

# LANCÉ

Servicio Clima Espacial

# Reporte Semanal

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



**AEM**  
AGENCIA ESPACIAL MEXICANA



**CENAPRED**  
CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES

# Reporte semanal: del 24 de febrero al 02 de marzo de 2023

## CONDICIONES DEL SOL

**Regiones Activas (RA):** 9 – 13230, 13234, 13236, 13238, 13239, 13240, 13241, 13235 y 13237.

**Hoyos coronales:** 3, de los cuales uno es el más predominante y está sobre el disco solar.

**Fulguraciones solares:** 3 clase M y múltiples clase C.

**Eyecciones de masa coronal:** Se registraron 53 EMCs. 1 tipo halo (ancho > 90°).

## CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO

Esta semana se registró una estructura compleja: región de interacción entre corrientes (RIC) + eyección de masa coronal (EMC).

## ESTALLIDOS DE RADIO

Se detectaron 35 estallidos de radio Tipo III, 2 tipo II, 1 Tipo V, 2 Tipo IV y 2 Tipo I (también conocidos como CTM).

## CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA

**Índice K local y global:** Se registró una tormenta geomagnética clase G3 (K=7) entre el 26 y el 28 de febrero.

**Índice Dst y DH:** Se registró actividad geomagnética moderada e intensa en los índices DH y Dst respectivamente entre los días 26 y 28 de febrero.

## CONDICIONES DE LA IONOSFERA

Se registró una tormenta ionosférica positiva moderada.

## CONDICIONES DE RAYOS CÓSMICOS SOBRE MÉXICO

Del 24 de febrero al 2 de marzo continuó el registro del decrecimiento Forbush que inició el 15 de febrero.

### PRONÓSTICOS

#### **Viento solar:**

ENLIL pronostica corrientes de viento solar promedio con velocidades de que oscilarán entre los 350 km/s y 450 km/s para los próximos cinco días.

#### **Fulguraciones solares:**

Probabilidad moderada de fulguraciones clase M.

#### **Tormentas ionosféricas:**

Baja probabilidad de perturbaciones ionosféricas severas.

#### **Tormentas geomagnéticas:**

Probabilidad moderada de perturbaciones geomagnéticas significativas.

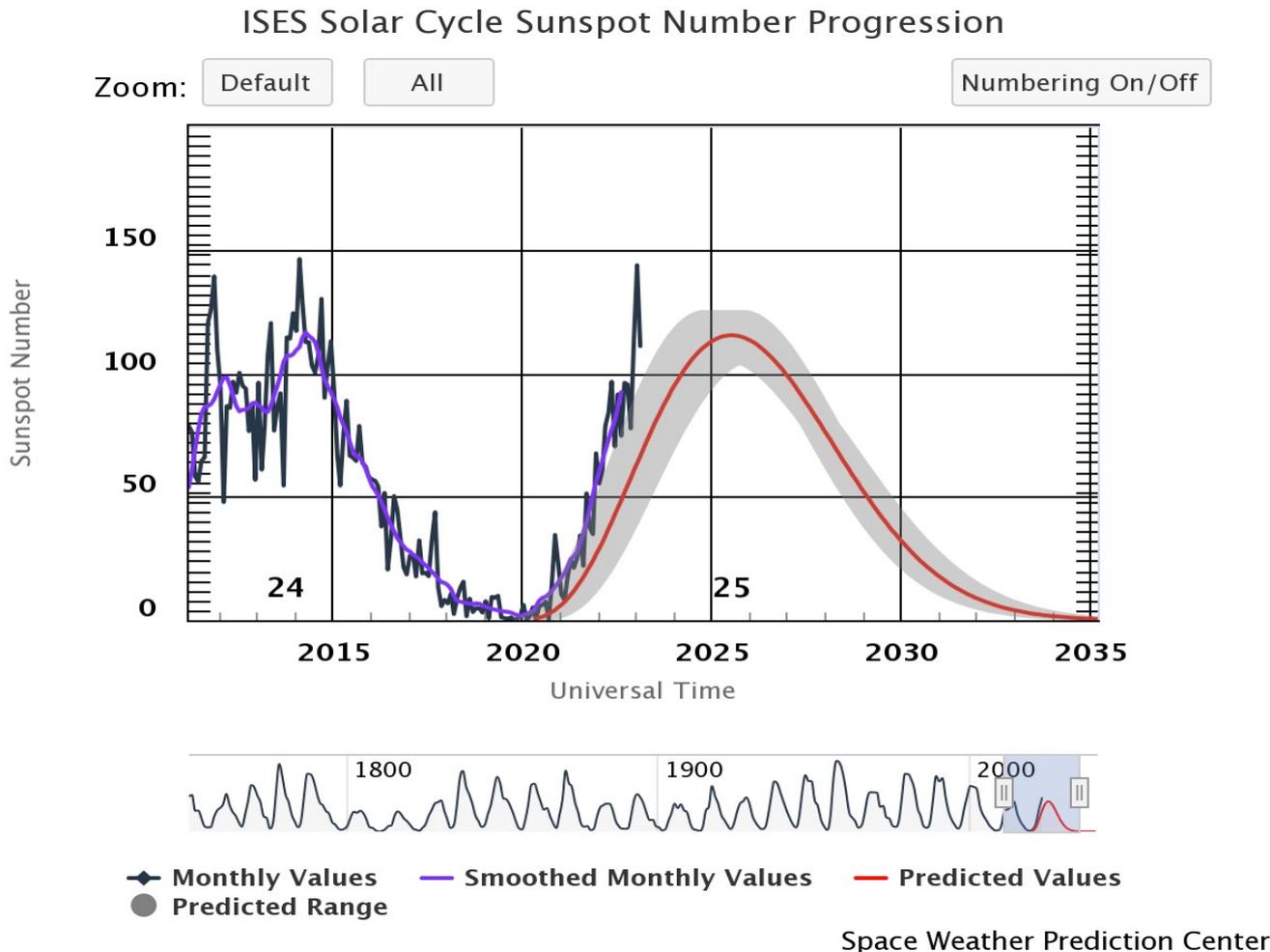
#### **Tormentas de radiación solar:**

Baja probabilidad de tormentas de radiación severas.

