



SCIⁱESMEX

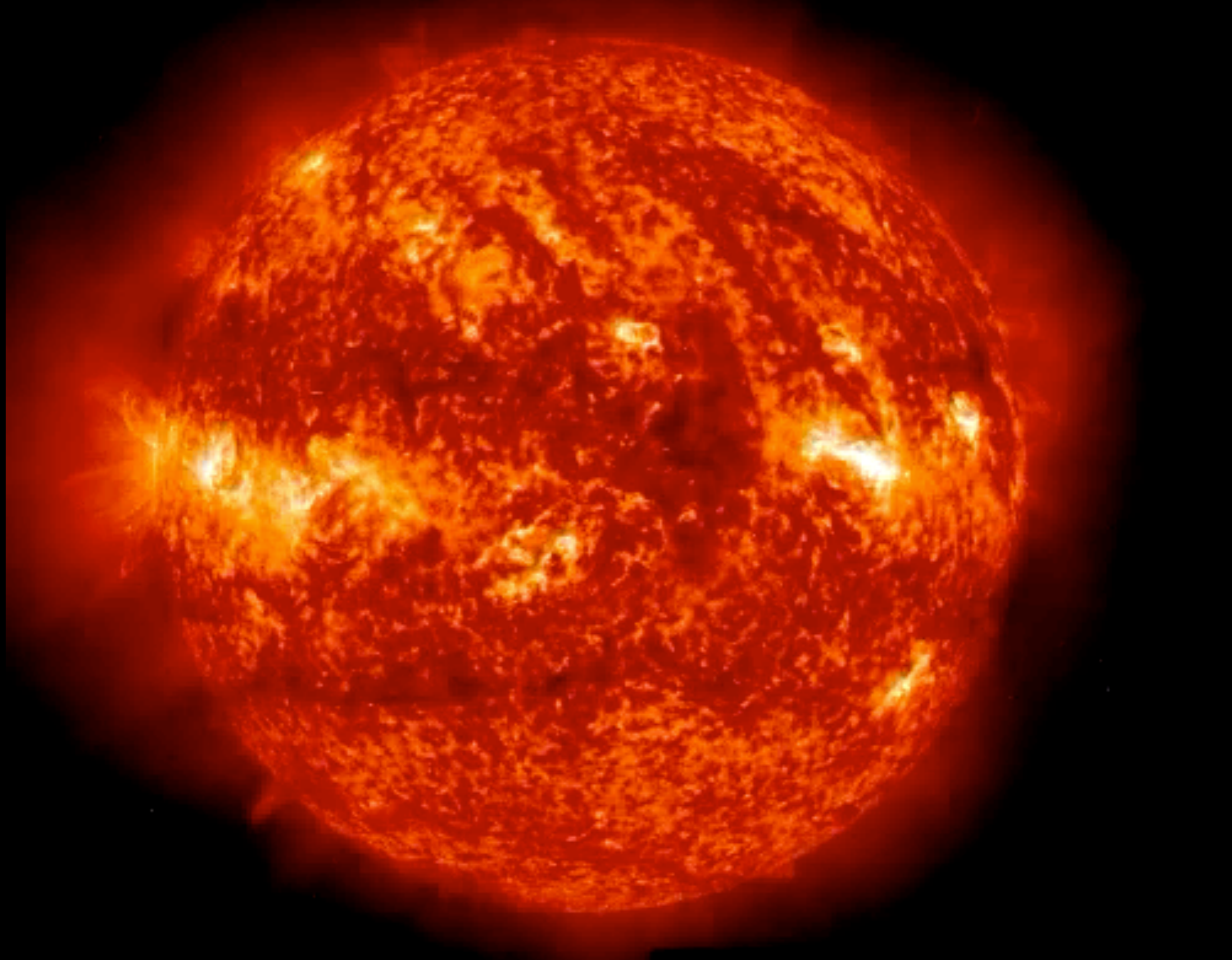
Servicio de Clima Espacial – México
<http://www.sciesmex.unam.mx>

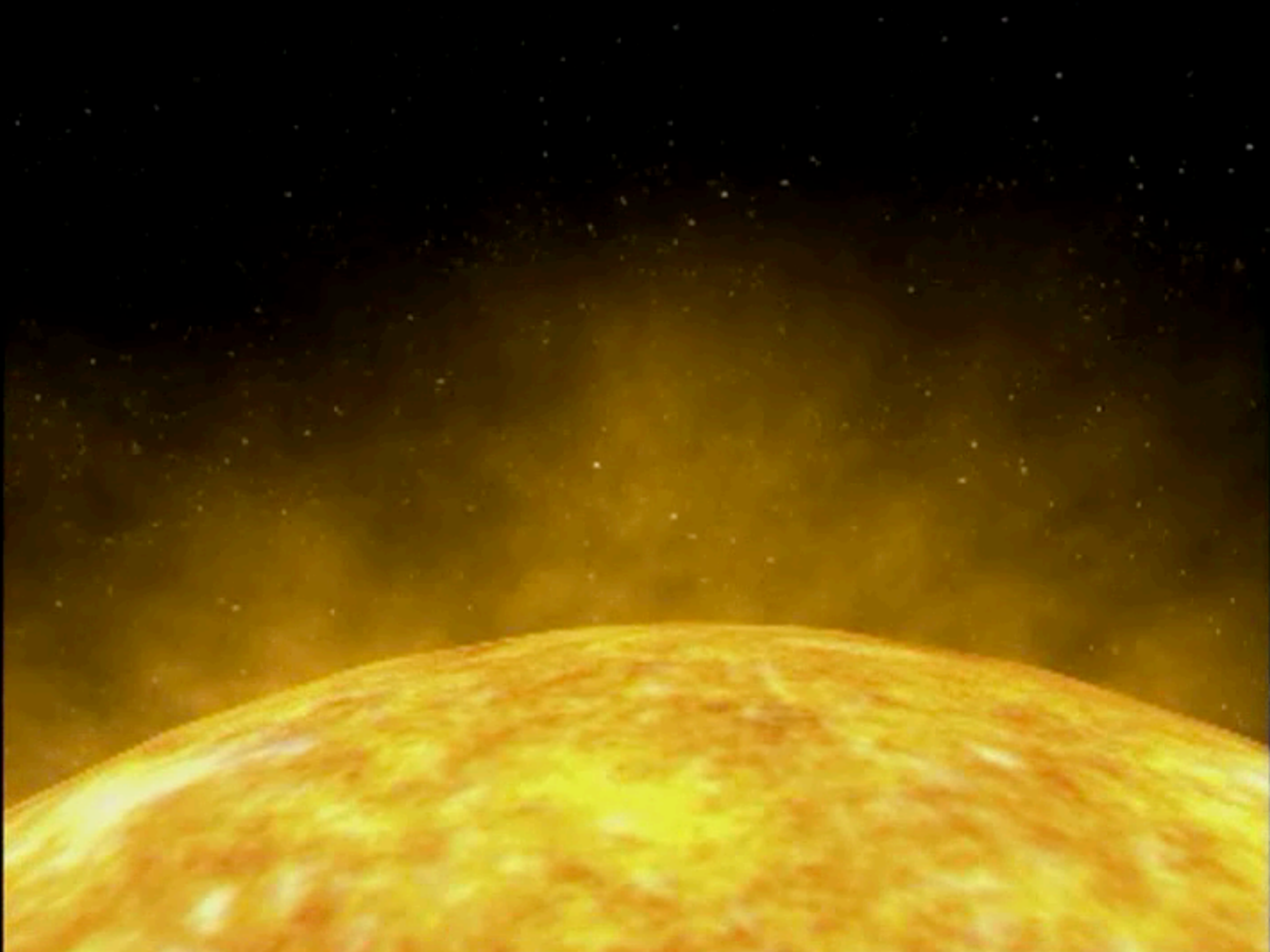
El Servicio de Clima Espacial Mexico y el Sistema de Alerta Temprana



