

# 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 4 al 11 de mayo de 2023

## CONDICIONES DEL SOL

**Regiones Activas (RA):** 10 – 13293, 13294, 13296, 13297, 13300, 13301, 13302, 13303, 13298, 13299.

**Hoyos coronales:** 10, de los cuales, 5 están sobre el polo norte.

**Fulguraciones solares:** 12 clase M.

## CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO

Esta semana se registraron 63 eyecciones de masa coronal (EMC), 5 fueron halo..

## ESTALLIDOS DE RADIO

En esta semana la Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx) detectó 55 estallidos de radio Tipo III, dos Tipo II, uno Tipo IV y diez Tipo V. Además de un evento complejo.

## CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA

**Índice K local y global:** Se registraron valores de tormenta geomagnética G2 (K = 6) y **G3** (K = 7) en los índices Kp y Kmex, los días 6 al 10 de mayo.

**Índice Dst y DH:** Se registró actividad geomagnética moderada en los índices Dst y DH los días 6 al 9 de mayo.

## CONDICIONES DE LA IONOSFERA

El 6 de mayo se observaron valores disminuidos del TEC.

## CONDICIONES DE RAYOS CÓSMICOS SOBRE MÉXICO

Del 5 al 11 de mayo se registró un intenso decrecimiento Forbush (dF) debido al impacto de 3 EMCs.

### PRONÓSTICOS

#### **Viento solar:**

ENLIL pronostica el arribo de corrientes de viento solar promedio con velocidades que varían entre los 400 km/s y los 550 km/s para los días siguientes. Además, pronosticó el arribo de una EMC para el día de hoy a las 06:19 (-7.0hrs,+7.0hrs) hora del centro de México. La fuente de la EMC fue una fulguración M4.2 de la región activa 13296.

#### **Fulguraciones solares:**

Probabilidad moderada de fulguraciones clase M.

#### **Tormentas ionosféricas:**

Baja probabilidad de perturbaciones ionosféricas severas.

#### **Tormentas geomagnéticas:**

Probabilidad moderada de perturbaciones geomagnéticas significativas.

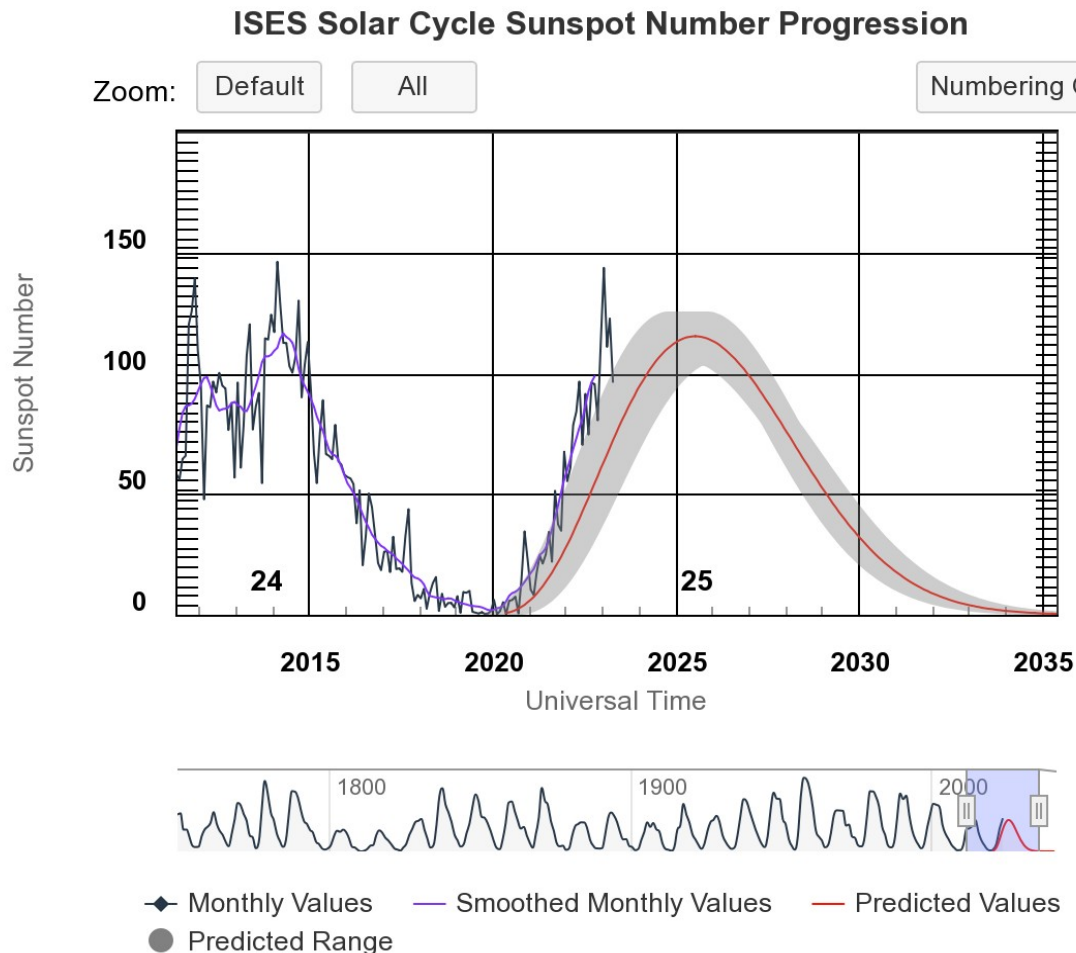
#### **Tormentas de radiación solar:**

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



Space Weather Prediction Center

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

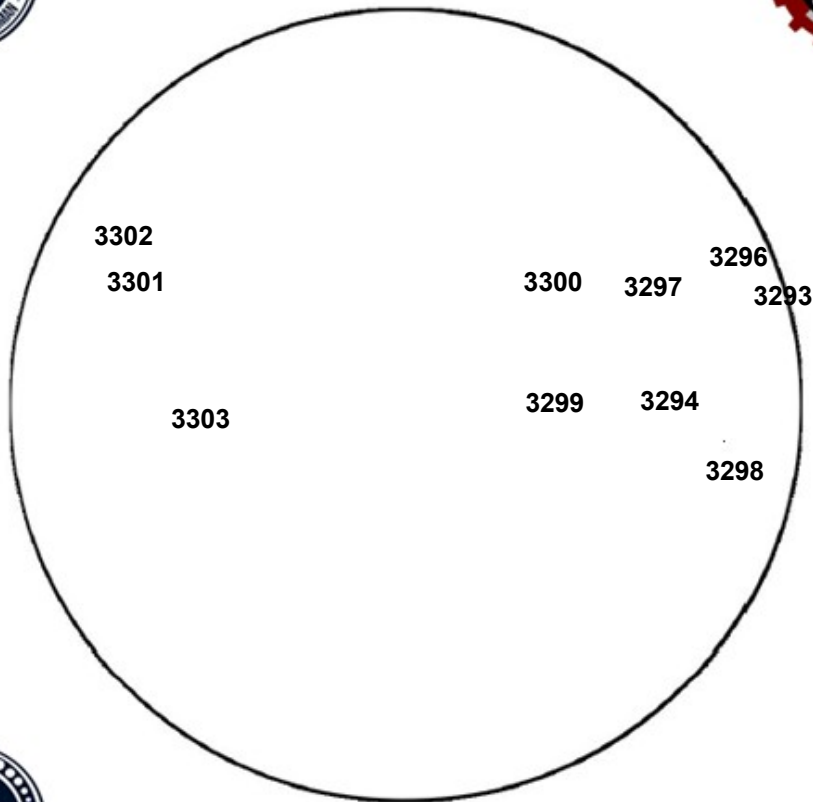
La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde 2009, cubriendo el ciclo solar 24 y la predicción de cómo se espera el ciclo 25.

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.

# Número de Wolf

Centro de Pronóstico del  
Clima Espacial  
ESIA Ticomán



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.

