

Servicio Clima Espacial

# Reporte Semanal











# Reporte semanal del 4 al 10 de diciembre 2020



### **CONDICIONES DEL SOL**

Regiones activas: 2 Hoyos coronales: 3

Se presentaron hoyos coronales en el polo norte, polo sur y latitudes bajas.

Fulguraciones solares: Ninguna intensa (1 tipo C).

Eyecciones de masa coronal: 3, de ellas 1 llegó a la Tierra.

### **CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO**

No se registraron regiones de interacción. Se propagó una eyección de masa coronal con dirección a la Tierra.

### **CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA**

Índice Kp: Sin alteración significativa.

Indice Dst: Sin alteración.

### **CONDICIONES DE LA IONOSFERA**

Pequeños decrecimientos del TEC durante toda la semana que son no significativos.



# Reporte semanal del 4 al 10 de diciembre 2020



### **PRONÓSTICOS**

### Viento solar:

• De acuerdo a el modelo ENLIL se espera viento solar con velocidades cerca de 600 km/s, mientras que la densidad del plasma se mantendrá sin cambios significativos. No se pronostica EMC.

## **Fulguraciones solares:**

Poca probabilidad de fulguraciones intensas.

### Tormentas ionosféricas:

No se esperan tormentas ionosféricas intensas para la próxima semana.

## **Tormentas geomagnéticas:**

No se esperan tormentas intensas.

#### Tormentas de radiación solar:

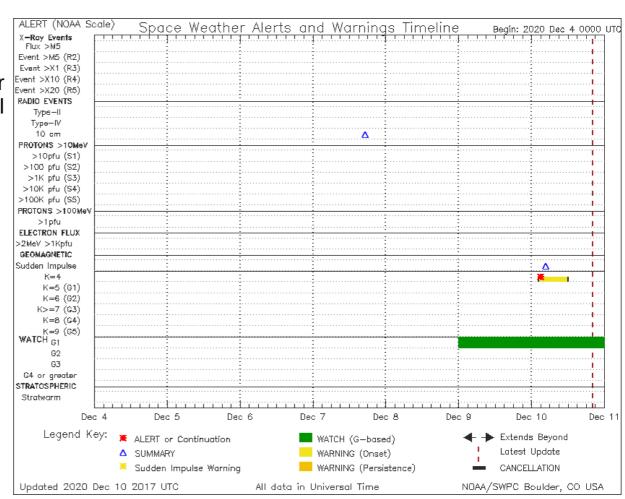
• Baja probabilidad de tormentas de radiación solar para la próxima semana.

# Reporte semanal del 4 al 10 de diciembre 2020



## Alertas reportadas por NOAA

El día 10 se registró una alerta por tormenta geomagnética muy débil. La cual no representa riesgo a la tecnología.

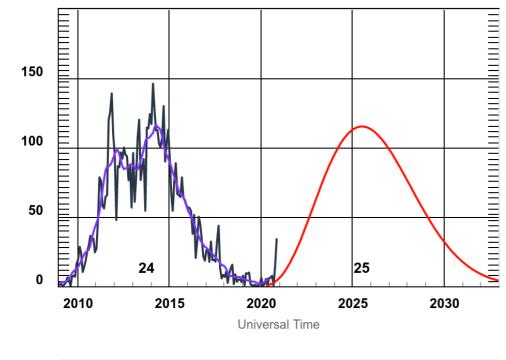


http://www.swpc.noaa.gov/products/notifications-timeline

# Ciclo de manchas solares y la actividad solar



ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression





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

La gráfica de arriba muestra el conteo de manchas solares desde enero del 2009 a la actualidad con la curva oscura, la línea morada es el promedio mensual y la roja la predicción para el ciclo que inició.

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

Estamos entrando al Ciclo 25 de manchas solares.

Abajo se muestran todos los ciclos de manchas registrados desde 1755.