J. Americo González, Victor de la Luz, Julio Mejía, Pedro Corona,
Luis X. Gonzalez, Esteban Hernández, Gerardo Cifuentes
SCIⁱESMEX, IGF, UNAM

- ¿Qué es el Clima Espacial?
 - Fenómenos de actividad solar
 - Perturbaciones geomagnéticas & ionosféricas
 - Afectaciones a nuestra tecnología
 - Seguridad Nacional
- Servicio de Clima Espacial Mexicano (SCiESMEX)
- Colaboración internacional
- Reporte semanal de Clima Espacial del SCiESMEX





Tres fenómenos de Clima Espacial

~ 150 millones de kilómetros de la Tierra

Radiación electromagnética

8 minutes

Gamma rays
X-rays
Ultraviolet
Visible
Infrared
Microwave
Radio

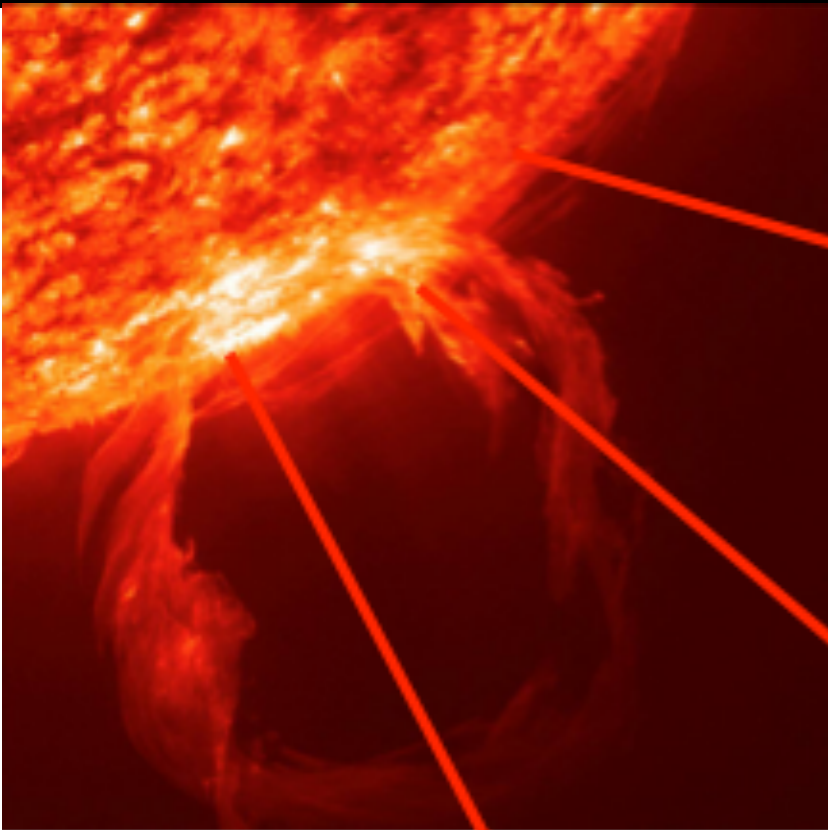
partículas energéticas

10-30 minutes

Heavy Ions
Alpha Particles
Protons
Neutrons
Electrons

nubes de plasma

18-96 hours

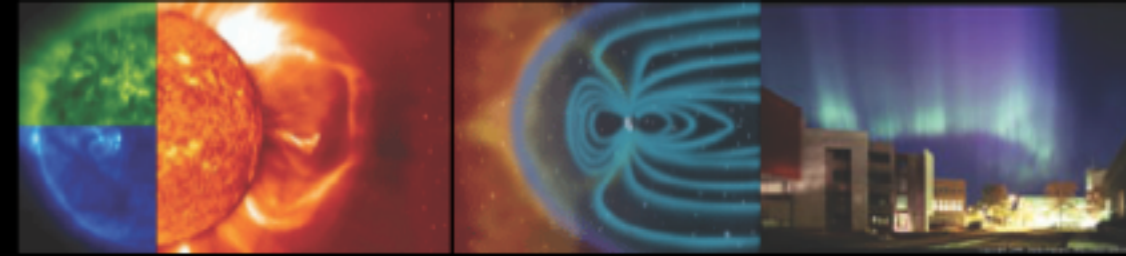


Clima Espacial

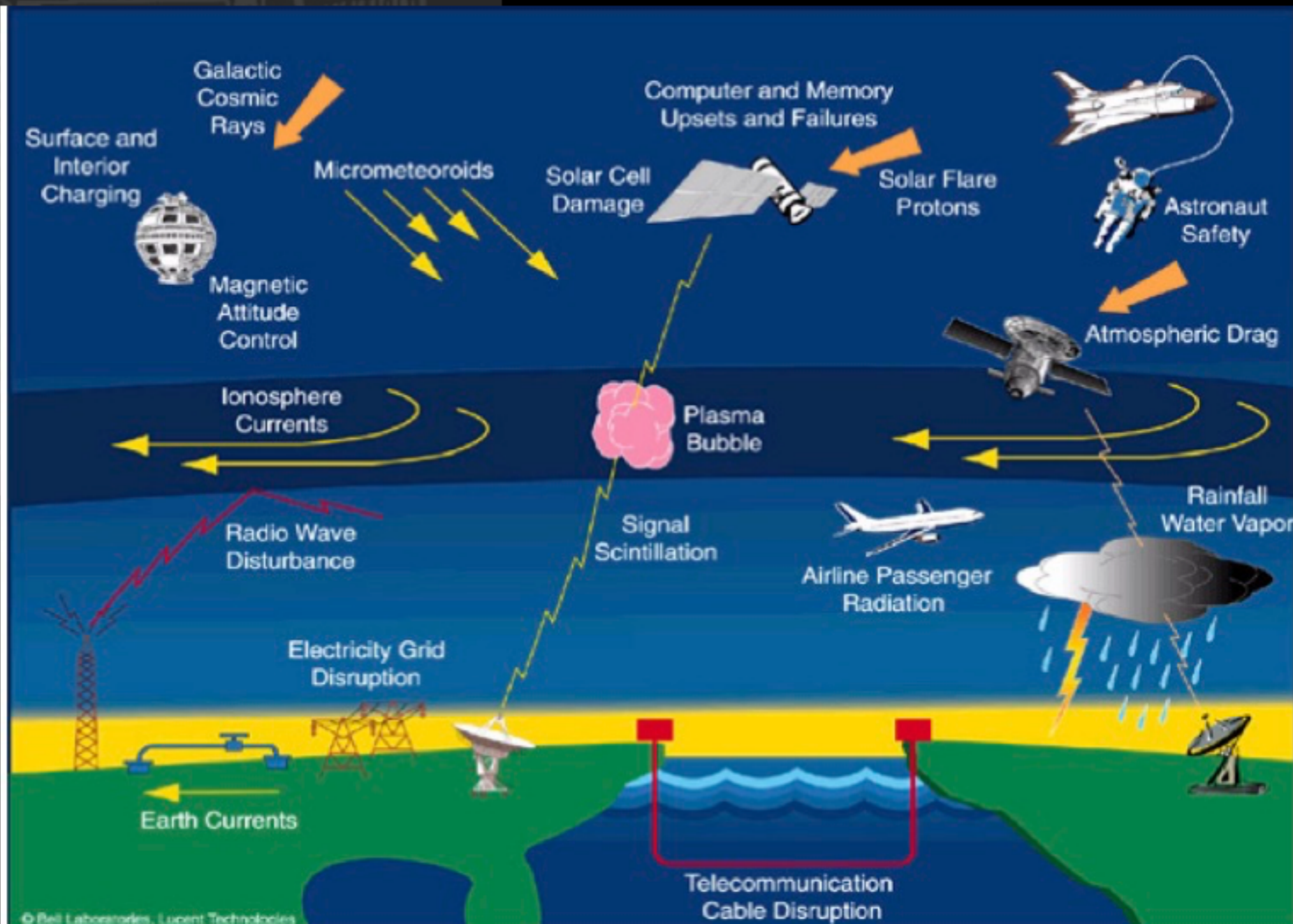
EL ESTADO DEL TIEMPO
ESPACIAL INVOLUCRA:

- EL SOL
- EL VIENTO SOLAR
- LA TIERRA
- LA MAGNETOSFERA
- LA ATMOSFERA DE LA TIERRA





Se define el **Clima Espacial** como las condiciones en el sol, viento solar, magnetosfera y termosfera que pueden afectar la operación y confiabilidad de sistemas tecnológicos en tierra y aire, y que pudieran poner en peligro la salud o la vida humana.



Afectaciones por Eventos de Clima Espacial

- sistemas de posicionamiento global GPS
- sistemas de generación y distribución de energía eléctrica
- fallas en telecomunicaciones
- interrupciones en radiocomunicaciones
- daños en componentes de satélites
- afectaciones para tripulación y pasajeros en vuelos transpolares