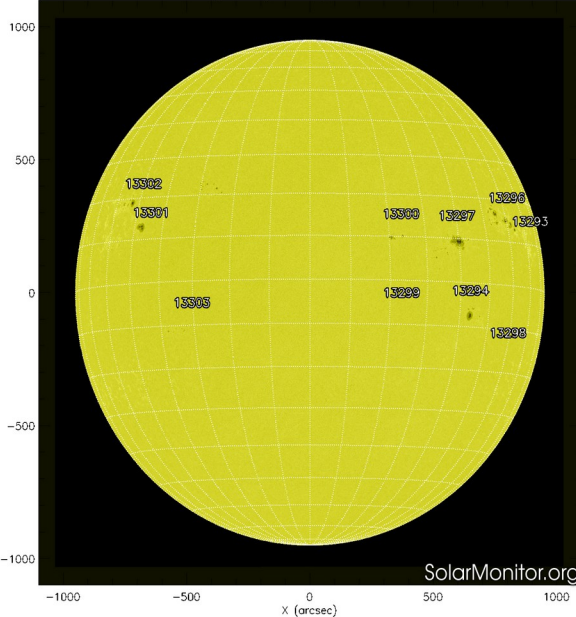
G= Cantidad de grupos manchas solares visibles sobre el disco solar.

Número de Wolf máximo esta semana: **217**

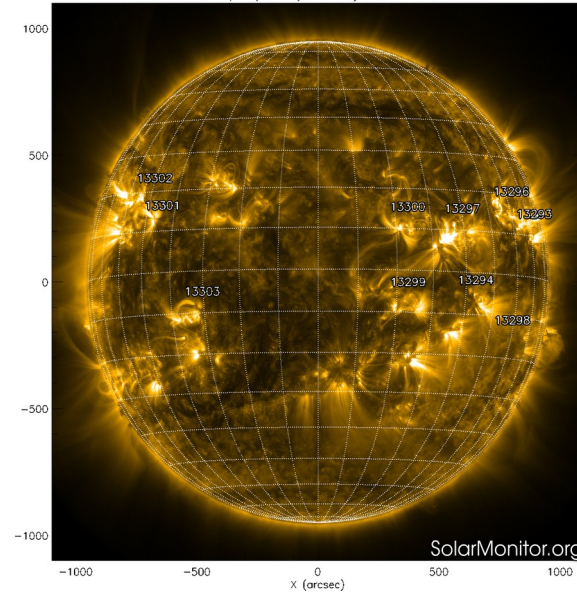
Durante este semana se pudieron observar diez regiones activas en la superficie del Sol. Estas fueron la 3293, 3294, 3296, 3297, 3298, 3299, 3300, 3301, 3302, y 3303 con coordenadas N10W69, S07W42, N15W58, N10W38, S16W59, S08W22, N10W22, N11E45, N18E50, y S10E32 respectivamente.

# Atmósfera solar y las capas solares

SDO HMI (6173 Å) 11-May-2023 14:46:42.900



SDO AIA Fe IX/X (171 Å) 11-May-2023 15:24:21.346



Las imágenes del satélite SDO del 11 de mayo de 2023 muestran manchas solares, las cuales tienen asociadas diez regiones activas: 13293, 13294, 13296, 13297, 13300, 13301, 13302, 13303, 13298 y 13299. 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.

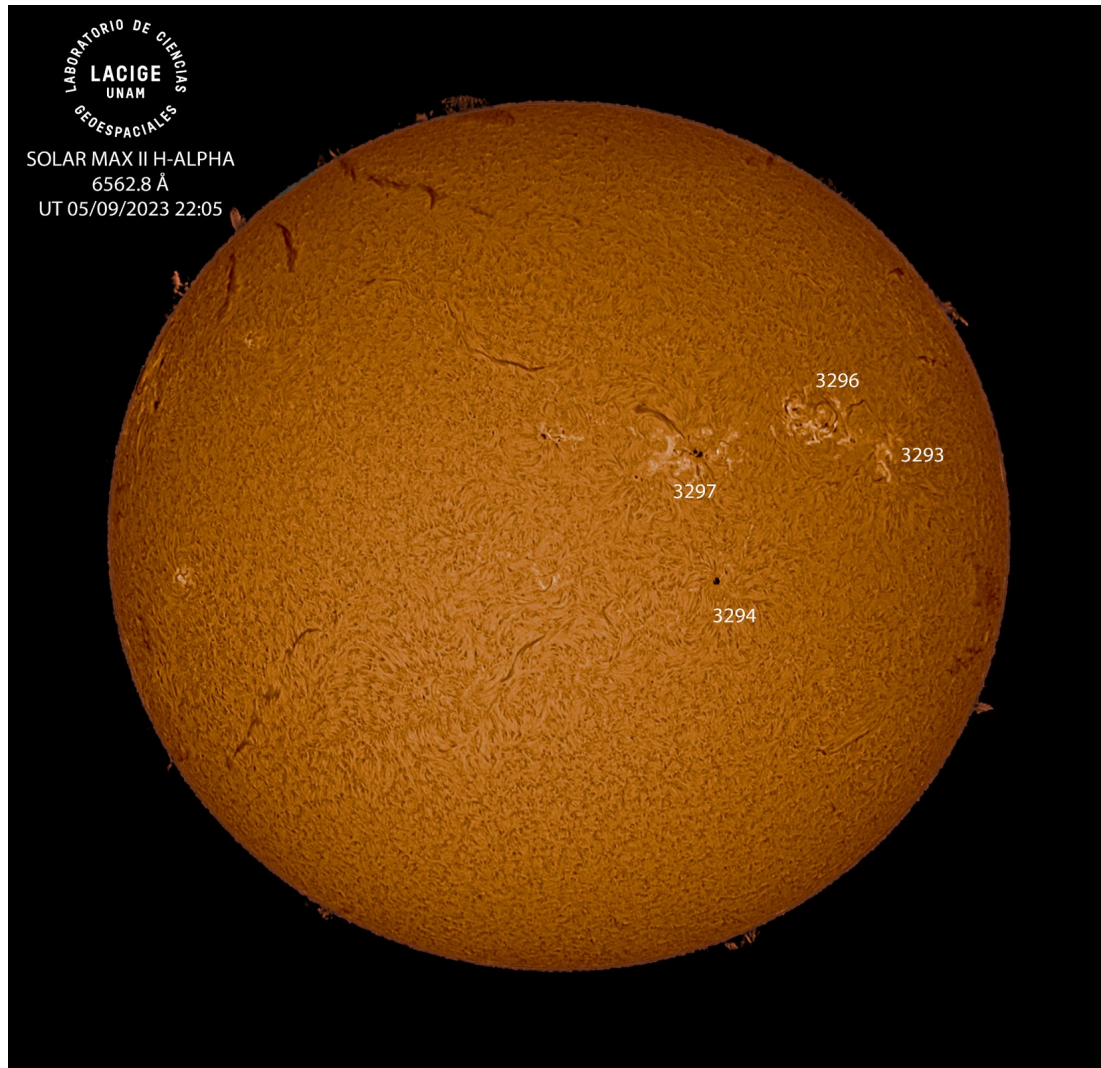


Imagen de la cromosfera solar en H-Alpha (6562.8 Å) para el día 09/05/2023, 22:05 hrs UT.

La imagen muestra las regiones activas 3293, 3294, 3296, 3297, observadas para esta fecha.

