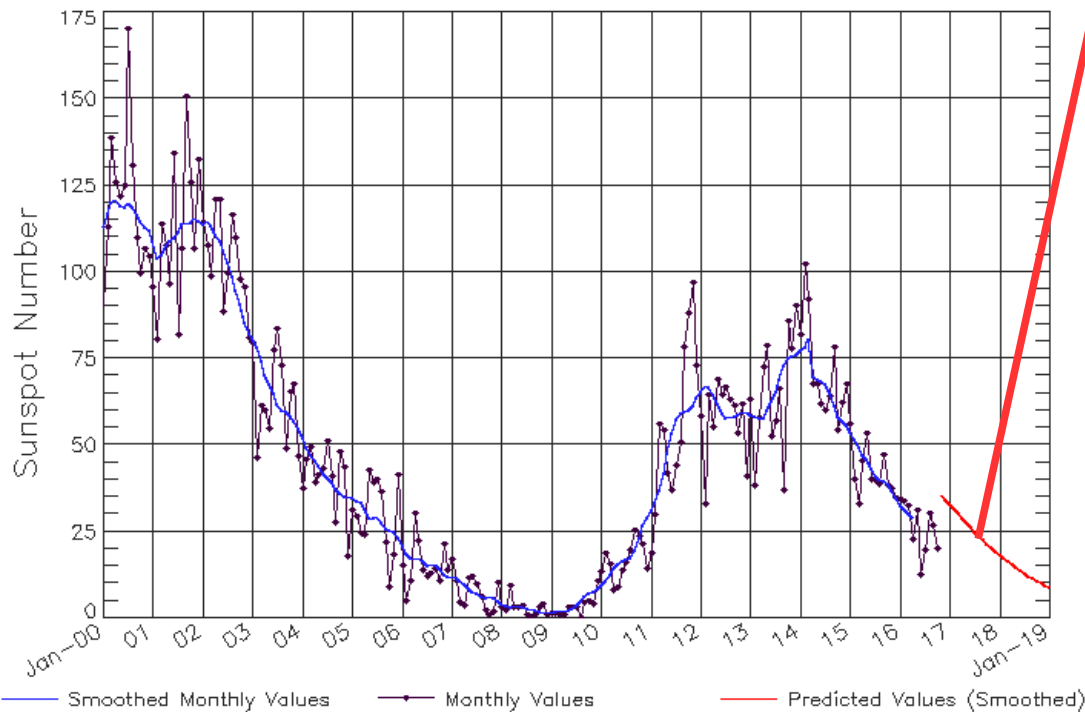
El viento solar se mantuvo con corrientes estables y se esperan variaciones poco significativas en la velocidad y densidad del viento solar para días posteriores. La velocidad del viento solar puede alcanzar los 400 km/s con densidad por debajo de 10 partículas/cm<sup>3</sup>.

# 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>

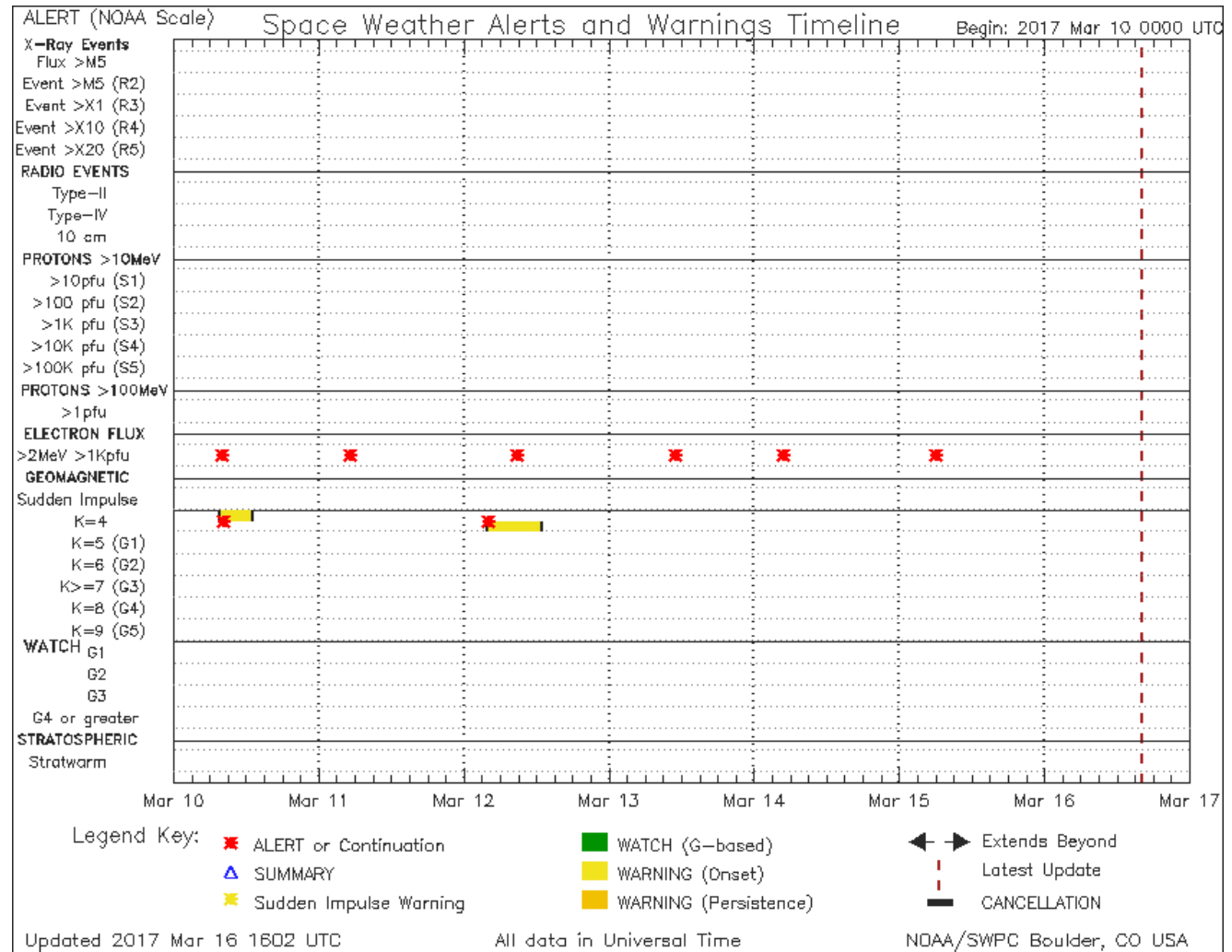


# Reporte semanal: del 08 al 16 de marzo de 2017

Cronograma de alertas reportado por NOAA durante siete días.