Notas de prensa nacional / tormenta solar 17 marzo 2015

Embajada EU en Mex @USEmbassyMEX 17 de mar.

Una #TormentaSolar afecta la Tierra en estos momentos. Esperan anomalías en algunas comunicaciones <http://ow.ly/Ksd4h>



El Universal Ciencia @Univ_Ciencia · 17 de mar.

Poderosa #TormentaSolar afecta #comunicaciones en la Tierra. Es la más poderosa desde 2013: <http://eluni.mx/1O3nFIS>

Intensa tormenta solar alcanza la Tierra

http://www.bbc.co.uk/mundo/ultimas_noticias/2015/03/150316_ulnot_solar_tormenta_tierra_cch.shtml



Noticieros Televisa @NTelevisa_com · 8 hHace 8 horas

Tormenta solar afecta comunicaciones en Tierra

<http://ow.ly/KsZNo>



REFORMACOM @REFORMACOM · 17 de mar.

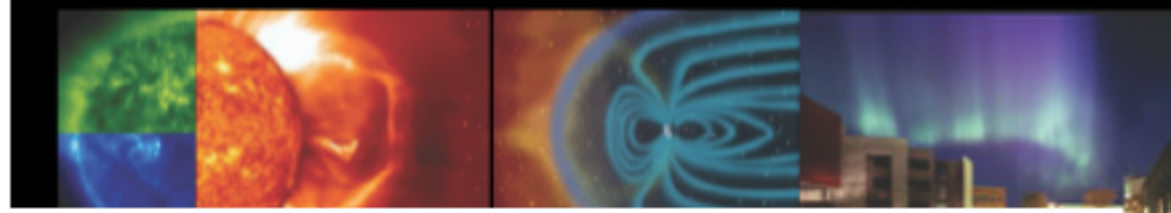
Una tormenta solar azota a la Tierra con potencial de afectar las comunicaciones <http://bit.ly/1MKC9K6>

<http://bit.ly/1MKC9K6>



Joaquín López-Dóriga @lopezdoriga · 19 hHace 19 horas

Severa tormenta solar impacta en la Tierra <http://bit.ly/1Fyaf47>



Tormentas solares intensas registradas en los últimos años

1859 Tormenta conocida como el evento de Carrington (Astrónomo quién reportó la ráfaga asociada). Es la tormenta más intensa registrada. Una eyección de masa coronal le tomó solo unas 17 horas en llegar a la Tierra, afectó las redes de telégrafos en Norte América y Europa, causó algunos incendios y auroras boreales fueron vistas incluso en el Caribe.

1921 La red de telégrafos al oeste del Missisipi se cayó, además la Estación Central de Ferrocarril de Nueva Inglaterra fue destruida por el fuego.

