

Los fenómenos de interacción entre el Sol y la Tierra

Gonzalo Tancredi

**Depto. de Astronomía – Fac. Ciencias
Observatorio Astronómico Los Molinos – MEC**

Leda Sánchez Bettucci

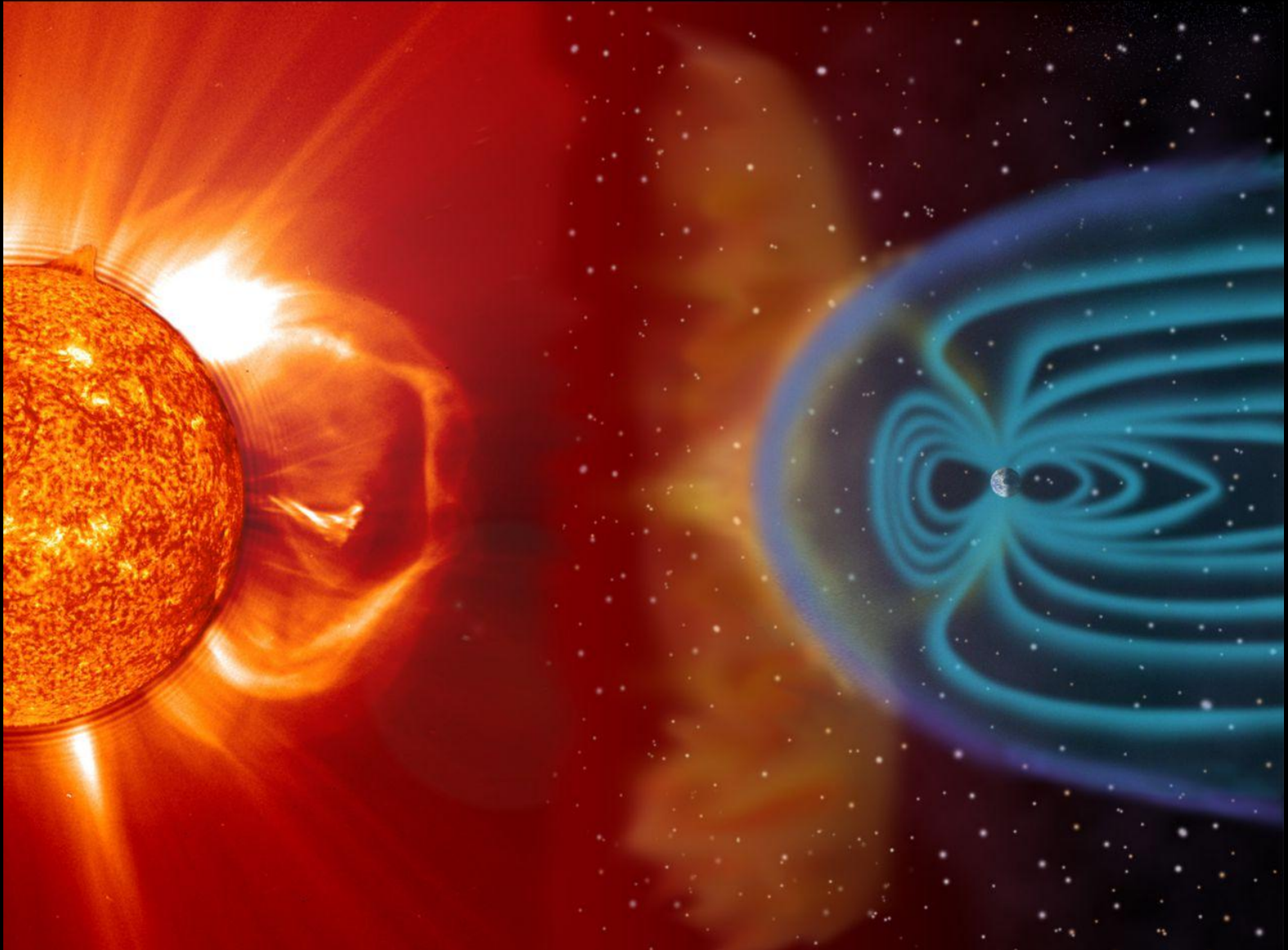
**Inst. de Ciencias Geológicas – Fac. Ciencias
Laboratorio de Geofísica y Geotectónica**