Se registraron siete alertas por alto flujo de electrones del 09 al 15 de marzo. El índice Kp presentó dos alertas para el 10 y 12 de marzo 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.



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

# Fotósfera solar

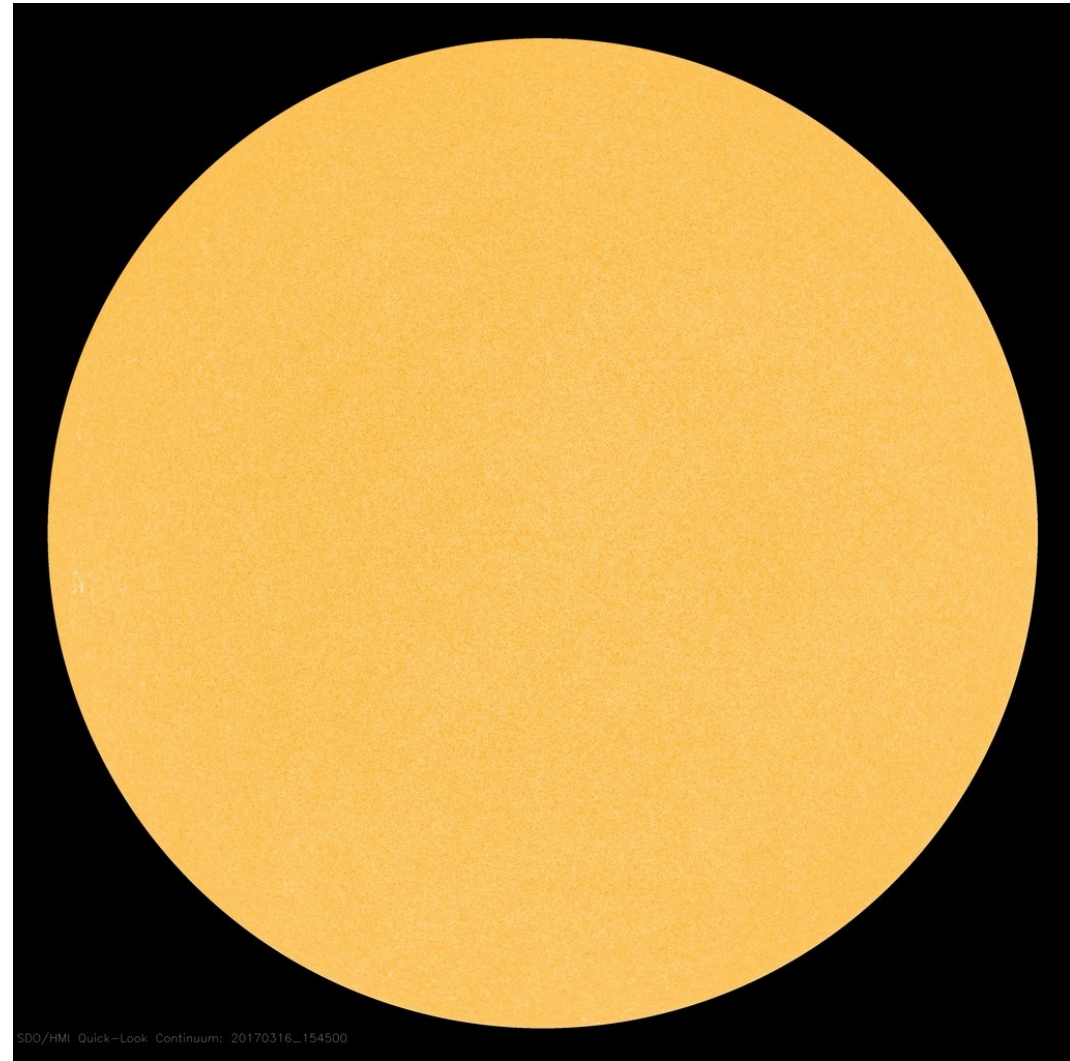


Se observan las manchas solares: regiones donde escapan intensos campos magnéticos.

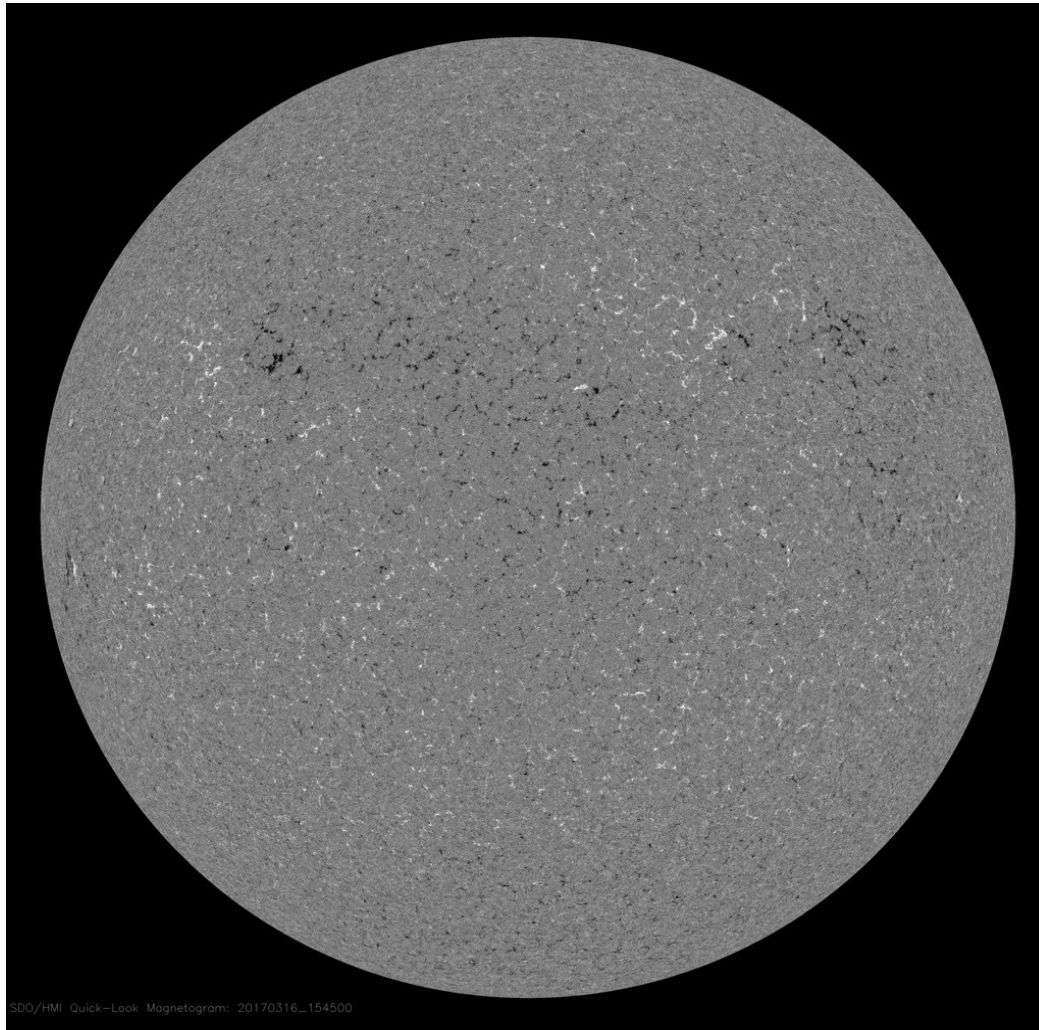
Estas manchas están relacionadas con los fenómenos de la actividad solar.