1942 Interrupciones de radar durante la segunda guerra mundial.

1972 Una ráfaga solar interrumpió las comunicaciones telefónicas, este hecho motivó que la compañía AT&T rediseñara su sistema de energía.

1989 Apagón en Quebec, Canadá, dejó a 6 millones de personas sin energía eléctrica por 9 horas, además se registró la quema de transformadores en New Jersey.

2000 Evento de la Bastilla, tormenta geomagnética que causó corto circuito en algunos satélites e interrupciones en radiocomunicaciones.

2003 Tormenta de Halloween, una serie de ráfagas solares y eyecciones de masa coronal provocaron interrupciones a las telecomunicaciones, se observaron auroras boreales en el sur de Texas y países en el mediterráneo, aunado a apagones en Suecia. Se emitieron alertas a las compañías de aviación para evitar volar a altas latitudes.

2006 Una ráfaga solar interrumpió comunicaciones satelitales y señales de navegación de GPS por 10 minutos. La intensa ráfaga dañó el satélite GOES 13 satélite que observaba el Sol en rayos X.

Un reporte de US National Academy of Sciences estimó que si se repitiera un Tormenta Solar como la que ocurrió en 1921, el costo solamente para los Estados Unidos de América sería de 2 billones de dólares (2×10^{12}) durante los primeros cuatro años de la ocurrencia del evento y la recuperación completa tomaría hasta 10 años (NAS, 2008).

Hasta 350 transformadores eléctricos mayores estarían en riesgo dejando sin energía eléctrica cerca de 130 millones de personas. Aún en el caso de que hubiera disponible algún transformador mayor de repuesto, su remplazamiento toma varias semanas.

ESKOM (South Africa) Network reports - 5 Stations, ± 15 Transformers damaged

Station 4 Transformer 6 HV winding failure



Station 3 Transformer 6 LV exit lead overheating



Station 5 Transformer 2

Station 3 Gen Transformer 4 damage

Station 3 Gen. Transformer 5 overheating

Worst Case

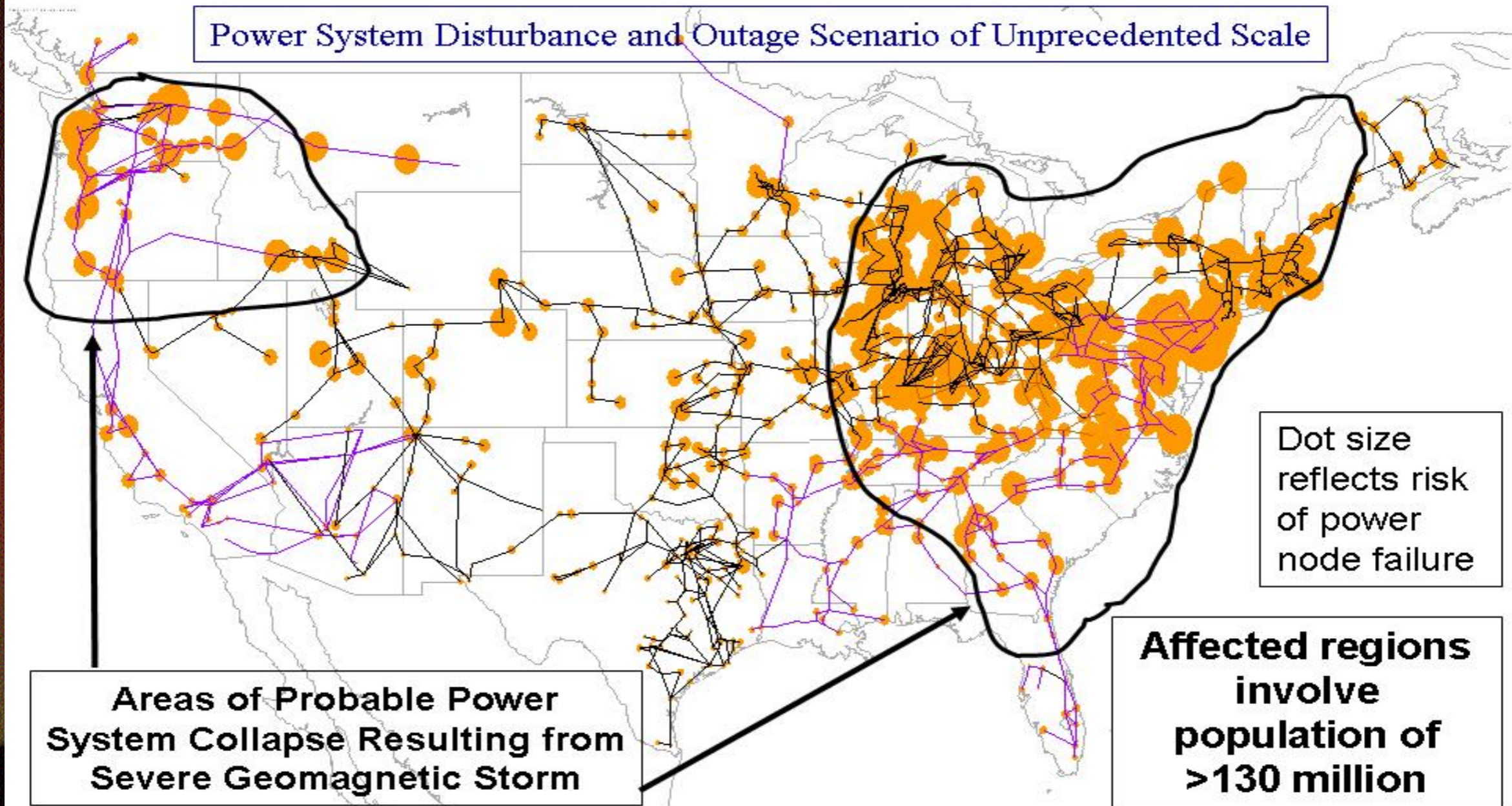
\$1-2 Trillion – Cost of blackout

4-10 years - Recovery time



From National Research Council (NRC) report, "Severe Space Weather Events" (2008)

Power System Disturbance and Outage Scenario of Unprecedented Scale



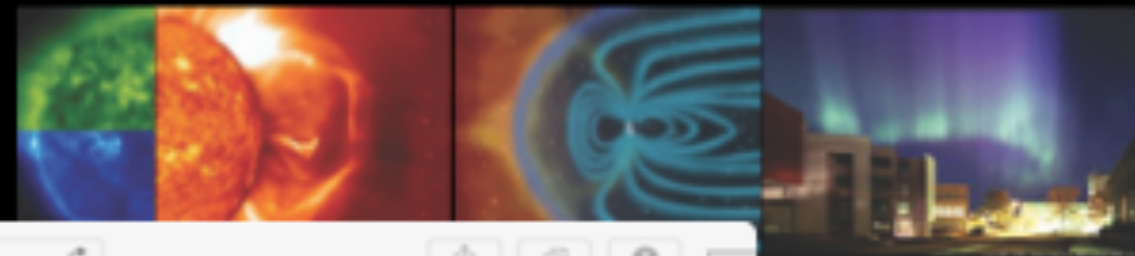
Areas of Probable Power System Collapse Resulting from Severe Geomagnetic Storm