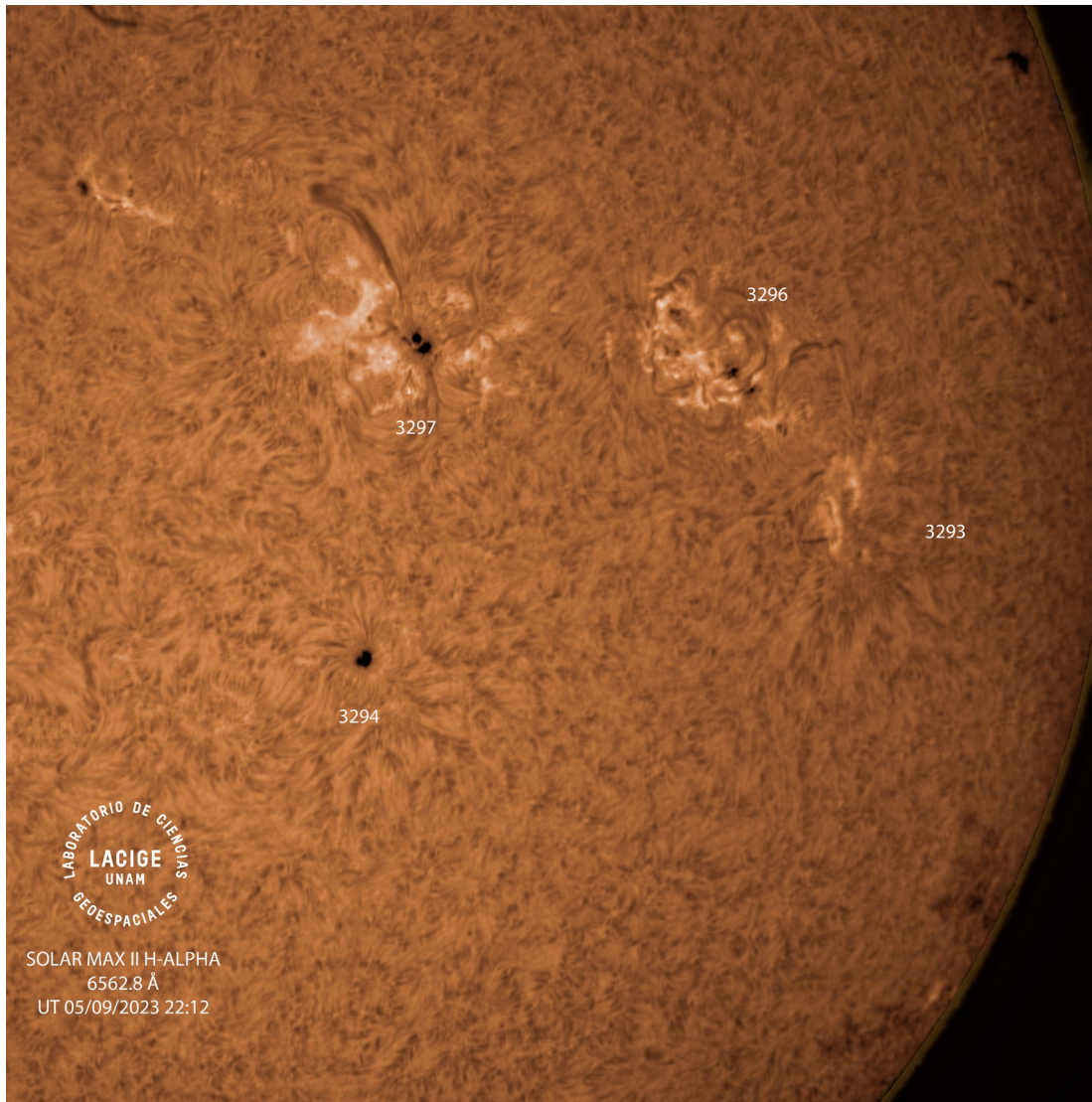


Imagen de la cromosfera solar en H-Alpha (6562.8 Å) para el día 09/05/2023, 22:12 hrs UT.

La imagen muestra la región activa 3293, 3294, 3296, 3297 observada para esta fecha.



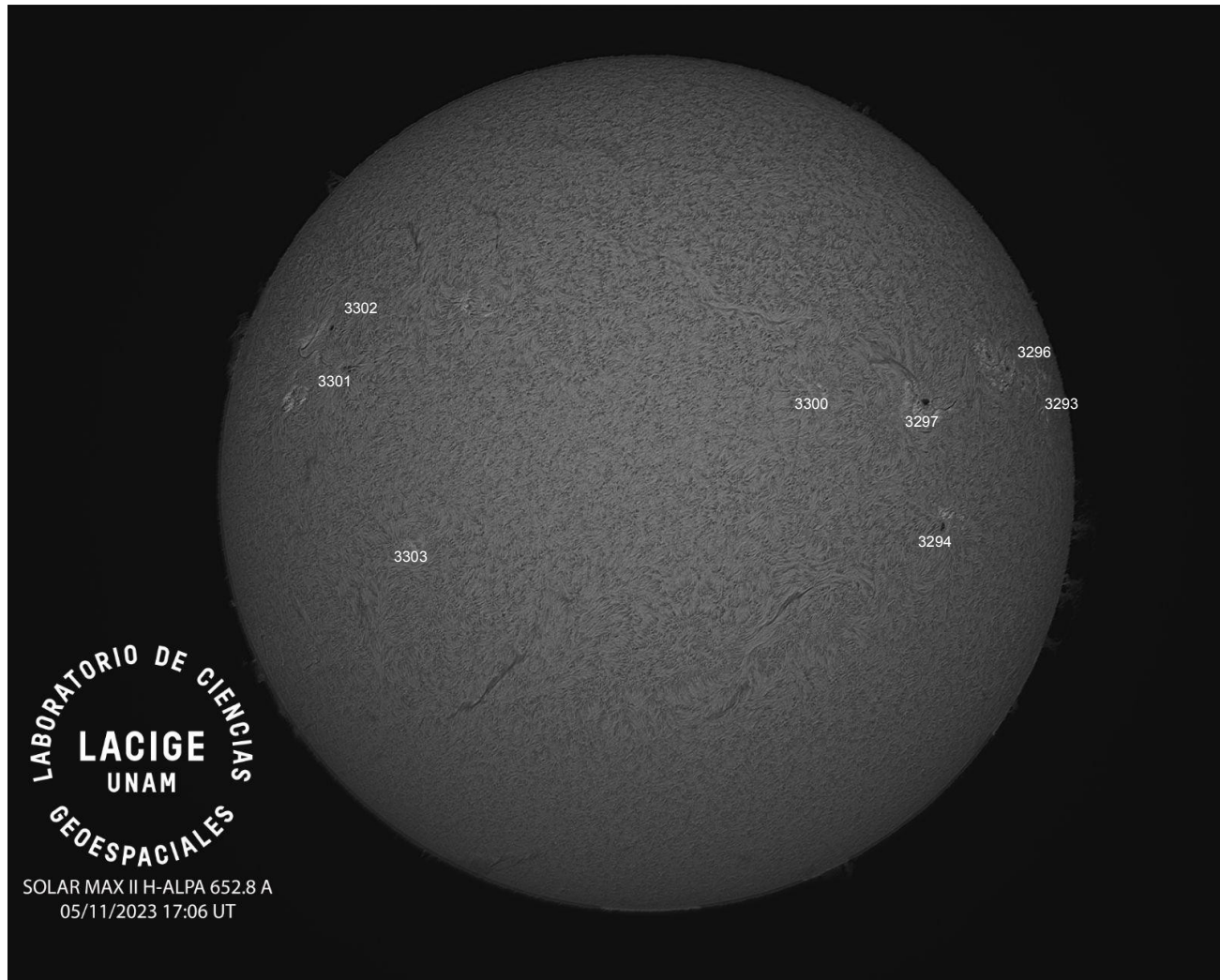


Imagen de la cromosfera solar en H-Alpha ( $6562.8 \text{ \AA}$ ) para el día 11/05/2023, 17:06 hrs UT.

La imagen muestra las regiones activas 3293, 3294, 3296, 3297, 3300, 3301, 3302, 3303 observada para esta fecha del disco solar.