Disco solar para el 16 de marzo TU. No se observan regiones activas, ni manchas en el disco solar.

<http://sohowww.nascom.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.

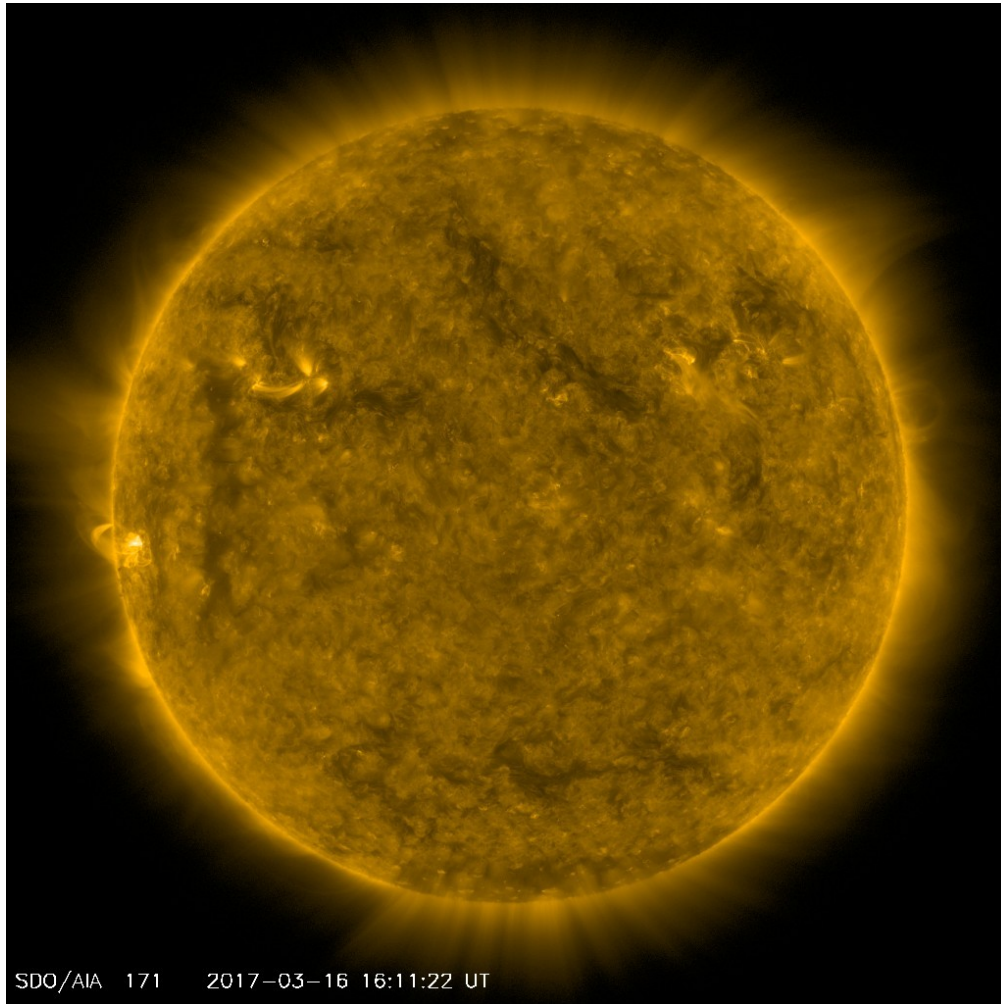
Las regiones de color blanco (negro) son zonas por donde surgen (sumergen) líneas de campo magnético.

El Sol al 16 de marzo TU:

El magnetograma tomado por el satélite artificial SDO, no muestra fuentes ni sumideros en el disco solar, lo que muestra una muy baja actividad.