Dot size reflects risk of power node failure

Affected regions involve population of >130 million

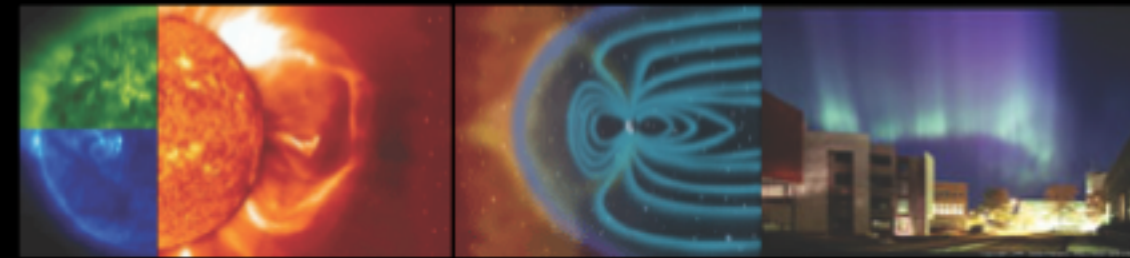
Two key components

- **The External Driver (Space Weather)**
 - Time varying currents in the ionosphere and magnetosphere driven by interaction with disturbed solar wind
- **The Geological Conductivity Structure**
 - Naturally induced currents below Earth's surface
 - Significantly modifies impact of Space Wx driver

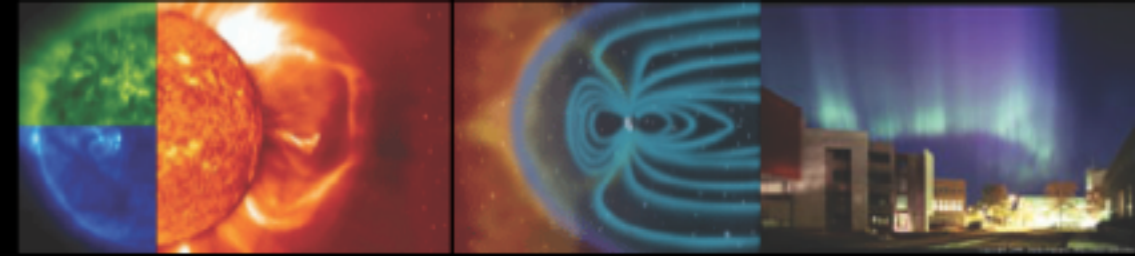


The screenshot shows the SCiESMEX website interface. At the top, there is a navigation bar with the UNAM logo and the text "Universidad Nacional Autónoma de México" and "SCiESMEX Servicio de Clima Espacial - MX". Below this is a search bar and a menu with options like "Inicio", "Tiempo Real", "Alertas", etc. The main content area features a large graphic with a sun and a globe, and a section titled "Servicio de Clima Espacial - México" with a brief description. On the right, there is a "Tweets" section with two tweets from SCiESMEX / UNAM MX.



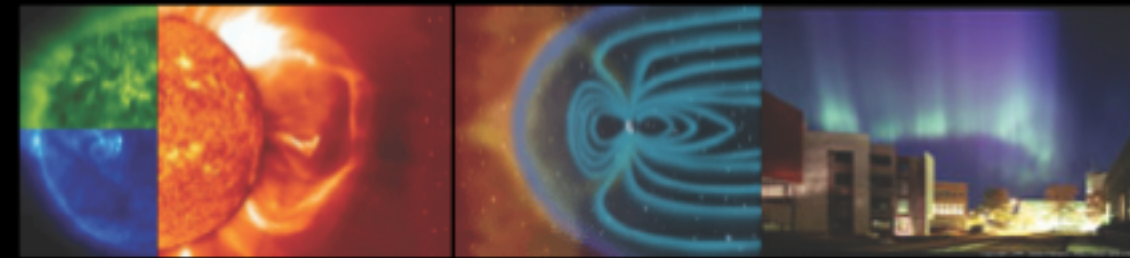


- SCIESMEX se crea en octubre de 2014
- Proyecto apoyado por la convocatoria 2014 de Cátedras CONACyT de Jóvenes Investigadores (4 plazas)
- Proyecto apoyado por el fondo sectorial CONACyT-AEM 2015
- El grupo de trabajo es un equipo interinstitucional que involucra a 15 investigadores, 6 técnicos académicos y estudiantes de posgrado y licenciatura



Objetivos del SCIESMEX

- **Monitorear las condiciones del Sol, medio interplanetario, entorno geomagnético y la ionosfera para prevenir eventos de Clima Espacial.**
- **Emitir de manera científica, técnica y eficiente alertas informativas de Clima Espacial a usuarios a través de redes sociales.**
- **Informar de manera científica, técnica, profesional y eficiente a la sociedad mexicana, al sector público, el sector privado y militar sobre los posibles efectos de la actividad solar sobre el territorio nacional.**
- **Operar la aplicación web (www.sciesmex.unam.mx) que almacena, distribuye y divulga los datos en tiempo real de Clima Espacial de la red UNAM y del ISES.**