#### **Eventos de partículas energéticas:**

Baja probabilidad de eventos de partículas energéticas significativos.

# Ciclo de manchas solares y la actividad solar



La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde 2009, cubriendo el ciclo solar 24 y la predicción de cómo se espera el ciclo 25.

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

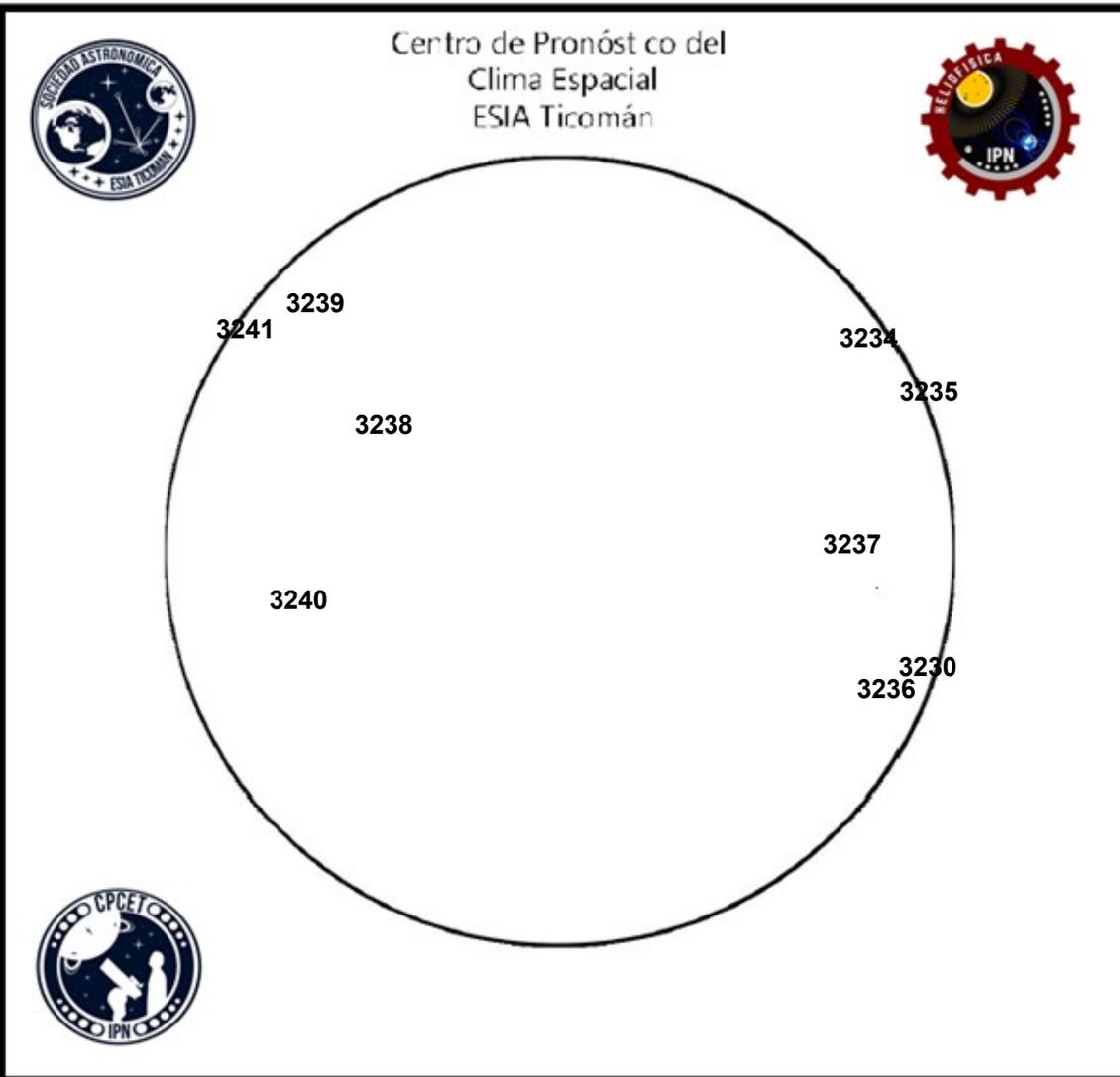
Estamos en la fase ascendente del ciclo solar 25.

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

# Número de Wolf

# LANCÉ

Laboratorio Nacional  
de Clima Espacial



El número de Wolf es un valor que permite evaluar numéricamente la actividad solar mediante el conteo de manchas solares ubicadas sobre la superficie del Sol. Este se calcula a partir de la fórmula desarrollada por Rudolf Wolf en 1849:

$$W=k(10*G+F)$$

Donde:

K= Es un factor de corrección que depende de cada observatorio.