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

# Atmósfera solar y regiones activas



SDO/AIA 171 2017-03-16 16:11:22 UT

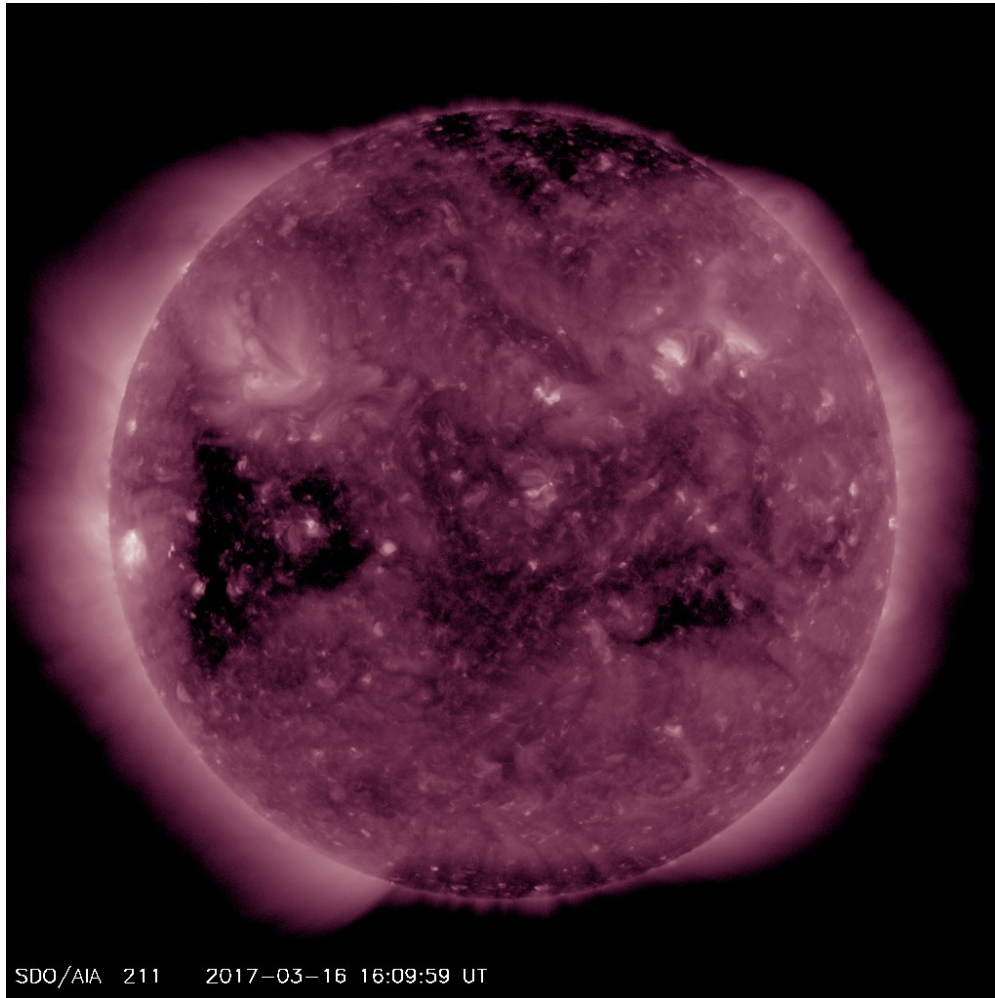
El Sol en rayos X suaves (171 Å). La emisión de Fe IX y X revela la estructura magnética en la región de la atmósfera solar llamada corona solar que se encuentra a 630,000 K.

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 16 marzo TU:

Imagen más reciente, tomada por el satélite artificial SDO, muestra dos lazos (zonas brillantes) en la región central-este del disco solar, las cuales no se observan en el magnetograma y fotosfera.

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)



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 16 de marzo TU:

Imagen más reciente, tomada por el satélite artificial SDO, muestra varios hoyos coronales: los más grandes se observan en la parte central-norte y central-este 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)

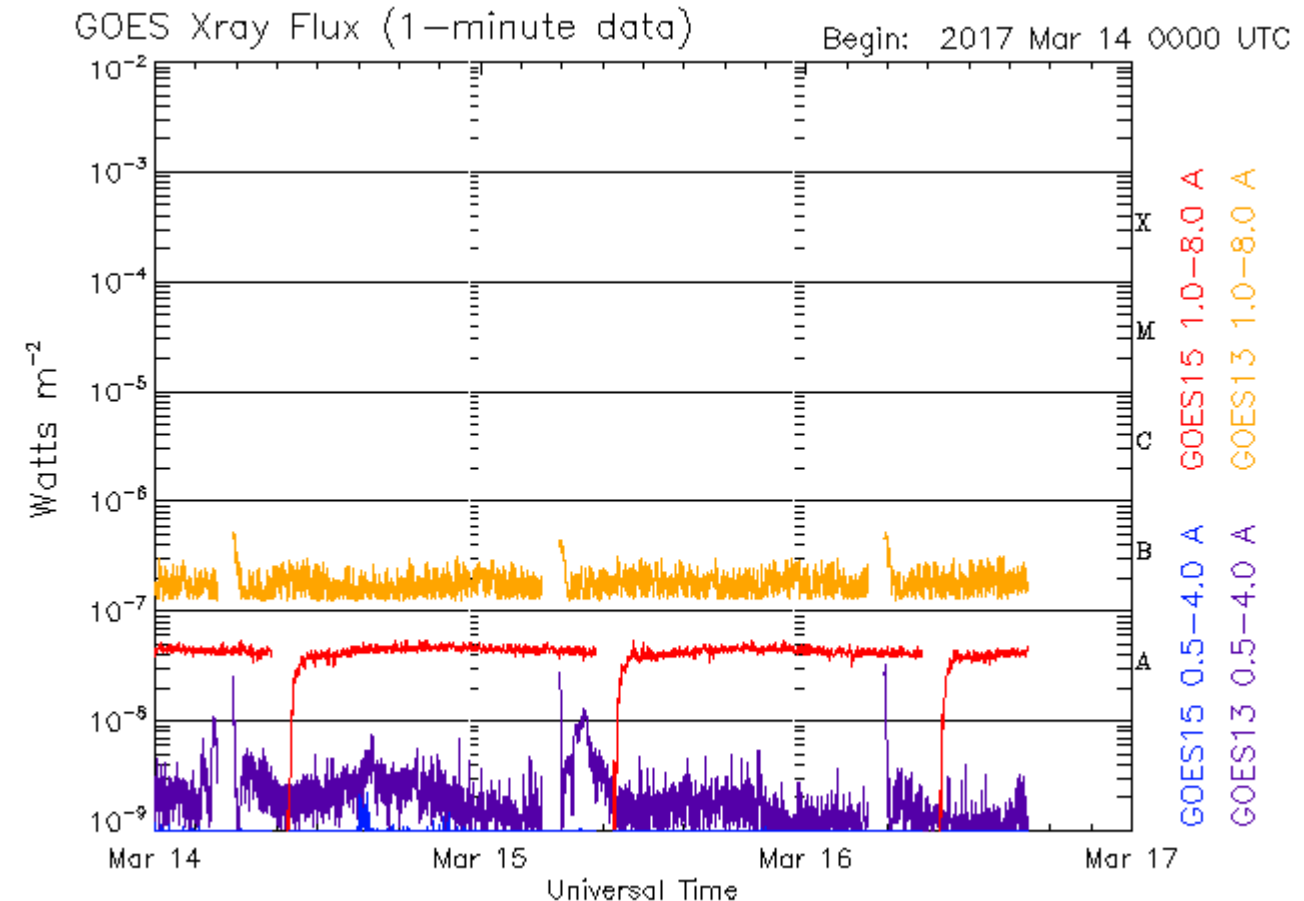


# Actividad solar: Fulguraciones solares



Sólo se han presentado fulguraciones nivel B, las cuales son de baja intensidad. Durante la semana en análisis, las emisiones en rayos X han sido de muy baja intensidad, sin pasar el nivel B.