COLABORACION NACIONAL

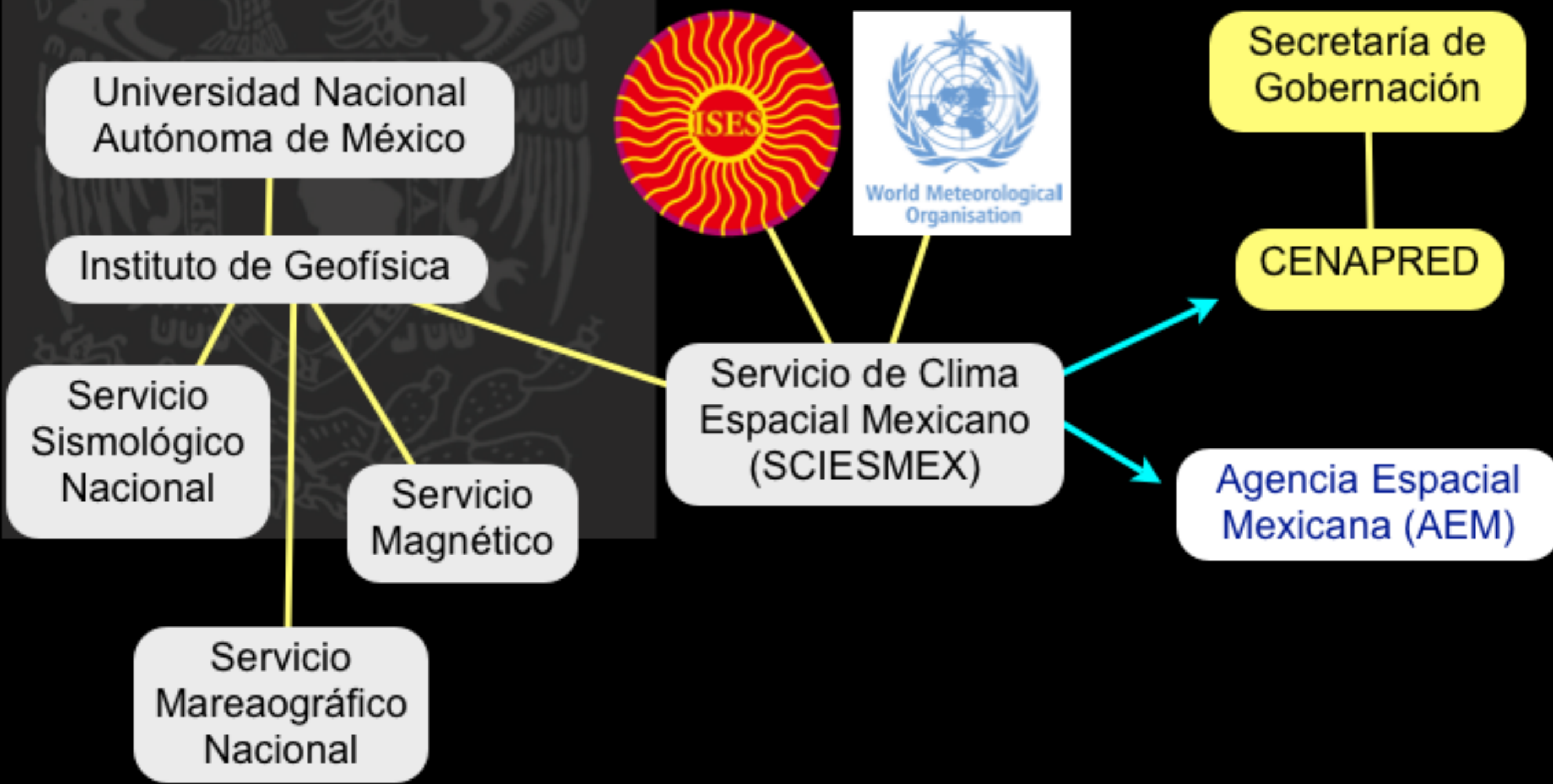
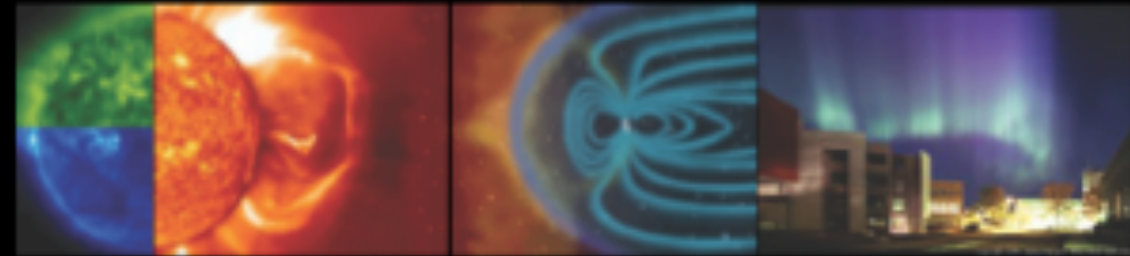
En atención a las modificaciones de la Ley General de Protección Civil se ha conformado una comisión espacial con CENAPRED y la AEM para desarrollar los protocolos correspondientes a eventos de Clima Espacial.