Sunspot Number

## Fotosfera solar





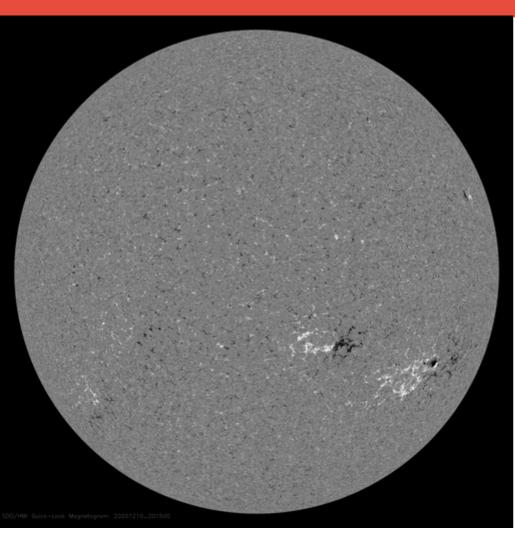
La fotosfera es la zona "superficial" del Sol, donde aparecen las manchas solares. Regiones oscuras formadas por material más frío que sus alrededores y que contienen intensos campos magnéticos. Las manchas solares están relacionadas con la actividad solar.

La imagen actual de la fotosfera, del 10 de diciembre, muestra una mancha etiquetada como 2790.



## 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 salen (entran) líneas de campo magnético, correspondientes a polaridad positiva (negativa).

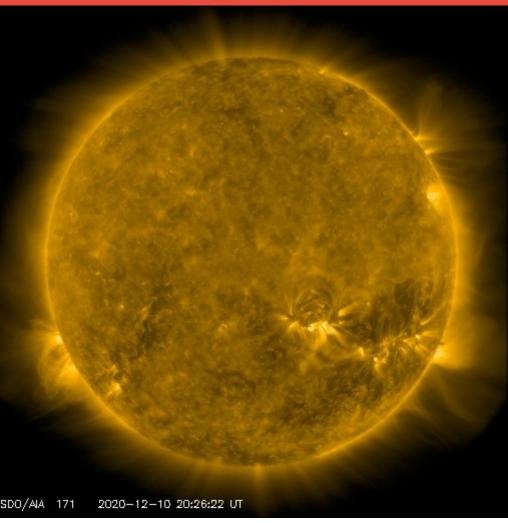
El Sol al 10 de diciembre:

El magnetograma muestra campo magnético intenso correspondiente a la región 2790.



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

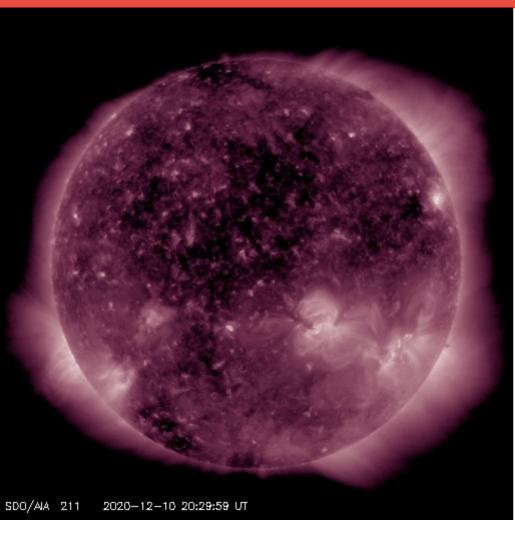
El Sol al 10 de diciembre:

Se observa una zona brillante correspondiente a la región activa 2970.



## 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 10 de diciembre:

Además de los dos hoyos coronales que son comunes en el polo norte y sur, se ubica uno en zona central extendido hace el norte.