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.



Updated 2017 Mar 16 16:19:12 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

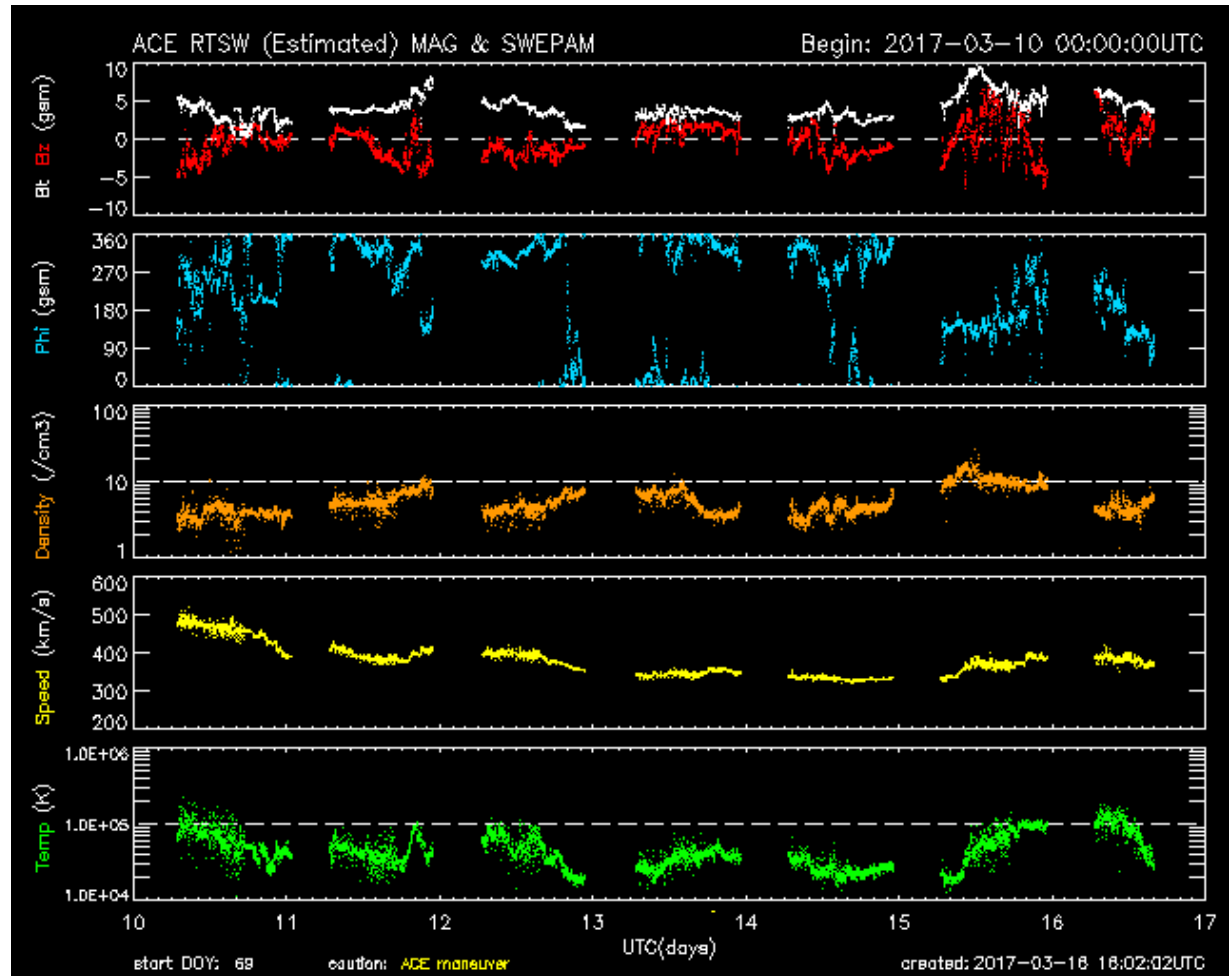
Imagen: <http://services.swpc.noaa.gov/images/goes-xray-flux.gif>

# 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 10 de marzo. La velocidad del viento solar bajó hasta los 300 km/seg el 14 y 15 de marzo y se ha incrementado a 400 km/seg el 16 de marzo. La densidad presentó niveles por debajo de 10 partículas/cm<sup>3</sup>.



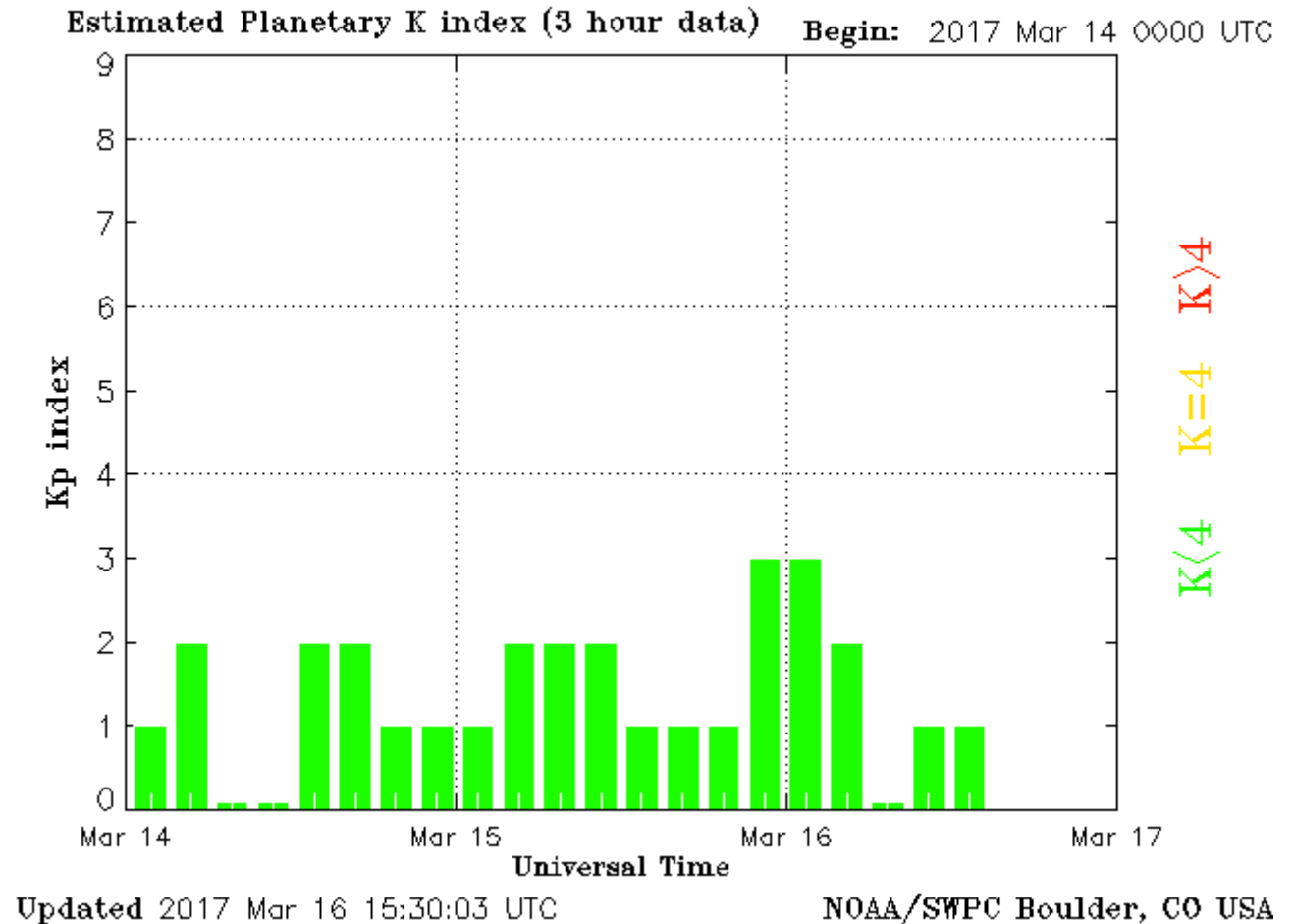
<http://www.swpc.noaa.gov/products/ace-real-time-solar-wind>