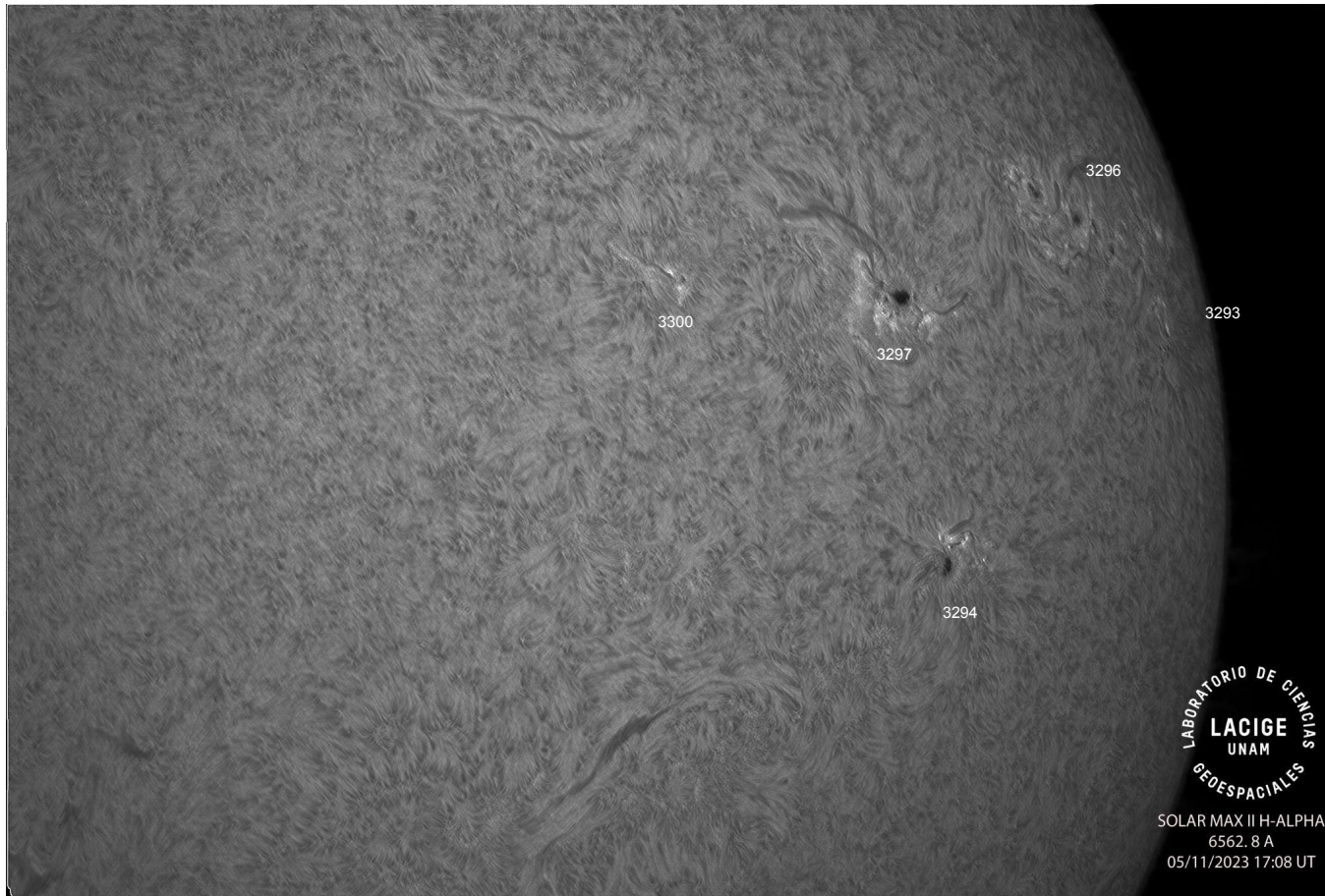


Imagen de la cromosfera solar en H-Alpha ( $6562.8 \text{ \AA}$ ) para el día 11/05/2023, 17:08 hrs UT.

La imagen muestra un acercamiento a las regiones activas 3293, 3294, 3297, 3296, 3300 observada para esta fecha cerca del este del disco solar.

Imagen de la cromosfera solar en H-Alpha ( $6562.8 \text{ \AA}$ ) para el día 11/05/2023, 17:08 hrs UT.

La imagen muestra un acercamiento a la región activa 3303 observada para esta fecha cerca del lado suroeste del disco solar.

3303



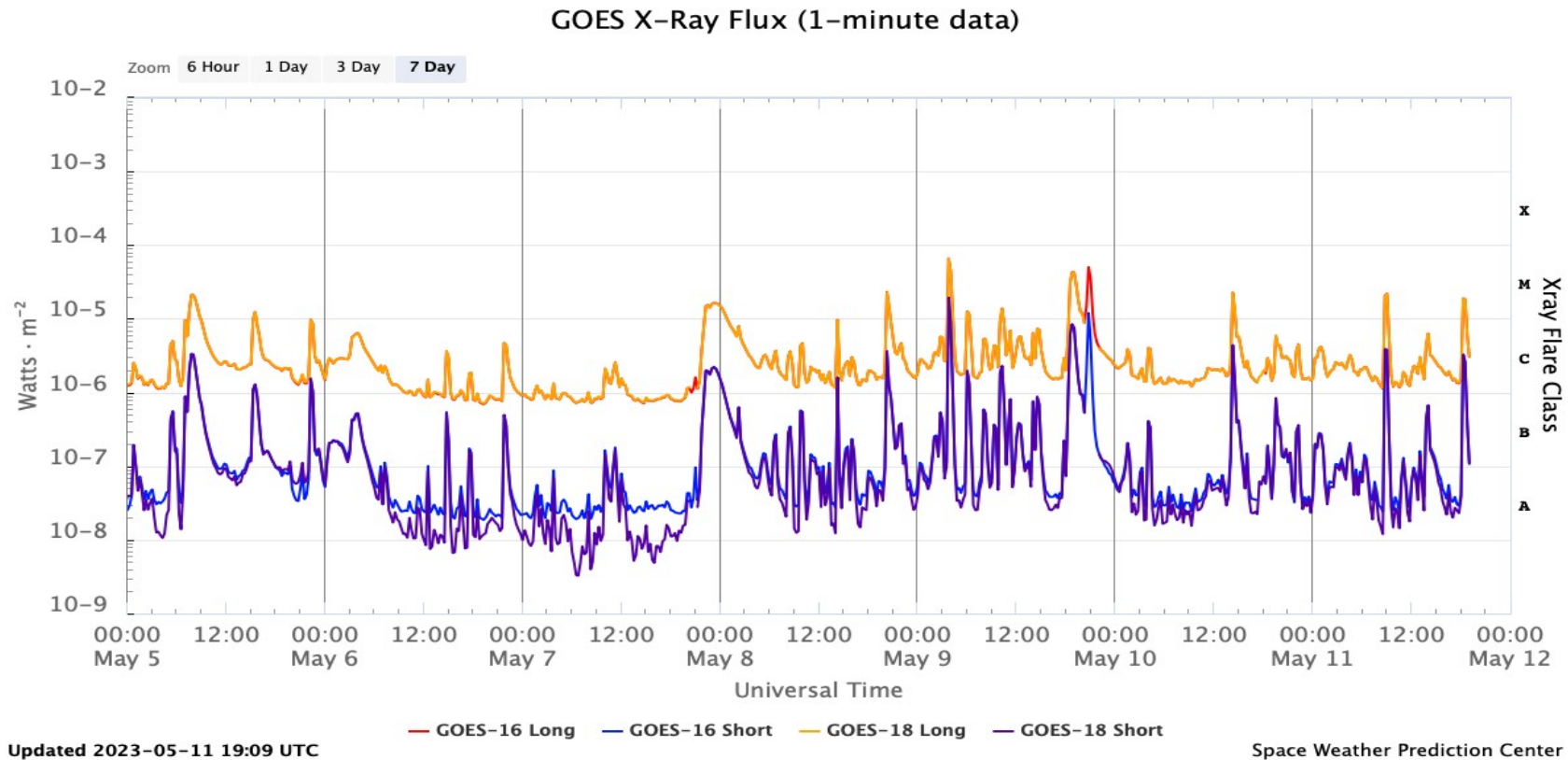
SOLAR MAX II H-ALPHA 6562.8 A  
05/11/2023 17:08 UT



Imagen de la cromosfera solar en H-Alpha ( $6562.8 \text{ \AA}$ ) para el día 11/05/2023, 17:08 hrs UT.

La imagen muestra un acercamiento a las regiones activas 3301 y 3302 observadas para esta fecha cerca del lado noroeste del disco solar.

# Actividad solar: Fulguraciones solares



Flujo de rayos X solares detectado por los satélites GOES de la NOAA. Durante la semana registró actividad moderada, ya que se presentaron múltiples fulguraciones clase M.

<https://www.swpc.noaa.gov/products/goes-x-ray-flux>

# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra

## Modelo numérico WSA-ENLIL.

Al día de hoy 11 de mayo de 2023, el modelo pronostica el arribo de corrientes de viento solar promedio con velocidades que varían entre los 400 km/s y los 550 km/s para los días siguientes. Pronosticó el arribo de una EMC para el día de hoy a las 06:19 (-7.0hrs,+7.0hrs) hora del centro de México. La fuente de la EMC fue una fulguración M4.2 de la región activa 13296.