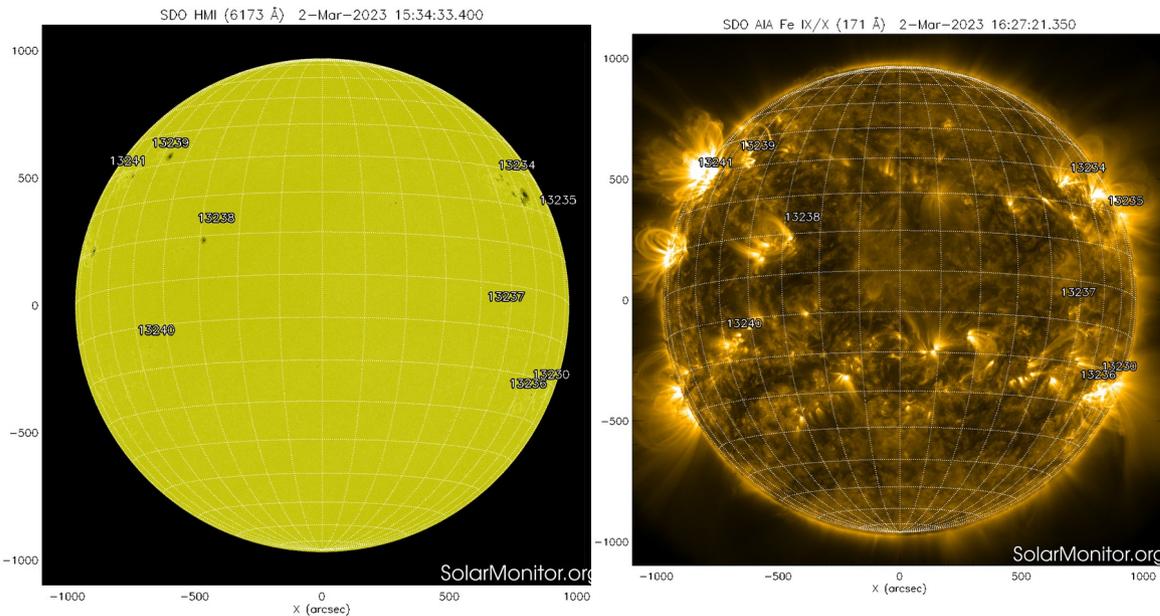
F= Cantidad total de manchas solares visibles sobre el disco solar.

G= Cantidad de grupos manchas solares visibles sobre el disco solar.

Número de Wolf máximo esta semana: **191**

Durante esta semana se pudieron observar nueve regiones activas en la superficie del Sol. Estas fueron la 3230, 3234, 3235, 3236, 3237, 3238, 3239, 3240 y 3241 con coordenadas S23W82, N25W59, N19W83, S27W67, S08W48, N09E26, N30E46, S16E45 y N27E64 respectivamente.

# Atmósfera solar y las capas solares



Las imágenes del satélite SDO del 02 de marzo de 2023 muestran manchas solares, las cuales tienen asociadas nueve regiones activas: 13230, 13234, 13236, 13238, 13239, 13240, 13241, 13235, 13237. En la imagen de rayos X suaves (derecha), se observan las zonas brillantes asociadas a las regiones activas mencionadas anteriormente.

<https://www.solarmonitor.org>

El Sol hoy visto en dos longitudes de onda que muestran la fotosfera y la corona.

A la izquierda: 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. A la derecha: El Sol en rayos X suaves (171 Å). La emisión de Fe IX/X revela la estructura magnética en la alta corona que se encuentra a 1,000,000 K. Los hoyos coronales (regiones oscuras) son regiones de campo magnético solar localmente abierto. Son fuente de las corrientes de viento solar rápido.



# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra

## Modelo numérico WSA-ENLIL.

Al día de hoy 02 de marzo de 2023, el modelo pronostica el arribo de corrientes de viento solar promedio con velocidades que varían entre los 350 km/s y los 450 km/s para los días siguientes. No se pronostica el arribo de alguna EMC los próximos cinco días.