# Índice Kp: Perturbaciones geomagnéticas



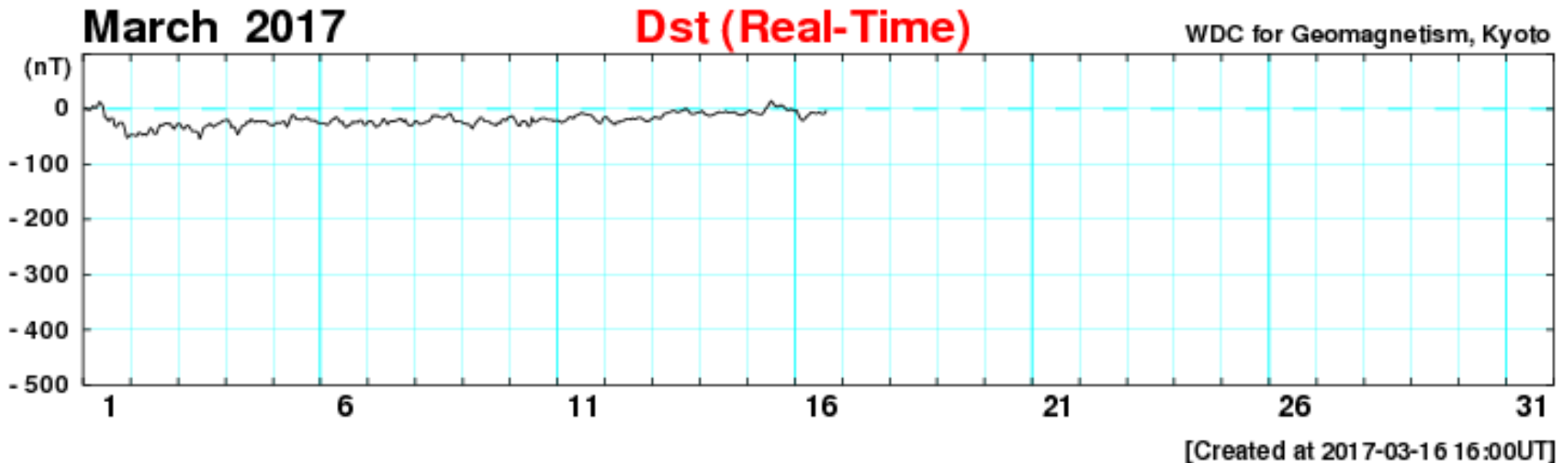
El índice planetario K (Kp) indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre a escala planetaria en intervalos de 3 horas.

Durante la semana de análisis el índice Kp se ha mantenido por debajo de Kp=3, con excepción del 11 y 12 de marzo, donde se incrementó a Kp=4.



<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.

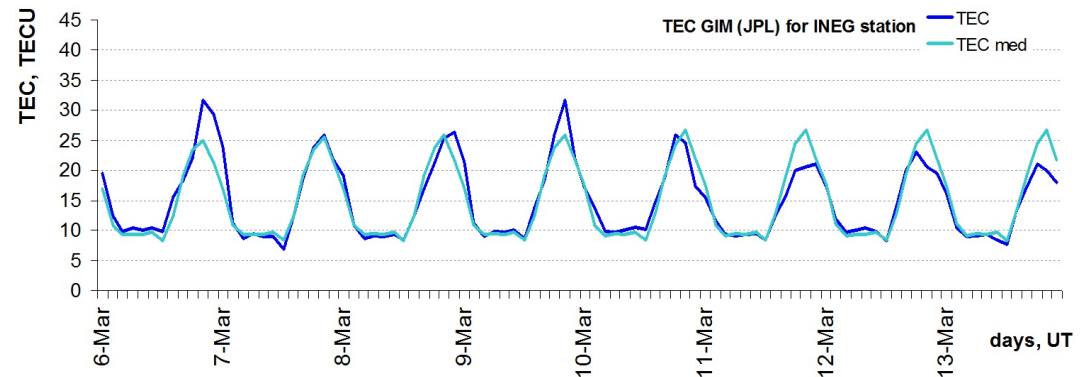
Imagen: [http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst\\_realtime/201507/index.html](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/201507/index.html)