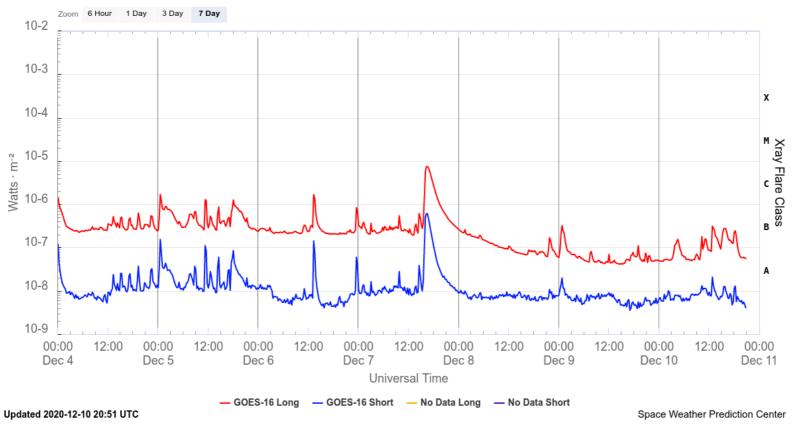


# Actividad solar: Fulguraciones solares



Flujo de rayos X solares detectado por los satélites GOES. Se registró una fulguración clase C7 el día 7. Esta no representa ningún riesgo.





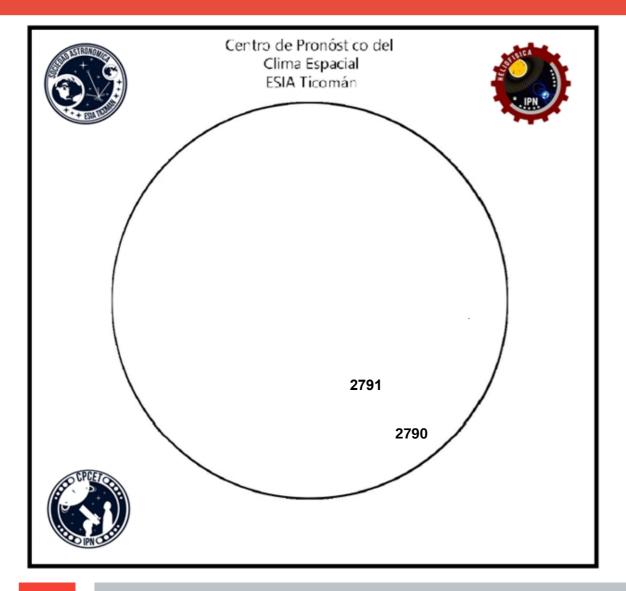
https://www.swpc.noaa.gov/products/goes-x-ray-flux



## Número de Wolf



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: 23

Esta semana se pudieron observar dos regiones activas en la superficie del Sol. Estas fueron la 2790 y 2791 con coordenadas S23W54 y S15W25, respectivamente.

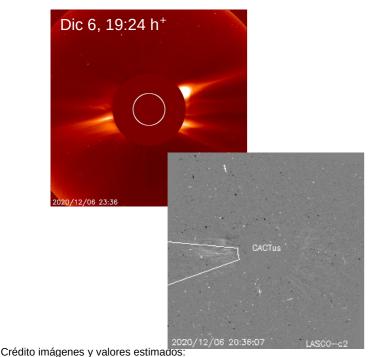
# Eyecciones de Masa Coronal (EMCs): LANC = observación de coronógrafos Servicio Clima Espacial

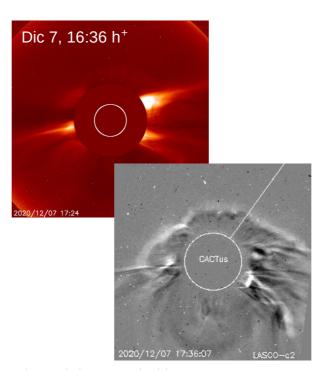
## 3 Eyecciones observadas por SOHO/LASCO C2 y C3

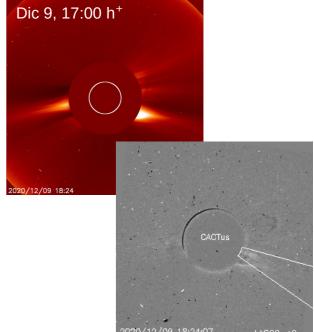
- 2 eyecciones colimadas y 1 tipo halo
- La eyección tipo halo tuvo su región fuente al frente del disco solar.
- El entorno terrestre fue alcanzado por el flanco de la EMC, que provocó perturbaciones geomagnéticas ligeras.