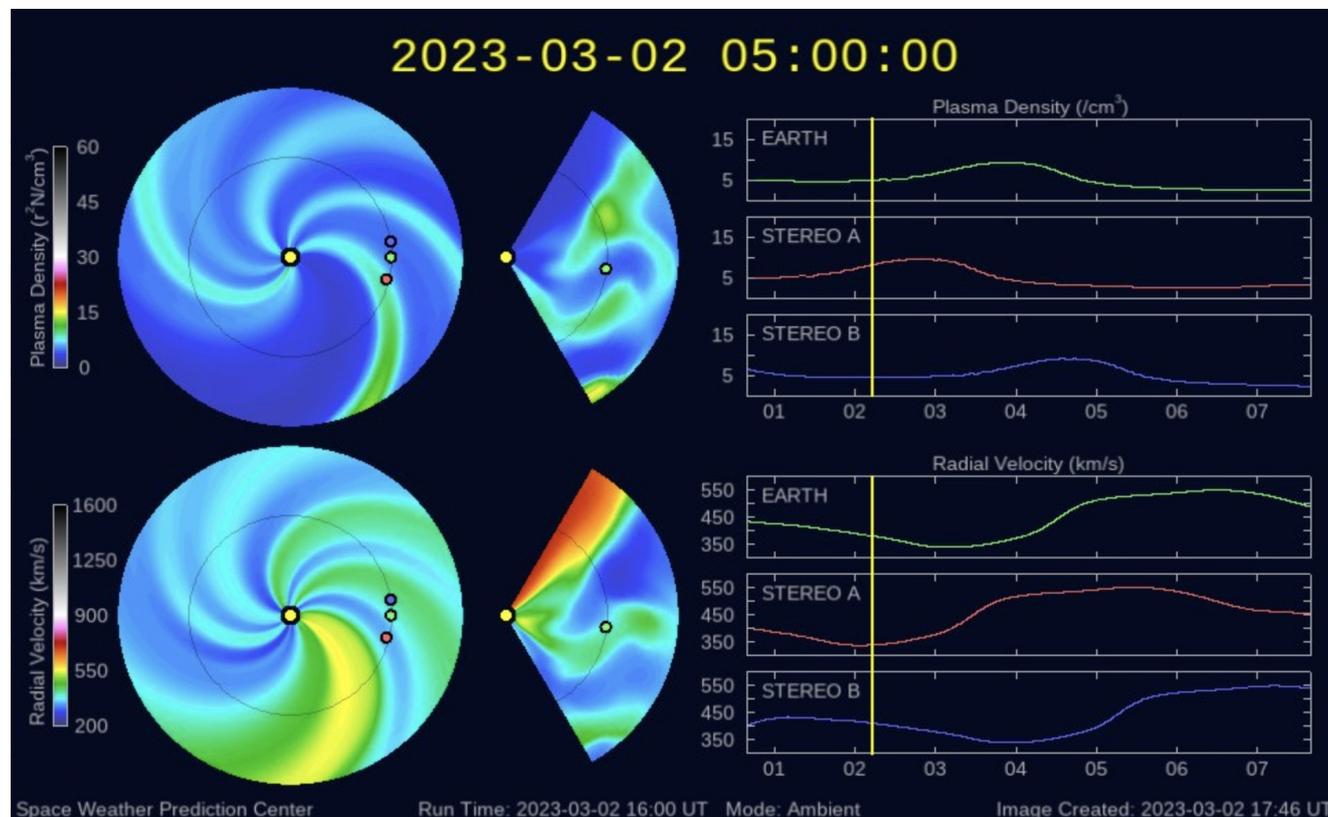


Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

# Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar

Esta semana se registró una estructura compleja: región de interacción entre corrientes (RIC) + eyección de masa coronal (EMC) (ver área sombreada en gris en imagen 2). La EMC se generó en la región activa AR13229 y el viento solar rápido se originó en el hoyo coronal localizado en latitudes bajas (ver AR13229 y la región oscura, respectivamente en imagen 1). La estructura compleja generó actividad geomagnética:  $K_p=7$  y  $Dst=-138$  nT.

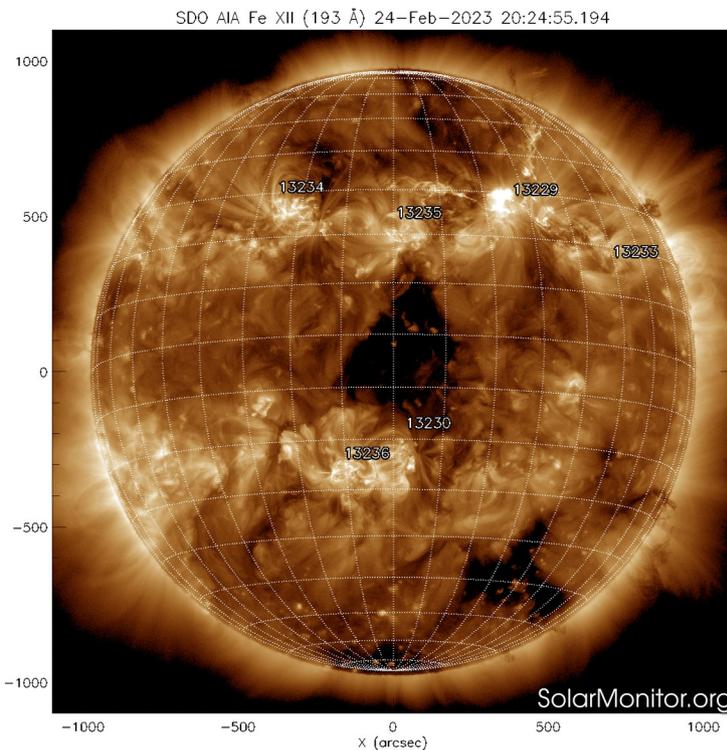


Imagen 1: <https://sdo.gsfc.nasa.gov/>

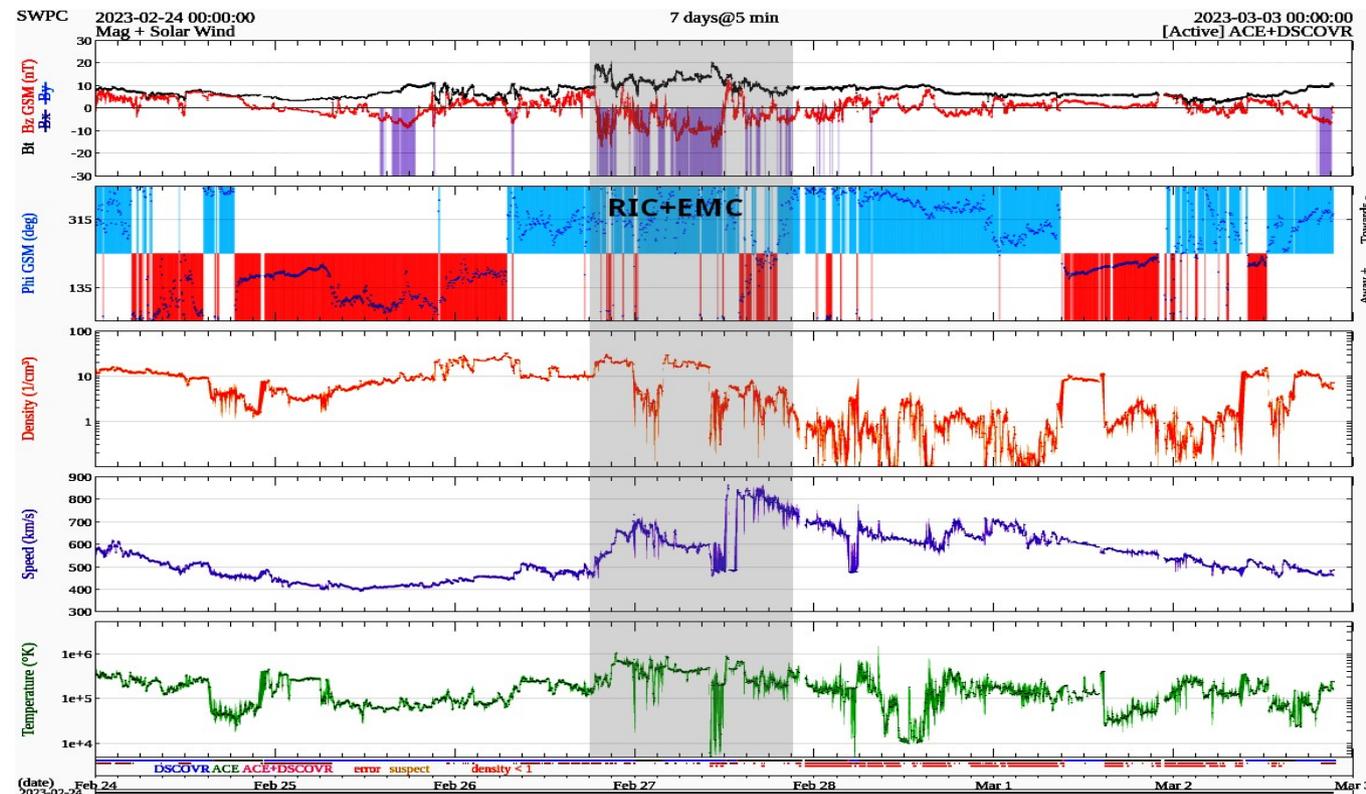
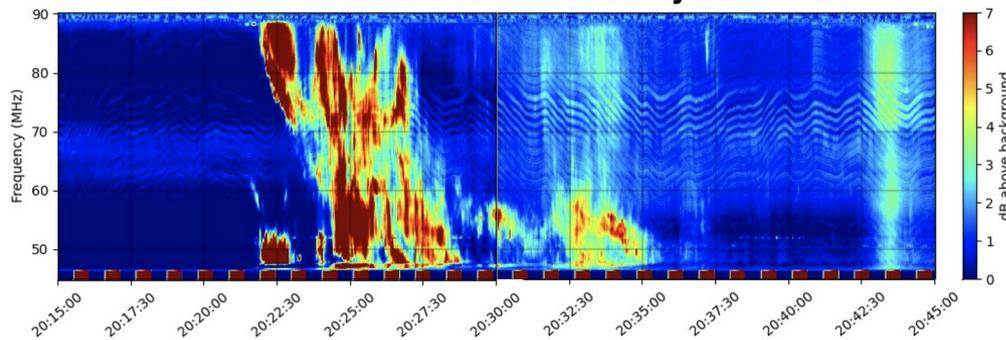