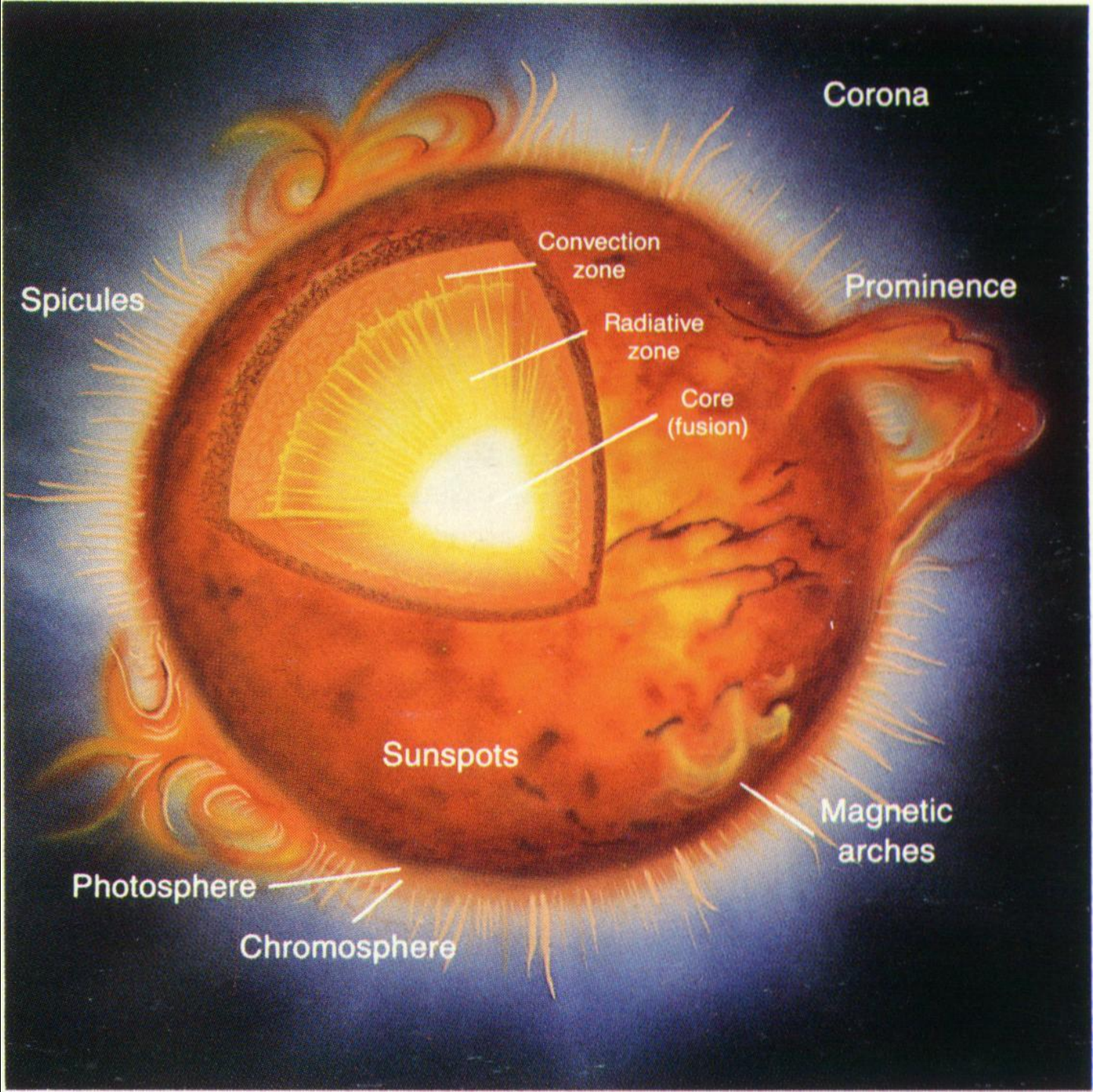
Interacciones de la Tierra y su entorno planetario

Ejemplos:

- Perturbaciones gravitacionales que cambian la órbita de la Tierra, con consecuencias climáticas: ciclo de Milankovitch
- Las mareas luni-solares sobre los océanos, atmósfera y núcleo líquido
- Procesos de craterización de superficies y meteoritos
- Ciclo solar y variaciones en el flujo
- Viento solar, Tormentas solares e interacción con el campo magnético terrestre