	6/12	7/12	9/12
Velocidad* (km/s)	441	584	157
Posición angular*	97º	halo	245°
Ancho angular*	24°	halo	20°

(\*)Valores estimados sobre la proyección en el plano del cielo. (+)Tiempo de inicio de la observación.







SOHO, the Solar & Heliospheric Observatory

CACTus CME catalog. SIDC at the Royal Observatory of Belgium

# Perturbaciones geomagnéticas: Índices geomagnéticos Kp y Kmex

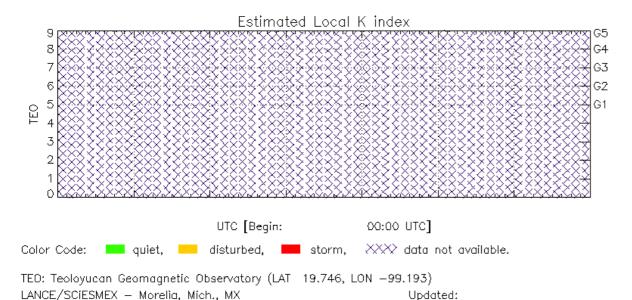


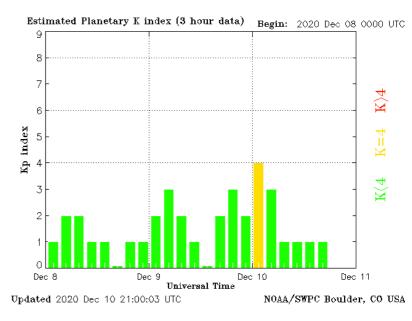
Servicio Clima Espacial

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

No se registró actividad geomagnética significativa en el índice Kp durante la semana. El día 10 de diciembre el campo geomagnético fue perturbado debido al impacto de una onda de choque interplanetaria.

NOTA: Debido a actividades de mantenimiento, no se cuenta con datos del Observatorio de Teoloyucan. Esta condición impide el cálculo del índice Kmex.





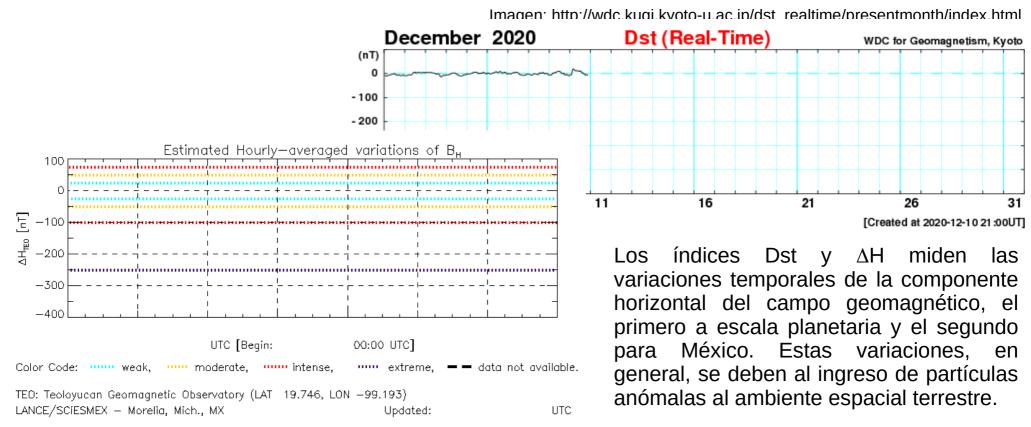
El índice K indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre en intervalos de 3 horas. El índice Kp lo expresa a escala planetaria, mientras que el Kmex lo hace para el territorio mexicano.