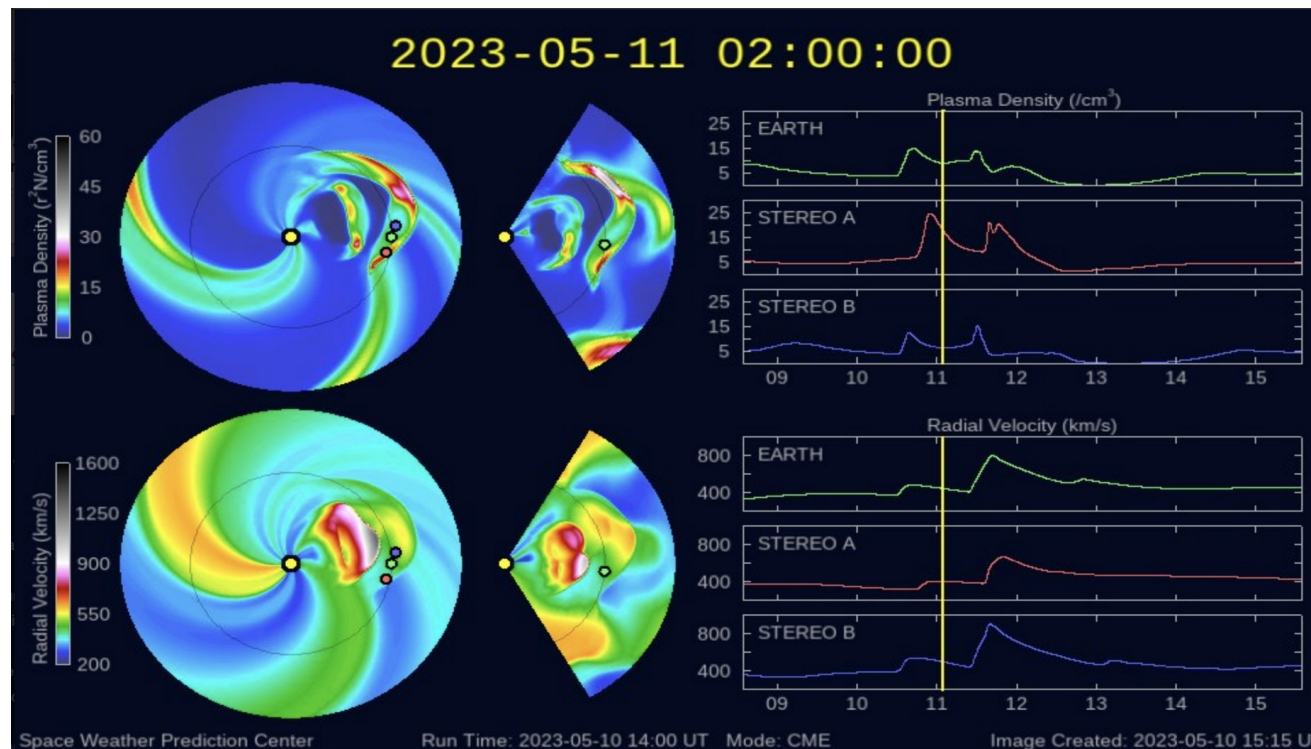


Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

# Actividad solar: Eyecciones de Masa Coronal

Se registraron 63 EMCs.  
5 tipo halo (ancho > 90°).

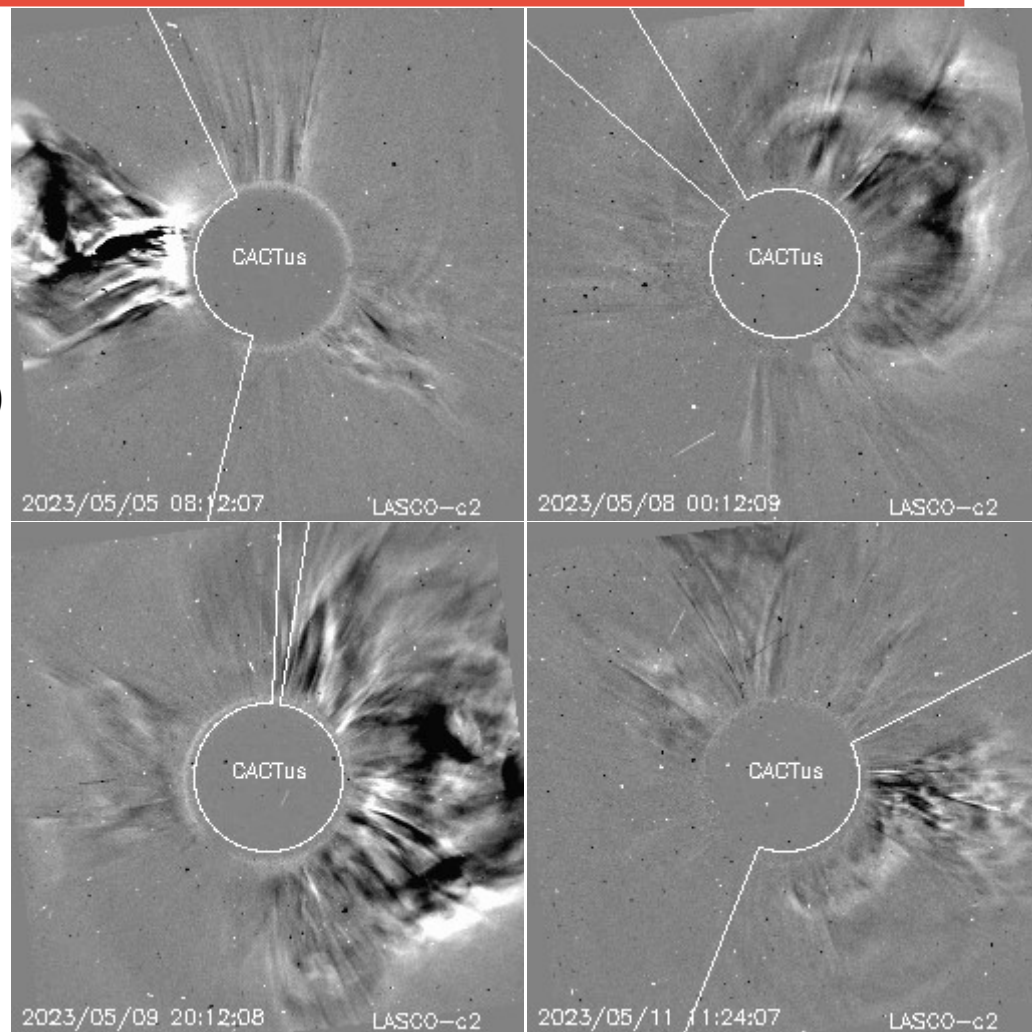
Mediciones de salida de EMC de mayor  
dimensión o velocidad de esta semana:

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

2023/05/05	07:12	578
2023/05/07	23:24	801
2023/05/09	19:00	893
2023/05/11	09:48	347

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

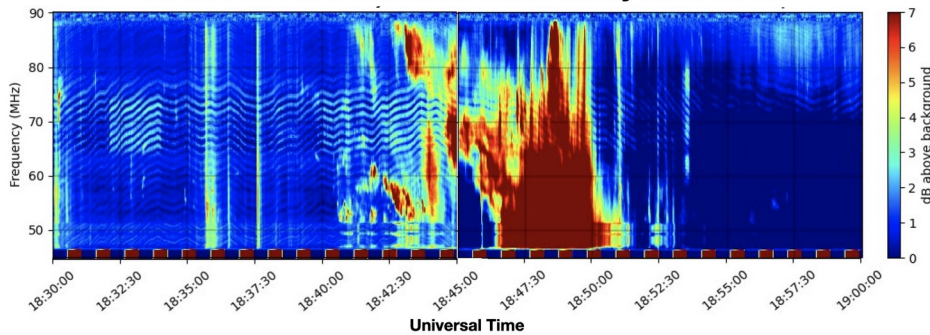
Crédito de imágenes y valores estimados:  
SOHO, the SOLAR & Heliospheric Observatory  
<https://wwwbis.sidc.be/cactus/>



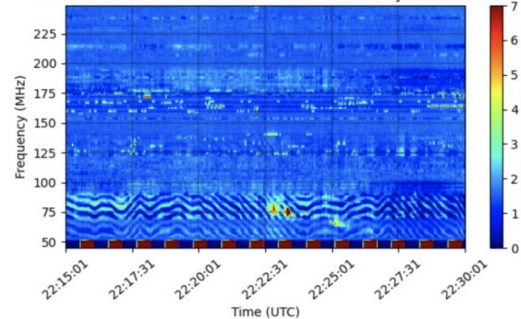
# Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx)

En esta semana la Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx) detectó 55 estallidos de radio Tipo III, dos Tipo II, uno Tipo IV y diez Tipo V. También se detectó un evento muy complejo (9 de mayo), producto de la gran actividad que actualmente tiene el Sol. Es importante también mencionar que la estación MEXICO-FCFM-UANL, en Nuevo León, está nuevamente en operación.