COLABORACION INTERNACIONAL

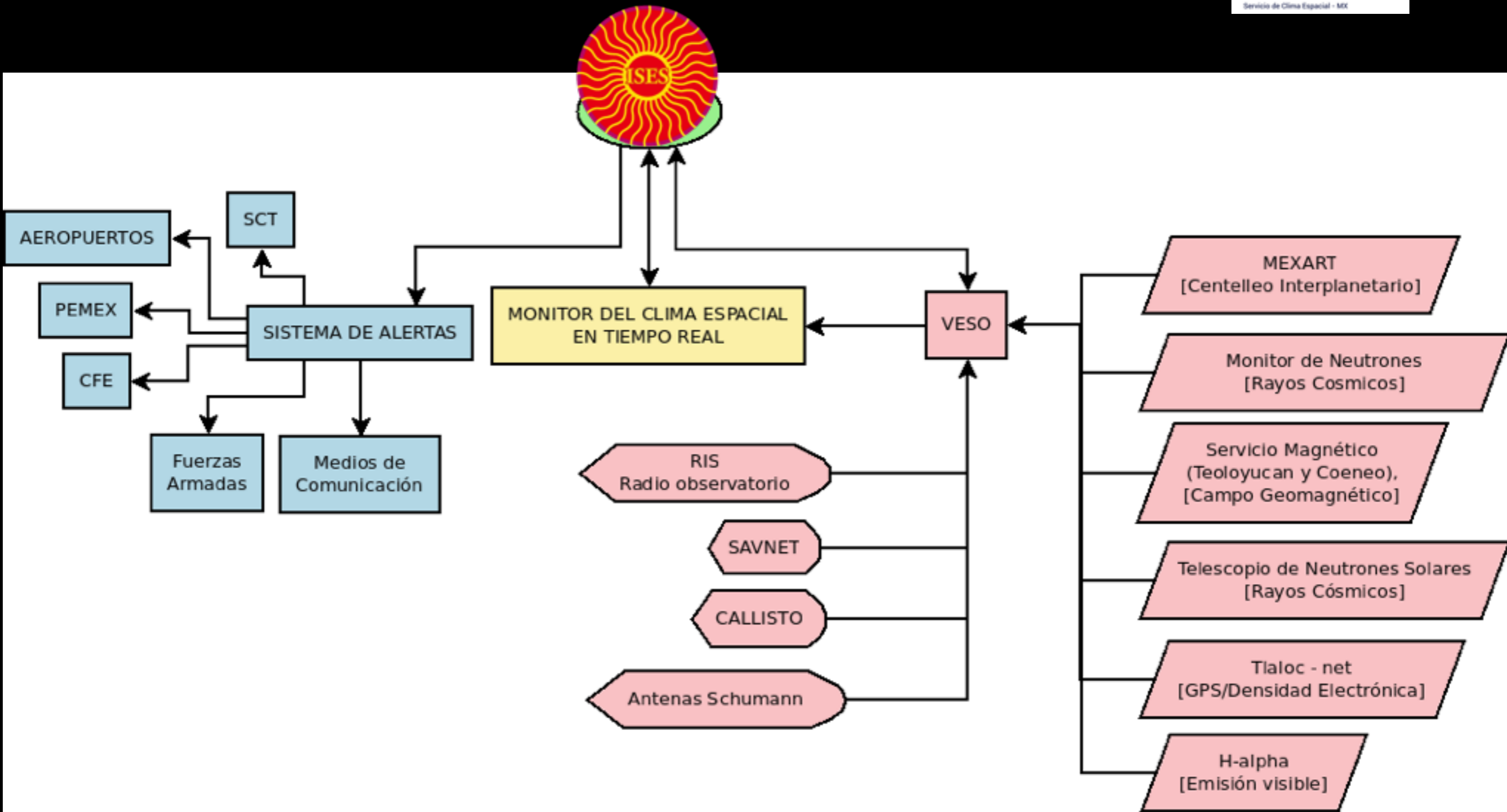
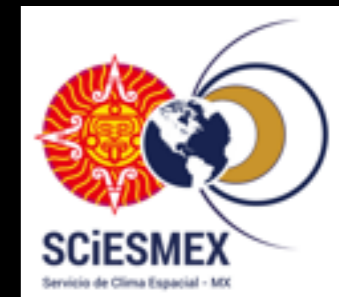
Nominado por la SRE, la AEM y el SMN, el SCIESMEX forma parte de los tres grupos internacionales que definen las políticas mundiales en Clima Espacial: (1) miembro de la delegación de México ante la comisión técnica de expertos en Clima Espacial de la Oficina para Asuntos del uso Pacifico del Espacio Ultraterrestre de la ONU; (2) Regional Warning Center del ISES; y (3) miembro del Inter-programme Coordination Team on Space Weather (ICTSW) de la WMO.



Organigrama



Sistema de Alerta Temprana



Protocolo de alertas

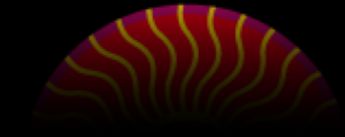
ISES

Instrumentos de Medición

Algoritmos de detección de eventos

Generación de aviso.

Actualización de aviso en servidor ftp



SCiESMEX

Monitoreo de servidor ftp

Traducción de aviso al español

¿Es un evento importante?

Enviar aviso por correo electrónico (segmentado).

Enviar aviso a redes sociales.

Enviar SMS (experimental).



NOAA Space Weather Scales

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

Category	Effect	Physical measure	Average Freq. (1 cycle = 11 yrs)
Scale	Descriptor	Duration of event will influence severity of effects	

Radio Blackouts			
Scale	Descriptor	Effect	Average Freq. (1 cycle = 11 yrs)
R 5	Extreme	HF Radio: Complete HF (high frequency**) radio blackout on the sunlit side of the Earth lasting for a number of hours. This results in no radio contact with mariners and en route aviators in this sector. Navigation: Low-frequency navigation signals used by maritime aviation systems experience outages on the sunlit side of the Earth for several hours, causing loss in positioning. Increased satellite navigation positioning for several hours on the sunlit side of Earth, which may be into the night side.	
R 4	Severe	HF Radio: HF radio communication blackout on most of the sunlit side of Earth for one to two hours. HF radio contact lost during this time. Navigation: Outages of low-frequency navigation signals cause error in positioning for one to two hours. Minor disruptions of satellite navigation possible on the sunlit side of Earth.	
R 3	Strong	HF Radio: Wide area blackout of HF radio communication, loss of contact for about an hour on sunlit side of Earth. Navigation: Low-frequency navigation signals degraded for about an hour.	
R 2	Moderate	HF Radio: Limited blackout of HF radio communication on sunlit side of Earth for tens of minutes. Navigation: Degradation of low-frequency navigation signals for tens of minutes.	
R 1	Minor	HF Radio: Weak or minor degradation of HF radio communication on sunlit side, occasional loss of radio contact. Navigation: Low-frequency navigation signals degraded for brief periods.	

* Flux, measured in the 0.1-0.8 nm range, in $W \cdot m^{-2}$. Based on this measure, but not considered.

** Other frequencies may also be affected by these conditions.

Radio Blackouts

Category	Effect	Physical measure	Average Freq. (1 cycle = 11 yr)
Scale	Descriptor	Duration of event will influence severity of effects	

Solar Radiation Storms			
Scale	Descriptor	Effect	Average Freq. (1 cycle = 11 yr)
S 5	Extreme	Biological: unavoidable high radiation hazard to astronauts on EVA; radiation exposure to passengers and crew in commercial jets at high latitudes (approximately 100 chest x-rays); high radiation exposure to passengers and crew in commercial jets at high latitudes (approximately 100 chest x-rays). Satellite operations: satellites may be rendered useless, memory loss, cause loss of control, may cause serious noise in image data, star trackers may be unable to locate sources; permanent damage to solar panels possible. Other systems: complete blackout of HF (high frequency) communication possible through the polar regions, and position errors make navigation operations extremely difficult.	
S 4	Severe	Biological: unavoidable radiation hazard to astronauts on EVA; radiation exposure to passengers and crew in commercial jets at high latitudes (approximately 10 chest x-rays) is possible. Satellite operations: may experience memory device problems and star-tracker problems may cause orientation problems. Other systems: blackout of HF radio communications through the polar regions and increased navigation errors over several days are likely.	
S 3	Strong	Biological: radiation hazard avoidance recommended for astronauts; radiation exposure to passengers and crew in commercial jets at high latitudes may reach 1 chest x-ray. Satellite operations: single-event upsets, noise in imaging systems, and reduction of efficiency in solar panel are likely. Other systems: degraded HF radio propagation through the polar regions and navigation position errors likely.	
S 2	Moderate	Biological: none. Satellite operations: infrequent single-event upsets possible. Other systems: small effects on HF propagation through the polar regions and navigation at polar cap locations possibly affected.	
S 1	Minor	Biological: none. Satellite operations: none. Other systems: minor impacts on HF radio in the polar regions.	