# Perturbaciones geomagnéticas: Índice Dst y AH



No se registró actividad geomagnética significativa en el índice Dst durante la semana.

NOTA: Debido a actividades de mantenimiento, no se cuenta con datos del Observatorio de Teoloyucan. Esta condición impide el cálculo del índice  $\Delta H$ .





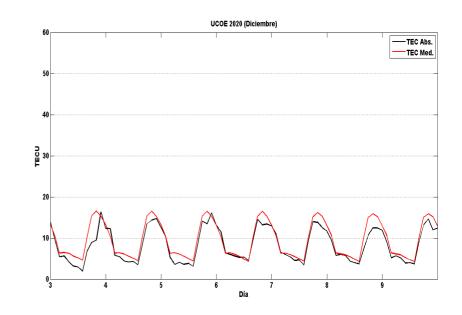


El contenido total de electrones (TEC) es un parámetro que sirve para caracterizar el estado de la ionosfera de la Tierra.

Serie temporal de los valores de TEC (negro) con referencia a su valor mediano (rojo) durante 03.12-09.12.2020 con base en los datos de la estación local UCOE (TLALOCNet, UNAVCO) en las instalaciones del MEXART.

Según los datos locales, se observaron valores bajos de TEC durante la semana. Estas variaciones no son significativas..

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 et al., Influence of GPS/GLONASS Differential Code Biases on the Determination Accuracy of the Absolute Total Electron Content in the Ionosphere, Geomagn. and Aeron., ISSN 0016\_7932, 2015.



## Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra



### Modelo numérico WSA-ENLIL.

El modelo pronosticó el arribo de una EMC para el día 09 de diciembre. Para los próximos días el modelo pronostica un ambiente solar terrestre dominado por corrientes de viento solar promedio con velocidad de aproximadamente 600 km/s. La densidad no presentará variaciones significativas. No se pronostica el arribo de alguna otra EMC para los próximos días.

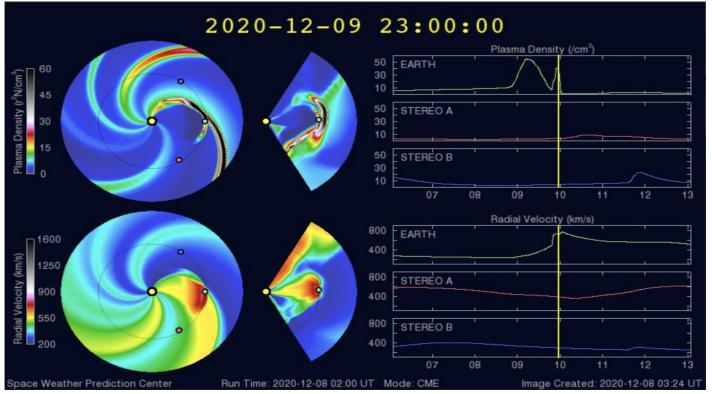


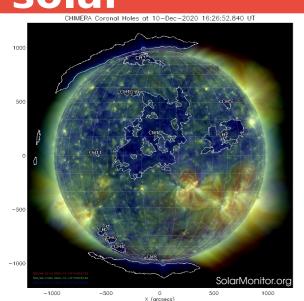
Imagen: http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction



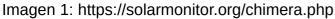
## Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar



Servicio Clima Espacial



Esta semana no se registró región de compresión alguna sin embargo se observó el flanco de una EMCI (área sombreada en imagen 3). Actualmente vemos un hoyo coronal localizado en latitudes bajas (CH1 en imagen 1) el cual puede generar una región de compresión en los siguientes días. La hoja de corriente estuvo por arriba del plano de la eclíptica (área sombreada en amarillo en imagen 2).