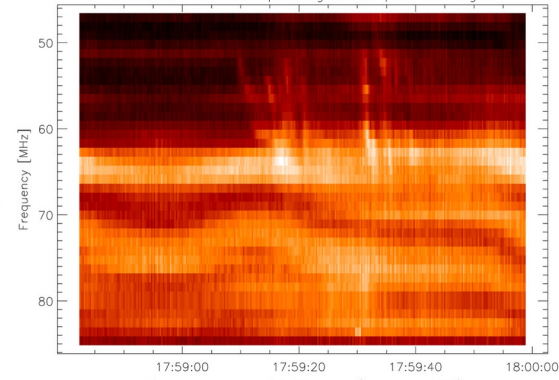
**MEXICO LANCE-A Radio Flux Density 2023-05-09**



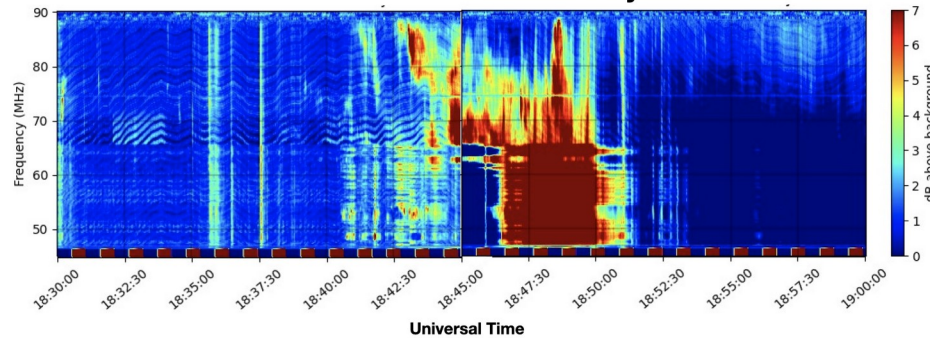
**CALLISTO MEXICO-FCFM-UANL Radio Flux Density 2023-04-21**



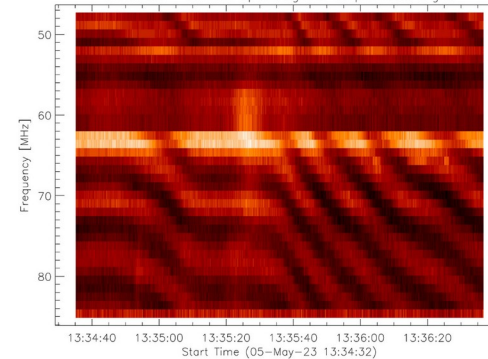
UANLMEX -Callisto spectrogram at pwm120 digits



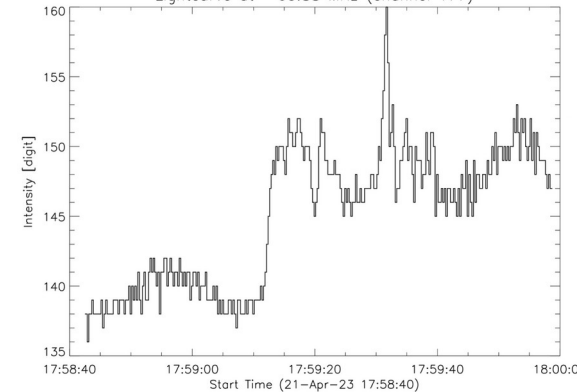
**MEXICO LANCE-B Radio Flux Density 2023-05-09**



UANLMEX -Callisto spectrogram at pwm120 digits



Lightcurve at 60.88 MHz (channel 177)





# Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar

Esta semana se registraron tres eyecciones de masa coronal (EMC) (ver áreas sombreadas en amarillo en imagen 2). Dichas estructuras se generaron en las regiones activas AR13293, AR13296, y AR13297 después de una fulguración (ver imagen 1). La EMC 1 y EMC3 generaron actividad geomagnética:  $K_p \leq 6$  y  $Dst \leq -65$  nT.

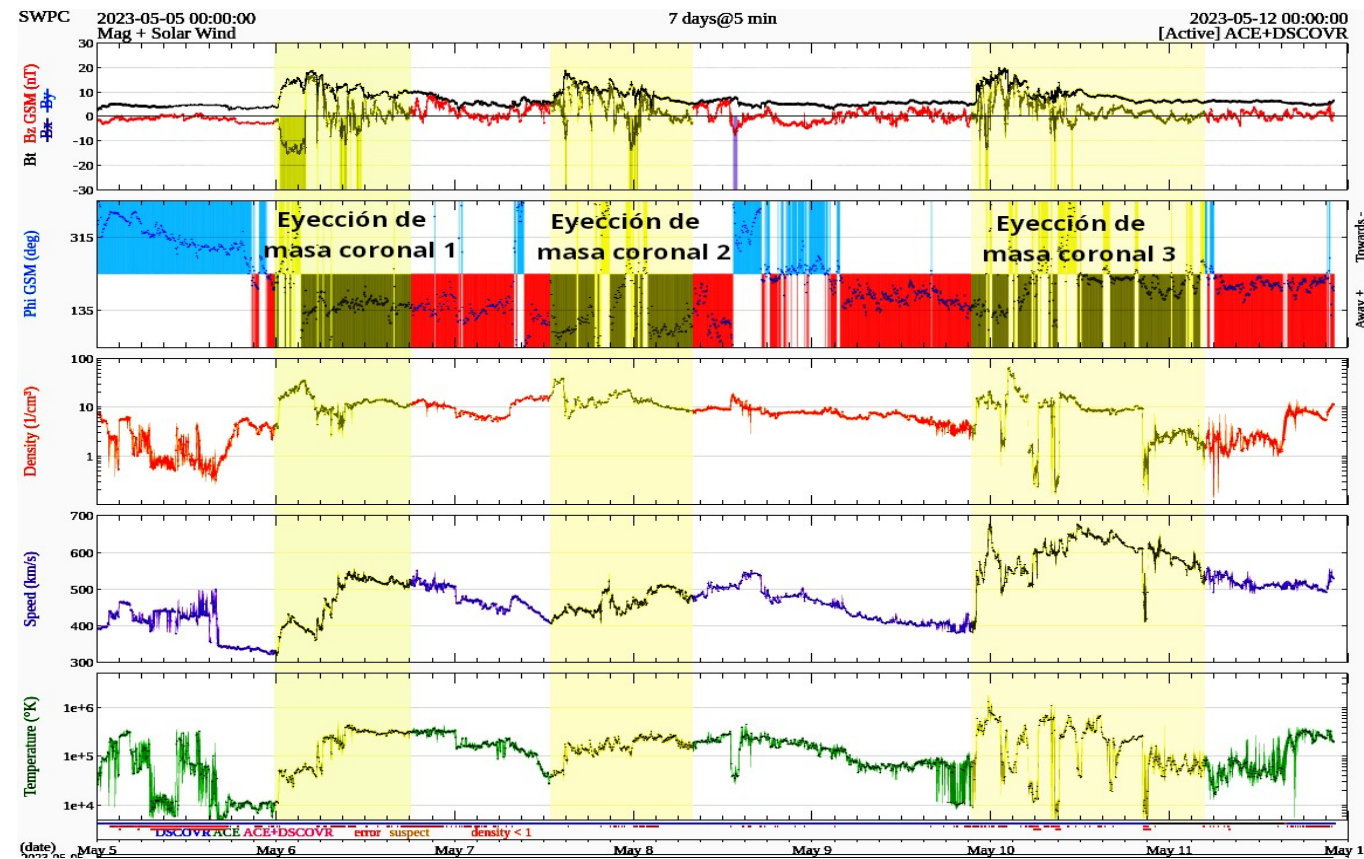
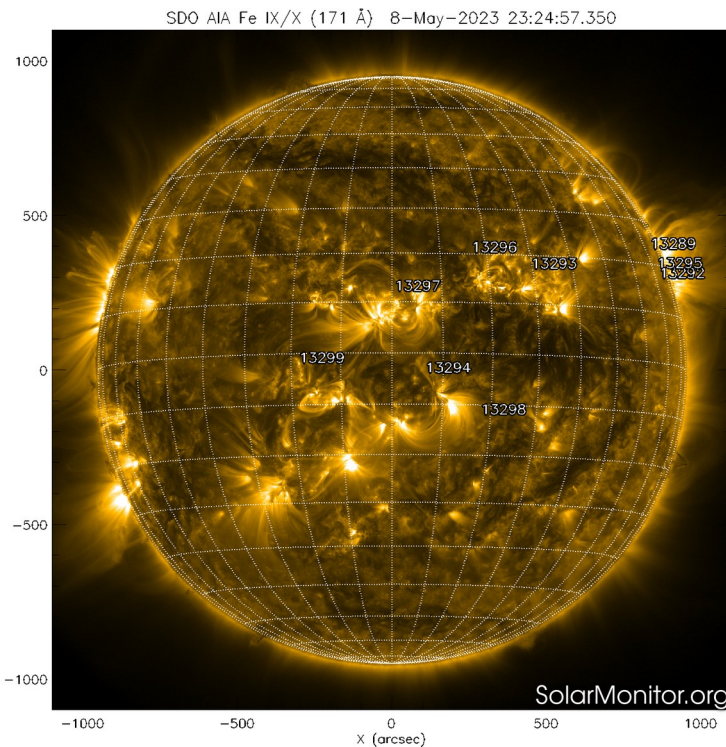