# Ionosfera sobre México (datos globales):

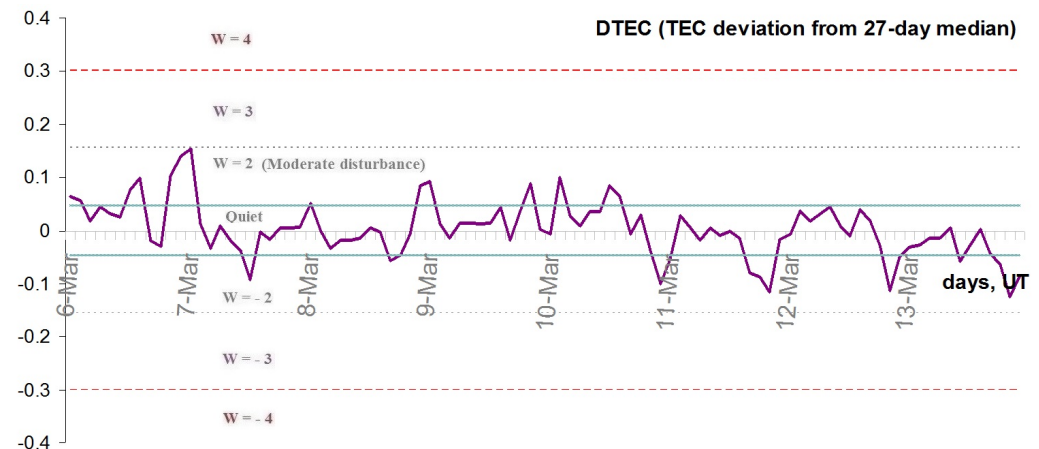


**El contenido total de electrones (TEC) es un parámetro que sirve para caracterizar el estado de la ionosfera de la Tierra.**

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 06-13.03.2017:



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):

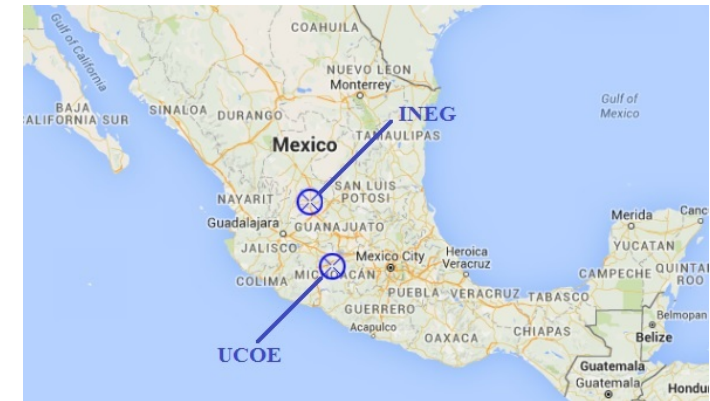
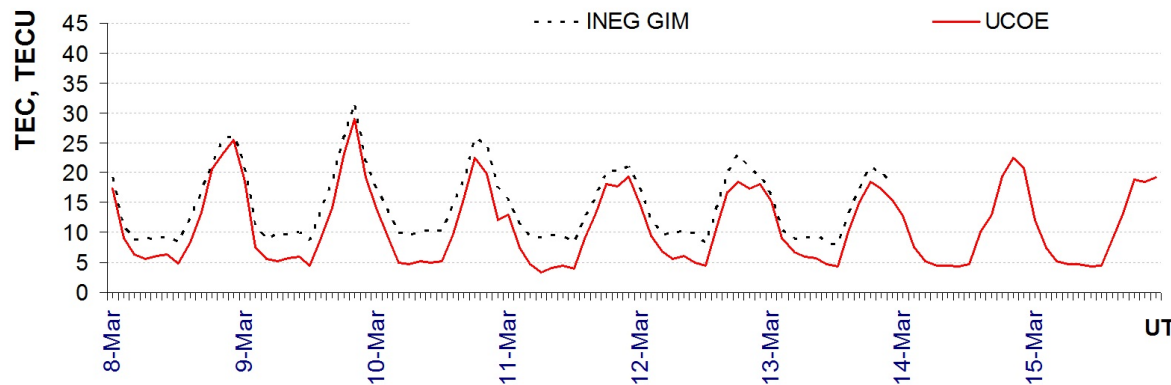


*Referencia: Gulyaeva, T.L., F. Arikian, M. Hernandez-Pajares, I. Stanislawska. GIM-TEC adaptive ionospheric weather assessment and forecast system. J. Atmosph. Solar-Terr. Phys., 102, 329-340, doi:10.1016/j.jastp.2013.06.011, 2013.*

# Ionósfera sobre México (datos locales):



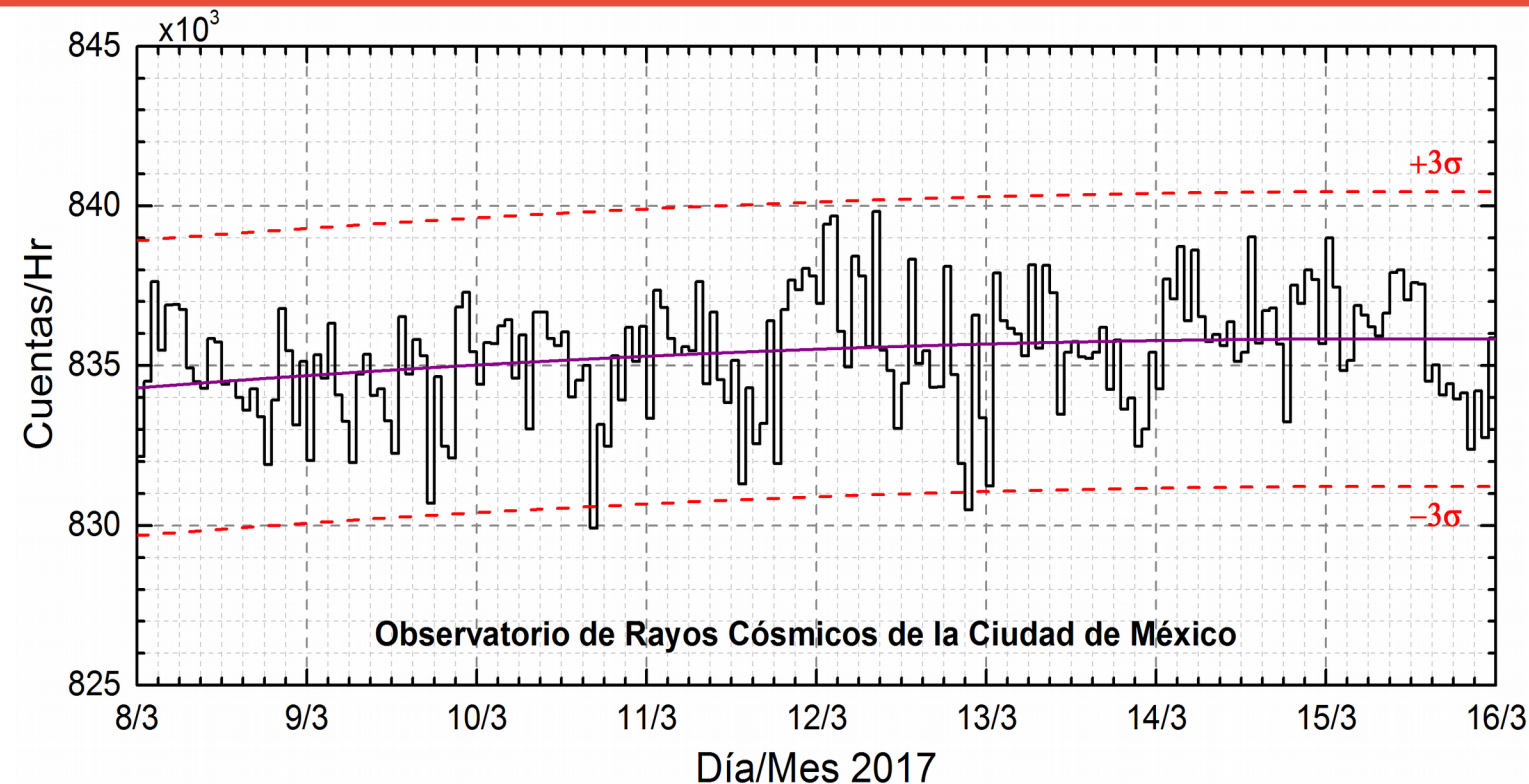
2. Serie temporal de los valores de TEC vertical durante 08.03-15.03.2017 en base de los datos de la estación local UCOE (TLALOCNet, UNAVCO) y de la estación INEG (GIM JPL):