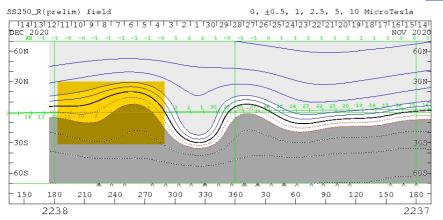


Imagen 2: http://wso.standford.edu/SYNOP/

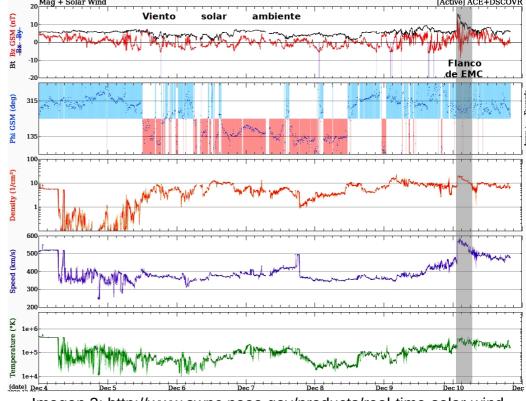
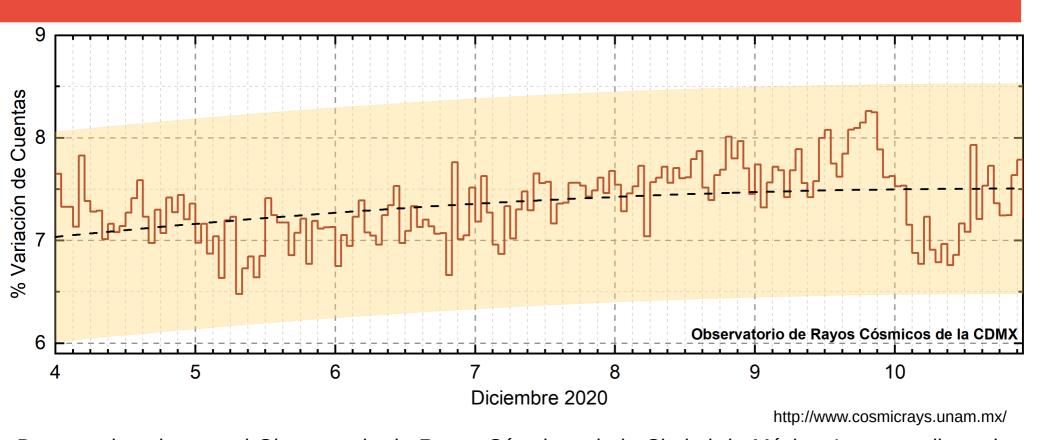


Imagen 3: http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind

# Rayos Cósmicos:





Datos registrados por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. La curva discontinua negra representa el promedio de los datos registrados, el área coloreada en amarillo representa la significación de los datos (±3σ). Cuando se registran variaciones que salen del área, es probable que éstas sean atribuidas a efectos de emisiones solares en el flujo de rayos cósmicos.

Del 04 al 10 de diciembre de 2020, no se detectaron incrementos significativos ( $>3\sigma$ ) en las cuentas de rayos cósmicos.

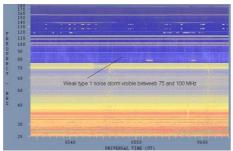


## Tipos de estallidos de radio solares

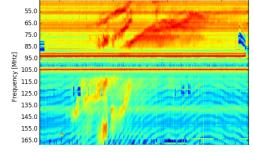


**Tipo I**: Estallidos cortos y banda de emisión estrecha. Ocurren en un gran número sobre un continuo de emisión. Duración de 1 s y en tormenta de horas a días.