Radiation Storms

Category	Effect	Physical measure	Average Freq. (1 cycle = 11 yrs)
Scale	Descriptor	Duration of event will influence severity of effects	
Geomagnetic Storms			
G 5	Extreme	Power systems: widespread voltage control problems and protective system problems can occur, some grid systems may experience complete collapse or blackouts. Transformers may experience damage. Spacecraft operations: may experience extensive surface charging, problems with orientation, uplink/downlink and tracking satellites. Other systems: pipeline currents can reach hundreds of amps, HF (high frequency) radio propagation may be impossible in many areas for one to two days, satellite navigation may be degraded for days, low-frequency radio navigation can be out for hours, and aurora has been seen as low as Florida and southern Texas (typically 40° geomagnetic lat.)**. Physical measure: Kp = 9. Average Freq.: 4 per cycle (4 days per cycle).	
G 4	Severe	Power systems: possible widespread voltage control problems and some protective systems will mistakenly trip out key assets from the grid. Spacecraft operations: may experience surface charging and tracking problems, corrections may be needed for orientation problems. Other systems: induced pipeline currents affect preventive measures, HF radio propagation sporadic, satellite navigation degraded for hours, low-frequency radio navigation disrupted, and aurora has been seen as low as Alabama and northern California (typically 45° geomagnetic lat.)**. Physical measure: Kp = 8, including a 9-10. Average Freq.: 100 per cycle (60 days per cycle).	
G 3	Strong	Power systems: voltage corrections may be required, false alarms triggered on some protection devices. Spacecraft operations: surface charging may occur on satellite components, drag may increase on low-Earth-orbit satellites, and corrections may be needed for orientation problems. Other systems: intermittent satellite navigation and low-frequency radio navigation problems may occur, HF radio may be intermittent, and aurora has been seen as low as Illinois and Oregon (typically 50° geomagnetic lat.)**. Physical measure: Kp = 7. Average Freq.: 200 per cycle (130 days per cycle).	
G 2	Moderate	Power systems: high-latitude power systems may experience voltage alarms, long-duration storms may cause transformer damage. Spacecraft operations: corrective actions to orientation may be required by ground control; possible changes in drag affect orbit predictions. Other systems: HF radio propagation can fade at higher latitudes, and aurora has been seen as low as New York and Idaho (typically 55° geomagnetic lat.)**. Physical measure: Kp = 6. Average Freq.: 600 per cycle (360 days per cycle).	
G 1	Minor	Power systems: weak power grid fluctuations can occur. Spacecraft operations: minor impact on satellite operations possible. Other systems: migratory animals are affected at this and higher levels; aurora is commonly visible at high latitudes (northern Michigan and Maine)**. Physical measure: Kp = 5. Average Freq.: 1700 per cycle (900 days per cycle).	

Geomagnetic Storms

Medios de difusión

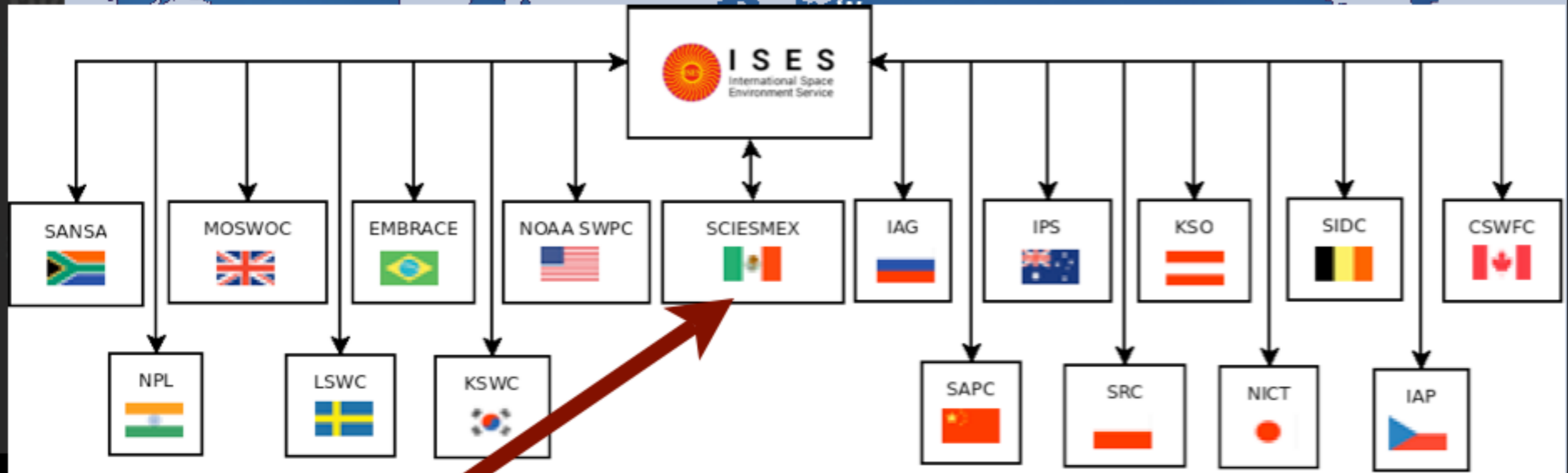
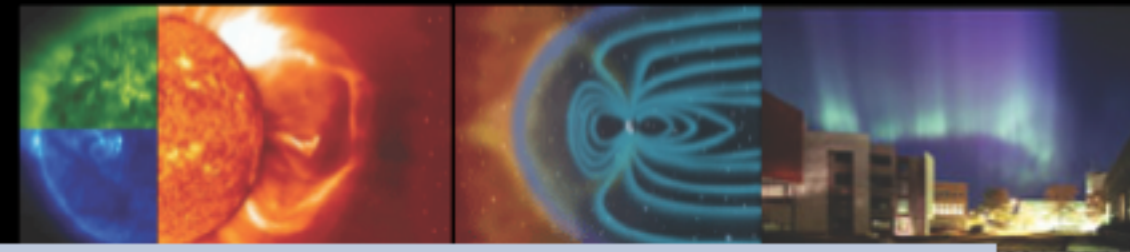


Twitter

Facebook

Correo electrónico (registro)

SMS (lista restringida)



Lund Moscow

Sydney



SCiESMEX

Servicio de Clima Espacial – México

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



AEM | AGENCIA
ESPACIAL
MEXICANA



Síguenos en



/sciesmex



@sciesmex