Imagen 2: <http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

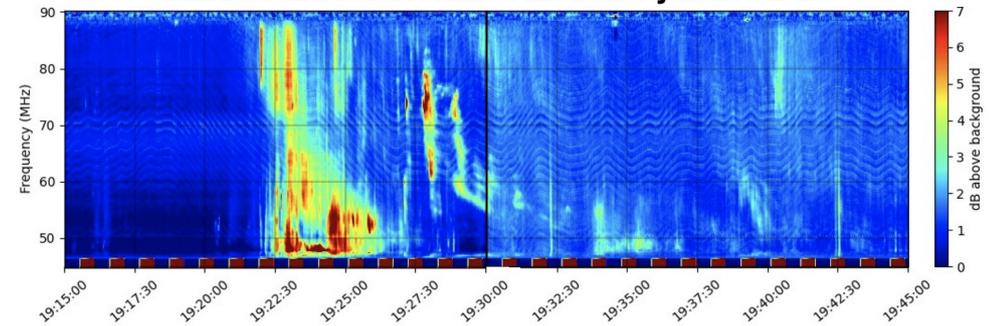
# Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx)

En esta semana la Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx) detectó 35 estallidos de radio Tipo III, 2 tipo II, 1 Tipo V, 2 Tipo IV y 2 Tipo I (también conocidos como CTM).

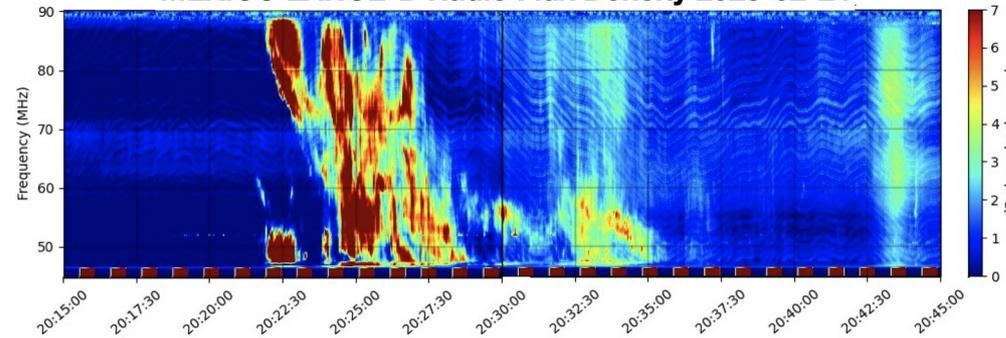
**MEXICO LANCE-A Radio Flux Density 2023-02-24**



**MEXICO LANCE-A Radio Flux Density 2023-02-25**

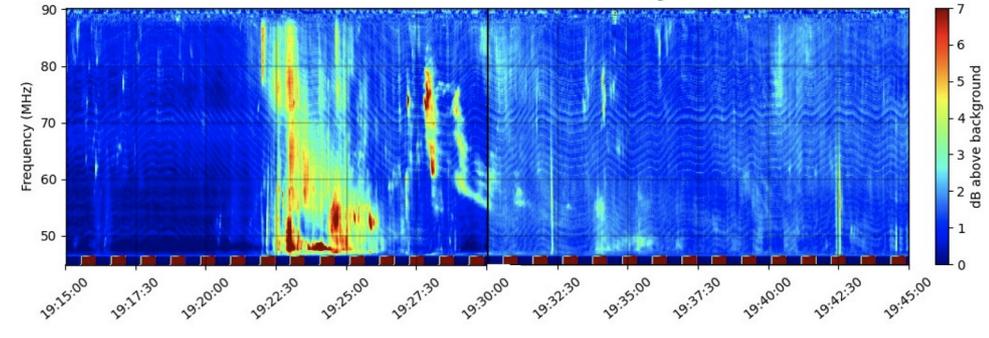


**MEXICO LANCE-B Radio Flux Density 2023-02-24**



Time (UTC)

**MEXICO LANCE-B Radio Flux Density 2023-02-25**



Time (UTC)