Se asocian con regiones activas, fulguraciones y protuberancias eruptivas



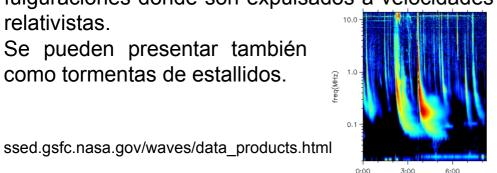
**Tipo II**: Estallidos de deriva lenta. Son la firma de ondas de choque, producidas por fulguraciones o EMCs, que se propagan cerca del Sol y medio interplanetario. Presentan anchos de de emisión estrechos que derivan a frecuencias menores.



spaceacademy.net.au/env/sol/solradp/solradp.htm

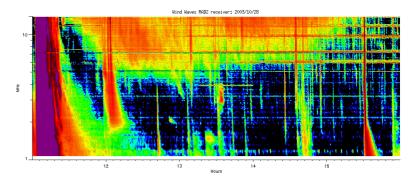
**Tipo III**: Estallidos de deriva rápida, con duración de pocos segundos en el rango métrico. Tienen anchos de emisión amplios. Son producidos en fulguraciones donde son expulsados a velocidades relativistas.

Se pueden presentar también como tormentas de estallidos.



www.rice.unam.mx/callisto

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

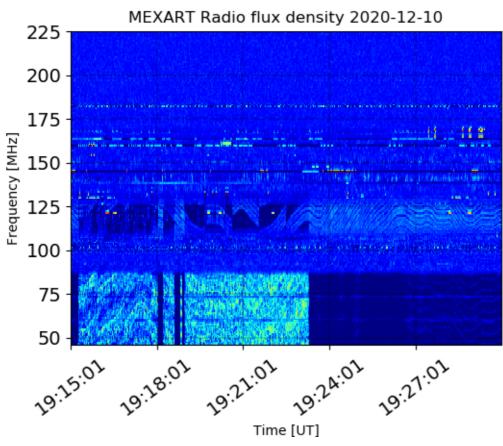


https://ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data\_products.html

# Estallidos de radio solares: Observaciones de Callisto-MEXART



Callisto-MEXART no detectó estallidos de radio esta semana.



http://www.rice.unam.mx/callisto/lightcurve/2020/12



## **Créditos**



#### 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

Ing. Adan Espinosa Jiménez

Ing. Juan Luis Godoy Hernández

Dr. Ernesto Aguilar-Rodriguez

Dra. Verónica Ontiveros

Dra. Tania Oyuki Chang Martínez

Ing. Juan José D'Aquino

M.C. Víctor José Gatica Acevedo

#### **UNAM ENES-Morelia**

Dr. Mario Rodríguez Martínez

Dr. Víctor De la Luz Rodríguez

Lic. Shaden Saray Hernández Anaya

M.C. Raúl Gutiérrez Zalapa

Rafael Zavala Molina

Vanessa Arriaga Contreras

#### **UNAM/PCT**

Lic. Elizandro Huipe Domratcheva

M.C. Víctor Hugo Méndez Bedolla

M.C. Elsa Sánchez García

#### **UANL/LANCE**

Dr. Eduardo Pérez Tijerina

Dr. Enrique Pérez León

Dr. Carlos de Meneses Junior

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

Elaboración: Equipo SCiESMEX

Revisión: Ernesto Aguilar Rodríguez

## Créditos CPCET/SAET-IPN



- 1. Ing. Julio César Villagrán Orihuela
- 2. Ing. Reynaldo Vite Sánchez
- 3. Miguel Daniel González Arias
- 4. Carlos Escamilla León
- 5. Jessica Juárez Velarde
- 6. Pablo Romero Minchaca
- 7. Eric Bañuelos Gordillo
- 8. Alfonso Iván Verduzco Torres
- 9. Katia Lisset Ibarra Sánchez
- 10. Angel Alfonso Valdovinos Córdoba
- 11. Claudia Patricia López Martínez





### 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 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. 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. Rodriguez-Martinez. 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 Fisica 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. Asi 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 pronostico para los modelos WSA-ENLIL y los mapas tomograficos por IPS. Agradecemos a la red e-callisto por los datos proporcionados de espectros electromagnéticos dinámicos de la red internacional de registro de evento de radio solares.

# LAN( E

## **Créditos**

Servicio Clima Espacial

**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 Geociencies 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

**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