Imagen 1: <https://sdo.gsfc.nasa.gov/>

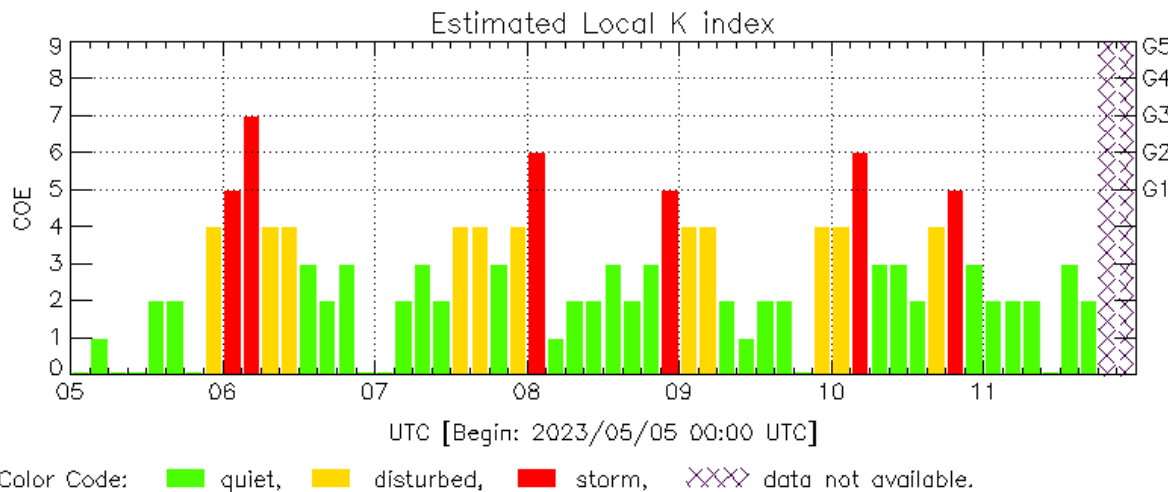
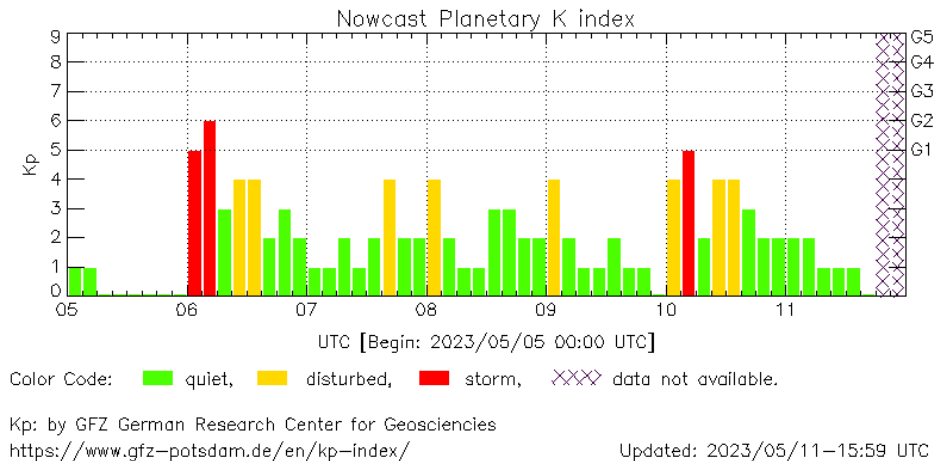
Imagen 2: <http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

# Perturbaciones geomagnéticas: Índices geomagnéticos Kp y Kmex

Se registraron valores de tormenta geomagnética G2 (K = 6) y G3 (K = 7) en los índices Kp y Kmex, los días 6 al 10 de mayo. Las tormentas geomagnéticas fueron provocadas por corrientes en el viento solar con componente Bz sur intermitente que impactaron el ambiente terrestre desde el 6 de mayo.

NOTA: El cálculo del índice Kmex se realiza por la estación geomagnética de Coeneo, Mich. Los datos son experimentales y no se deben de tomar como definitivos.

Datos: [www.gfz-potsdam.de/en/kp-index/](http://www.gfz-potsdam.de/en/kp-index/)



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

Updated: 2023/05/11-15:59 UTC

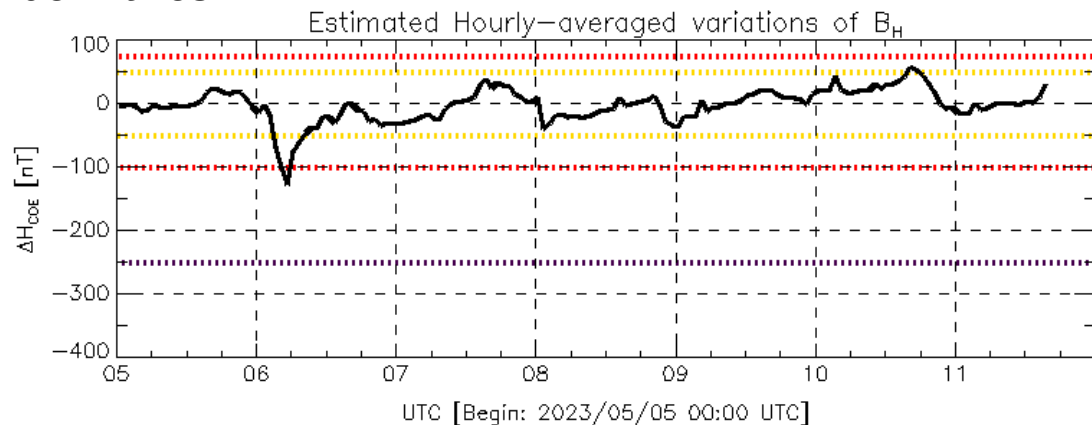
El índice K indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre en intervalos de 3 horas.

El índice Kp lo expresa a escala planetaria, mientras que el Kmex lo hace para el territorio mexicano.

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

Se registró actividad geomagnética moderada en los índices Dst y  $\Delta H$  los días 6 al 9 de mayo. La actividad geomagnética fue provocada por corrientes de viento solar con componente Bz sur intermitente que impactaron el ambiente terrestre desde el 6 de mayo.