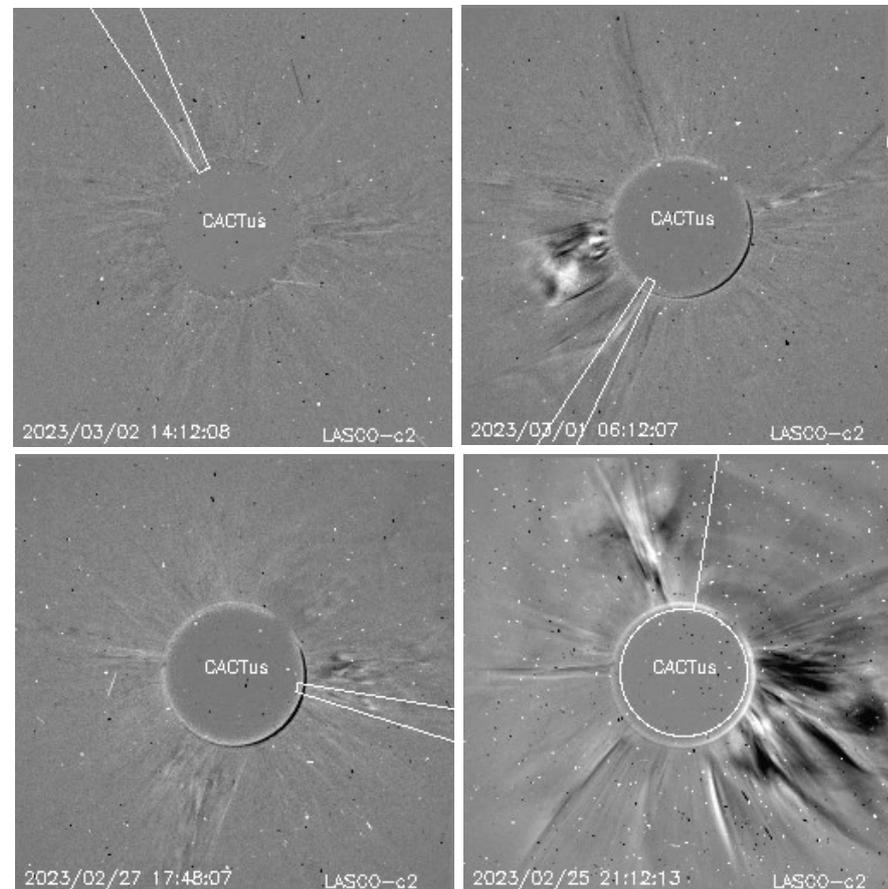
# Actividad solar: Eyecciones de Masa Coronal

Se registraron 53 EMCs.  
1 tipo halo (ancho  $> 90^\circ$ )

Mediciones de salida de EMC de mayor  
dimensión y velocidad de esta semana:

Fecha, tiempo inicial, velocidad promedio (km/s)

2023/03/02	13:48	496
2023/03/01	05:48	579
2023/02/27	17:36	1008
2023/02/25	19:24	946



- Eyecciones observadas por SOHO/LASCO con cálculos  
del sitio CACTUS.

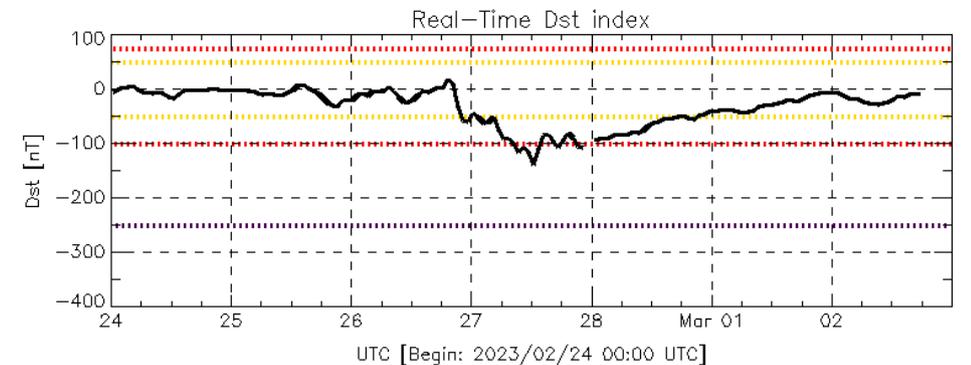
Crédito imágenes y valores estimados:  
SOHO, the SOLAR & Heliospheric Observatory  
<https://wwwbis.sidc.be/cactus/>



# Perturbaciones geomagnéticas: Índice Dst y $\Delta H$

Se registró actividad geomagnética moderada e intensa en los índices DH y Dst respectivamente entre los días 26 y 28 de febrero. La actividad geomagnética fue provocada por una región de interacción en el viento solar con componente Bz sur intermitente que impactó el ambiente terrestre el 26 de febrero.

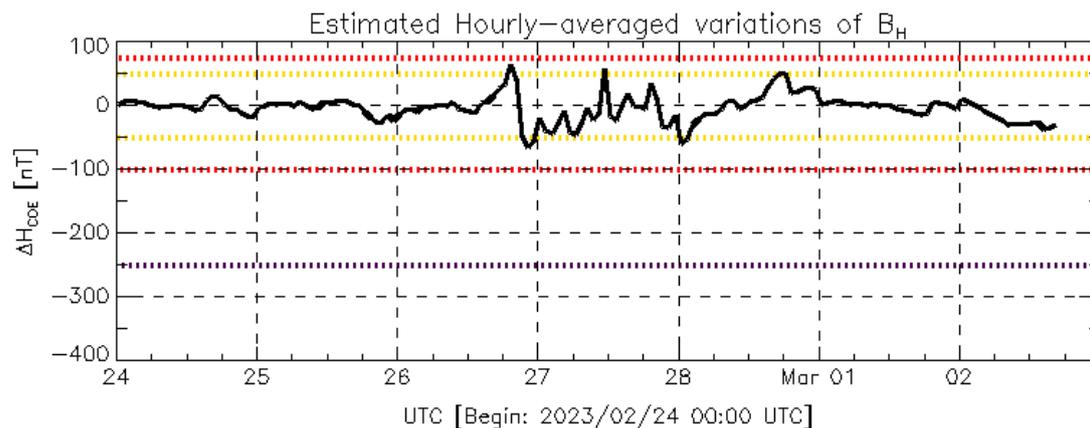
Datos: [wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst\\_realtime/](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/)



Color Code: weak, moderate, intense, extreme, data not available.