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. La curva púrpura representa el promedio de los datos registrados, las líneas discontinuas rojas representan la significancia de los datos ( $3\sigma$ ). Cuando se registran variaciones mayores a  $3\sigma$ , es probable que estas sean debidas a los efectos de emisiones solares en flujo de rayos cósmicos.

En la semana del 08 al 16 de marzo, el observatorio de rayos cósmicos de la Ciudad de México no detectó incrementos significativos ( $>3\sigma$ ) en las cuentas de rayos cósmicos galácticos.

Los rayos cósmicos que ingresan a la posición geográfica de la Ciudad de México requieren una energía de al menos 8.2GV (rigidez umbral), cuando las líneas de campo geomagnético no están perturbadas. Cuando se presenta una tormenta geomagnética se afecta la intensidad de las líneas de campo magnético terrestre y varía esta rigidez.

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

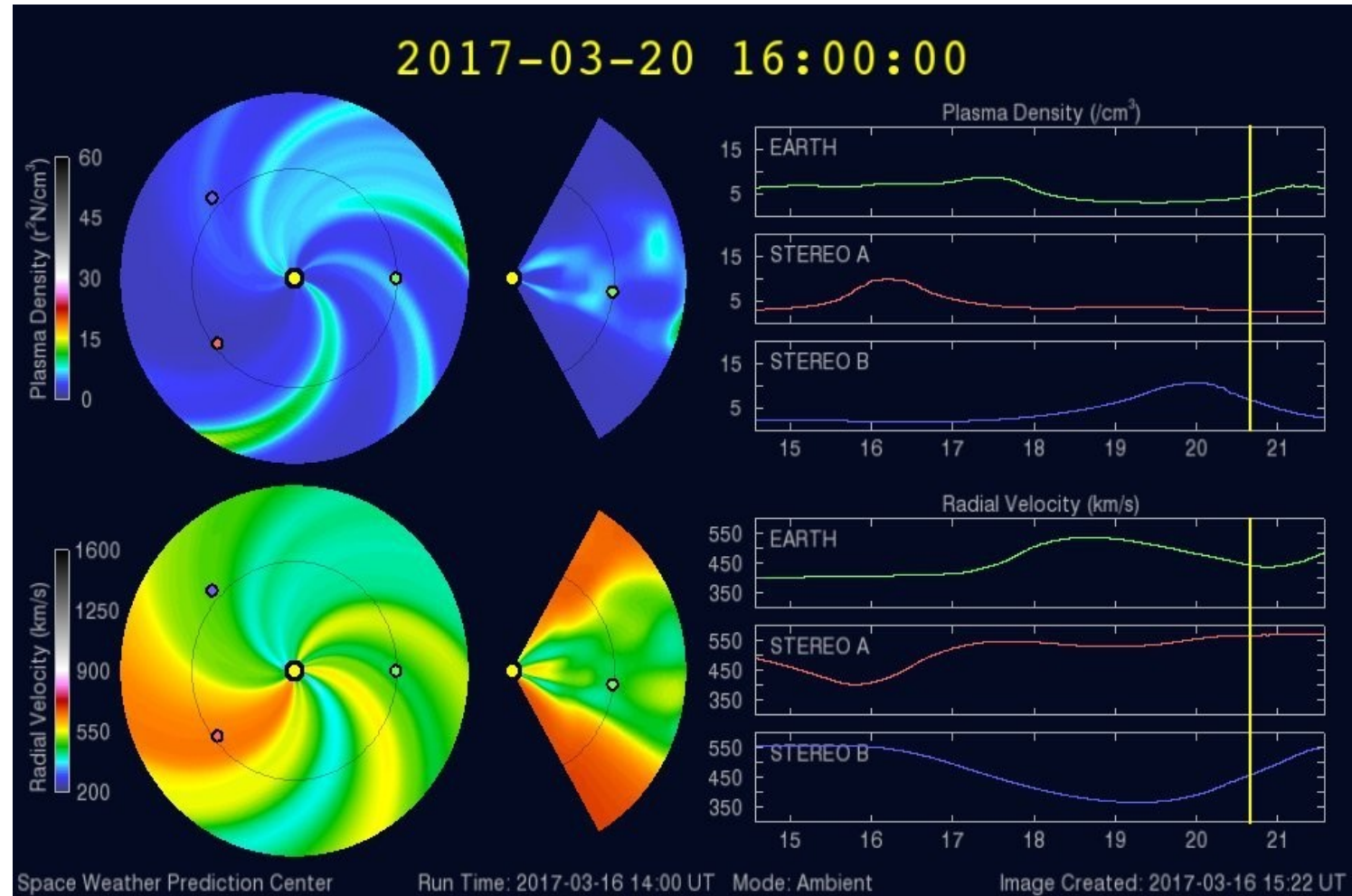
# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra



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 400 km/s con baja densidad.



<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 REPORTEES 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>