NOTA: El cálculo del índice  $\Delta H$  se realiza por la estación geomagnética de Coeneo, Mich. Los datos son experimentales y no se deben de tomar como definitivos.

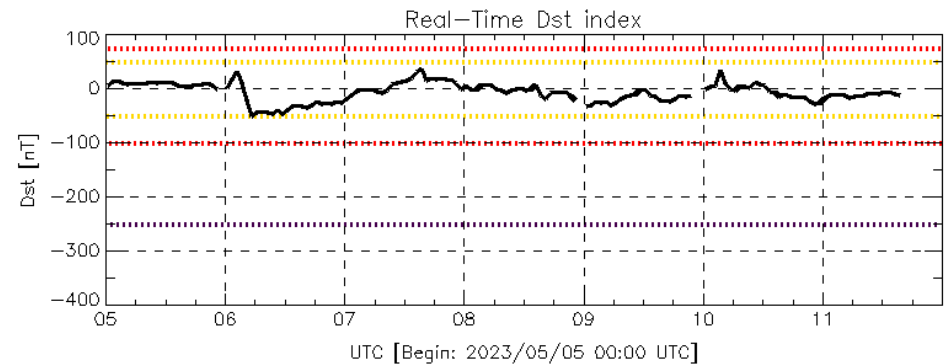


Color Code: weak, moderate, intense, extreme, — data not available.

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

Updated: 2023/05/11-15:59 UTC

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: 2023/05/11-15:59 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.

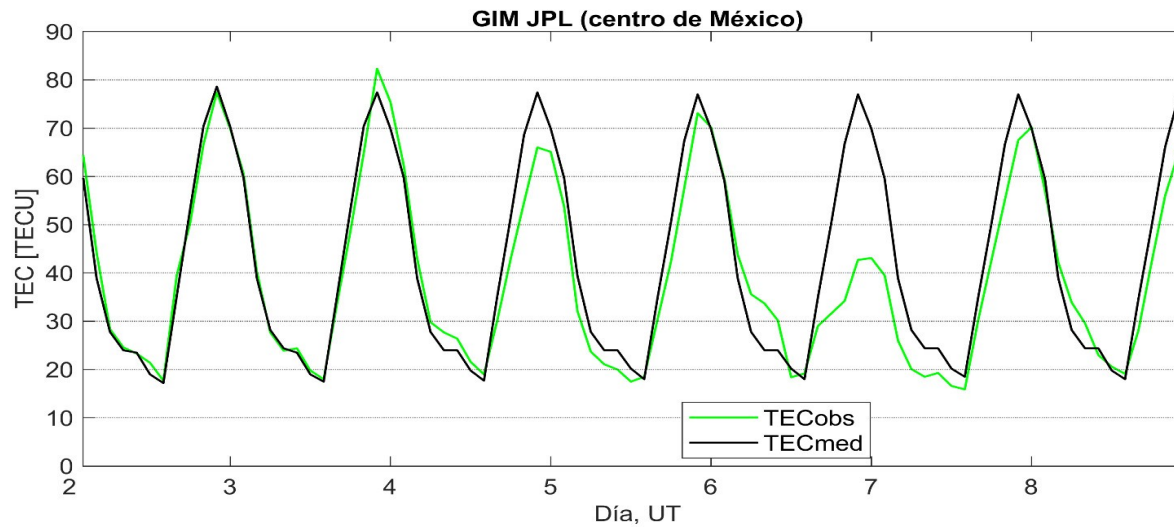
Estas variaciones, en general, se deben al ingreso de partículas cargadas, provenientes del espacio exterior, al ambiente espacial terrestre.

# 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.

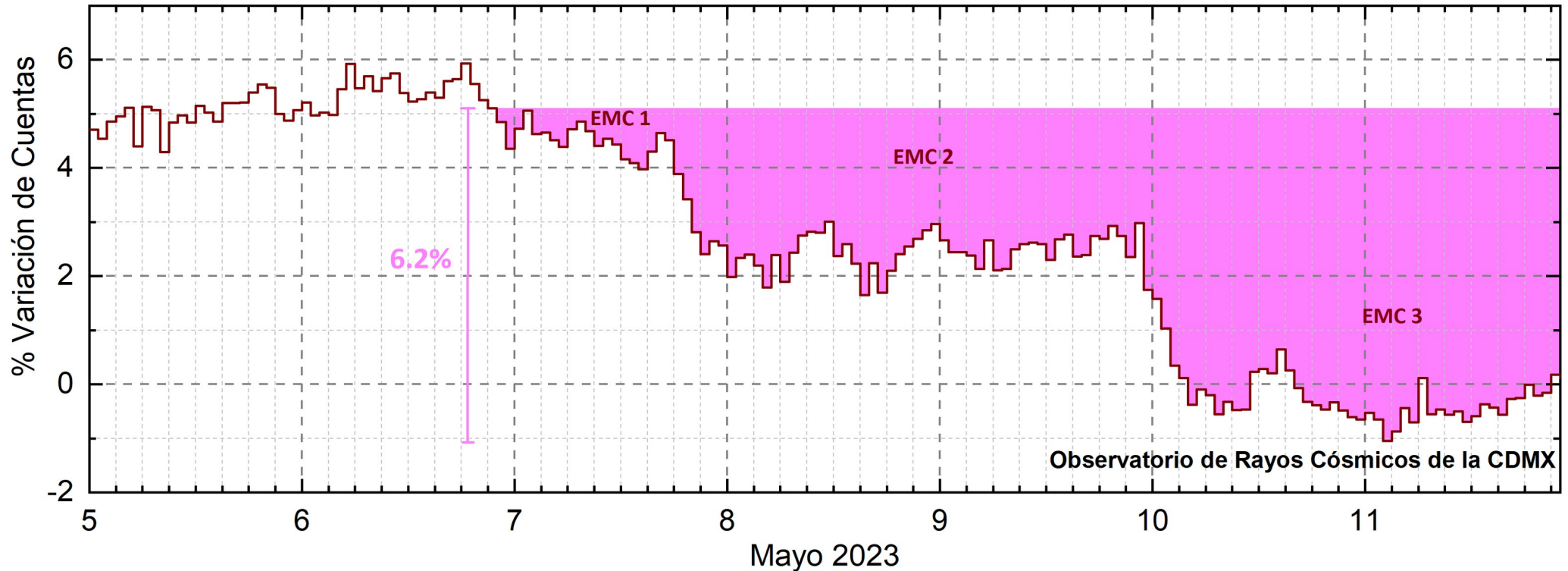
Series temporales de los valores de TEC (TECobs) con referencia a su valor mediano (TECmed) obtenidas de:

Mapas ionosféricos globales (GIM JPL)



El 6 de mayo se observaron valores disminuidos del TEC.

# Rayos Cósmicos:



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

Datos registrados por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. Del 5 al 11 de mayo se registró un intenso decrecimiento Forbush (dF) debido al impacto de 3 EMCs. El dF inició el 6 a las 22 hrs TU por el impacto de la primera EMC, el 7 a las 18 hrs ingresó una segunda EMC y el 9 a las 23 hrs afectó la tercera EMC. El área coloreada en rosa representa la caída en las cuentas de rayos cósmicos detectados en la CDMX, que alcanzó el 6.2%. A las 22 hrs TU del 11 de mayo aún se registra la etapa de afectación y en proceso gradual de recuperación en las cuentas de rayos cósmicos detectados.

# Rayos Cósmicos:

Un decrecimiento Forbush es una intensa caída en las cuentas de rayos cósmicos galácticos registrados por los observatorios en Tierra. Este fenómeno se produce porque los rayos cósmicos son desviados por las líneas de campo magnético asociadas a la tormenta solar.

Como los rayos cósmicos son, en su inmensa mayoría, partículas cargadas, siguen y giran alrededor de estas líneas de campo magnético en función a su energía y son desviados de su trayectoria original. De este modo, los menos energéticos no llegan a la Tierra, provocando una rápida caída en el flujo detectado por los observatorios y con una recuperación gradual en función a los parámetros físicos 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  
Ing. Ariana Varela Mendez  
Mateo Peralta Mondragón  
Jaquelin Mejía Orozco  
Grace Diane Jiménez González

## 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 Postdam:

<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>