Dst: by World Data Center for Geomagnetism, Kyoto  
[http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst\\_realtime/](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/)

Updated: 2023/03/02-17:59 UTC



Color Code: weak, moderate, intense, extreme, data not available.

COE: Coeneo Geomagnetic Station (LAT 19.81, LON -101.69)  
LANCE/SCIESMEX - Morelia, Mich., MX

Updated: 2023/03/02-16:59 UTC

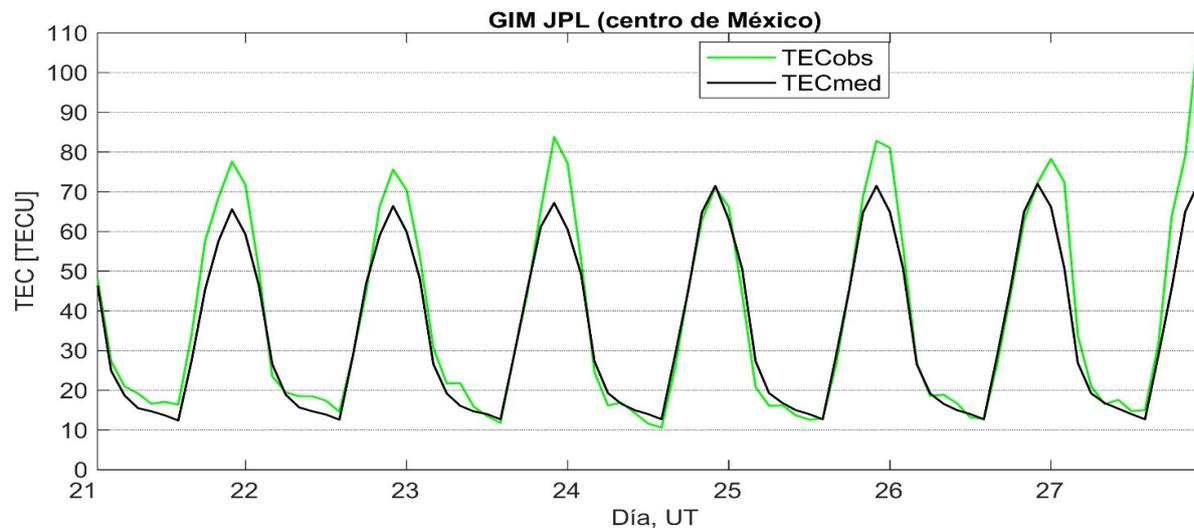
Los índices Dst y  $\Delta H$  miden las variaciones temporales de la componente horizontal del campo geomagnético, el primero a escala planetaria y el segundo para México.

Estas variaciones, en general, se deben al ingreso de partículas cargadas, provenientes del espacio exterior, al ambiente espacial terrestre.

# Ionósfera sobre México: TEC en el centro del país

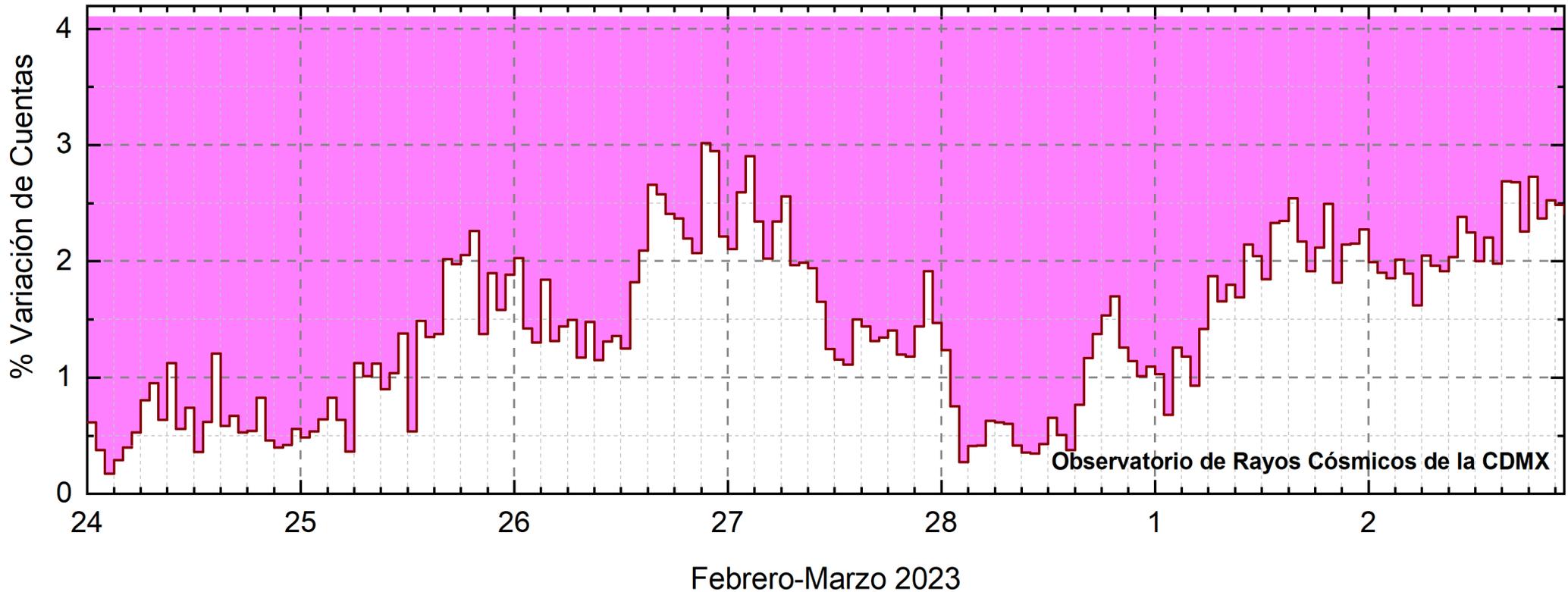
El contenido total de electrones (TEC) es un parámetro que sirve para caracterizar el estado de la ionosfera de la Tierra.

Series temporales de los valores de TEC (TECobs) con referencia a su valor mediano (TECmed) obtenidas de:  
Mapas ionosféricos globales (GIM JPL)



Desde el 27 de febrero se han observado valores altos de TEC.

# Rayos Cósmicos:



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

Datos registrados por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. Del 24 de febrero al 2 de marzo continuó el registro del decrecimiento Forbush que inició el 15 de febrero. El flanco de EMC y dos regiones de compresión han mantenido perturbado el medio interplanetario y provocado una tormenta geomagnética que afectaron el ambiente terrestre. El área coloreada en rosa representa la caída en las cuentas de rayos cósmicos detectados en la CDMX. Hasta las 22 hrs TU del 2 de marzo, aún se detecta la fase de afectación en las cuentas y en proceso gradual de recuperación.



# Rayos C3smicos:

Un decrecimiento Forbush es una intensa ca3da en las cuentas de rayos c3smicos gal3cticos registrados por los observatorios en Tierra. Este fen3meno se produce porque los rayos c3smicos son desviados por las l3neas de campo magn3tico asociadas a la tormenta solar.

Como los rayos c3smicos son, en su inmensa mayor3a, part3culas cargadas, siguen y giran alrededor de estas l3neas de campo magn3tico en funci3n a su energ3a y son desviados de su trayectoria original. De este modo, los menos energ3ticos no llegan a la Tierra, provocando una r3pida ca3da en el flujo detectado por los observatorios y con una recuperaci3n gradual en funci3n a los par3metros f3sicos de la tormenta solar.



## UNAM/LANCE/SCIESMEX

Dr. J. Américo González Esparza  
Dr. Pedro Corona Romero  
Dra. Maria Sergeeva  
Dr. Julio C. Mejía Ambriz  
Dr. Luis Xavier González Méndez  
Dr. José Juan González Avilés  
Ing. Ernesto Andrade Mascote  
M.C. Pablo Villanueva Hernández  
Dr. Ernesto Aguilar-Rodríguez  
Dra. Verónica Ontiveros  
Dra. Tania Oyuki Chang Martínez  
Dr. Víctor José Gatica Acevedo  
Dra. Angela Melgarejo Morales  
Isaac David Orrala Legorreta

## UNAM ENES-Morelia

Dr. Mario Rodríguez Martínez  
M.C. Raúl Gutiérrez Zalapa  
Lic. Rafael Zavala Molina

## UNAM/PCT

Dra. Elsa Sánchez García  
M.C. Carlos Arturo Pérez Alanís  
M.C. Isaac Castellanos Velasco

## UANL/LANCE

Dr. Eduardo Pérez Tijerina  
Dra. Esmeralda Romero Hernández

## UNAM/IGF/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

## GPCEET/SAET-IPN

Ing. Julio César Villagrán Orihuela  
Miguel Daniel González Arias  
Carlos Escamilla León  
Pablo Romero Minchaca  
Alfonso Iván Verduzco Torres  
Claudia López Martínez  
Ana María Ramírez Reyes  
Emiliano Campos Castañeda

**Elaboración:** José Juan González Avilés

**Revisión:** Ernesto Aguilar Rodríguez

## 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 al proyecto Conacyt – Repositorio Institucional de Clima Espacial 268273. Agradecemos al proyecto AEM-2018-01-A3-S-63804 del Fondo Sectorial CONACYT-AEM. Agradecemos a todos los responsables y colaboradores de instrumentos del LANCE y a las redes de estaciones GPS del Servicio Sismológico Nacional y TlalocNET 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: <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products/ionex>. Los valores de TEC fueron obtenidos a partir de observaciones de las redes GPS del Servicio Sismológico Nacional (SSN), SSN-TLALOCNet y TLALOCNet del Servicio de Geodesia Satelital (SGS). Agradecemos al personal del SSN y del SGS por el mantenimiento de estaciones, la adquisición de datos y el soporte de IT de estas redes. Las operaciones de la red TLALOCNet y SSN-TLALOCNet GPS han sido apoyadas por The National Science Foundation bajo el proyecto EAR-1338091 a UNAVCO Inc., los proyectos CONACyT 253760 y 256012 y los proyectos UNAM-PAPIIT IN109315-3 y IN104818-3 de E. Cabral-Cano y el proyecto UNAM-PAPIIT IN111509 de R. Pérez. De igual forma, agradecemos a los proyectos de infraestructura del CONACyT: 253691 y del PAPIIT-DGAPA: IA107116 para el fortalecimiento de equipos como la estación fija de GPS, que forman parte del LACIGE-UNAM, de la ENES unidad Morelia a cargo 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. Parte del procesamiento de datos se lleva a cabo dentro del centro de Supercómputo de Clima Espacial (CESCOM) del LANCE. Así mismo agradecemos al Space Weather Forecasting Center for Astrophysics & Space Research de la University of California in San Diego y al Korean Space Weather Center por los datos de pronóstico para los modelos WSA-ENLIL y los mapas tomográficos por IPS. Agradecemos a la red e-callisto por los datos proporcionados de espectros electromagnéticos dinámicos de la red internacional de registro de eventos de radio solares.

## Datos

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

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

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

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/>

ISES:

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

International Network of Solar Radio Spectrometers (e-callisto):

<http://www.e-callisto.org/>

German Research Center For Geosciences Potsdam:

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

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

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

UNAVCO:

<http://www.unavco.org>

SSN:

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

SOHO Spacecraft NASA:

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

SDO Spacecraft NASA:

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

Space Weather Prediction Center NOAA:

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

GOES Spacecraft NOAA:

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

ACE Spacecraft NOAA

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