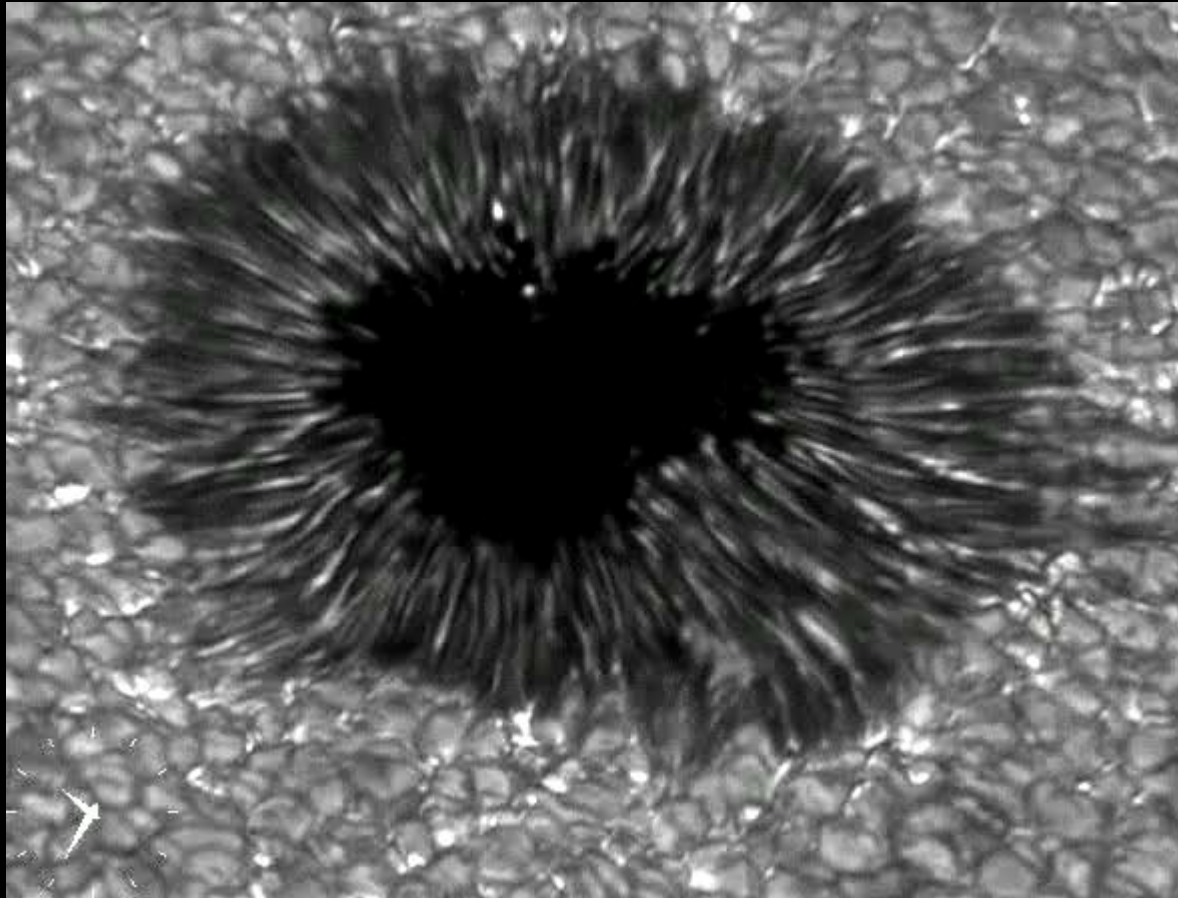
Vivimos en la atmósfera extendida de una estrella





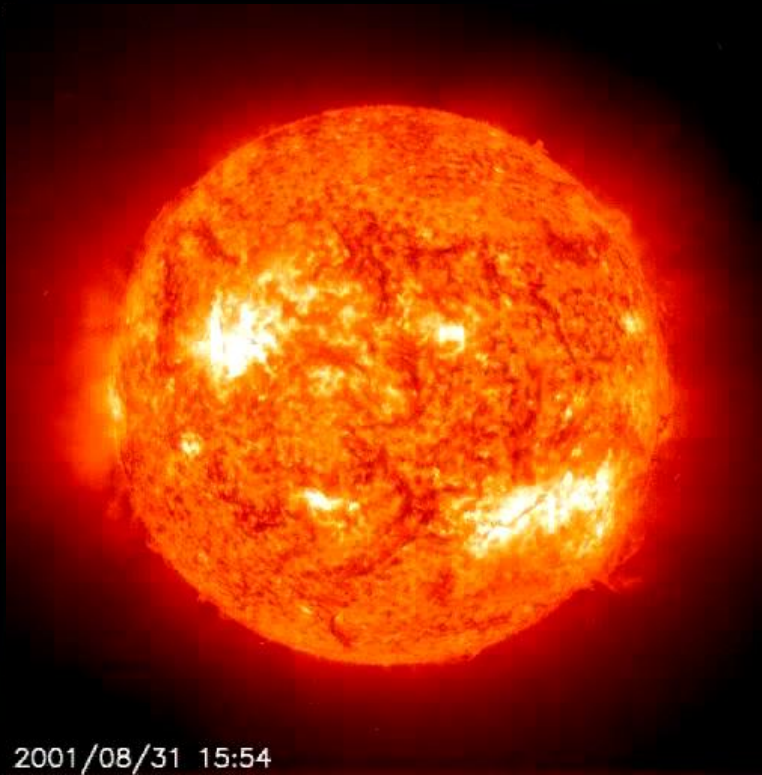
Manchas solares

- Una mancha solar es una región oscura y más fría sobre la superficie solar.
- Las manchas solares persisten desde varias horas hasta varios meses.
- Las manchas solares son ocasionadas por una concentración en el Sol de líneas de campo magnético.



Manchas solares bajo las regiones activas

Este video muestra como las manchas solares visibles son el motor que modula la actividad precisamente sobre la superficie solar.

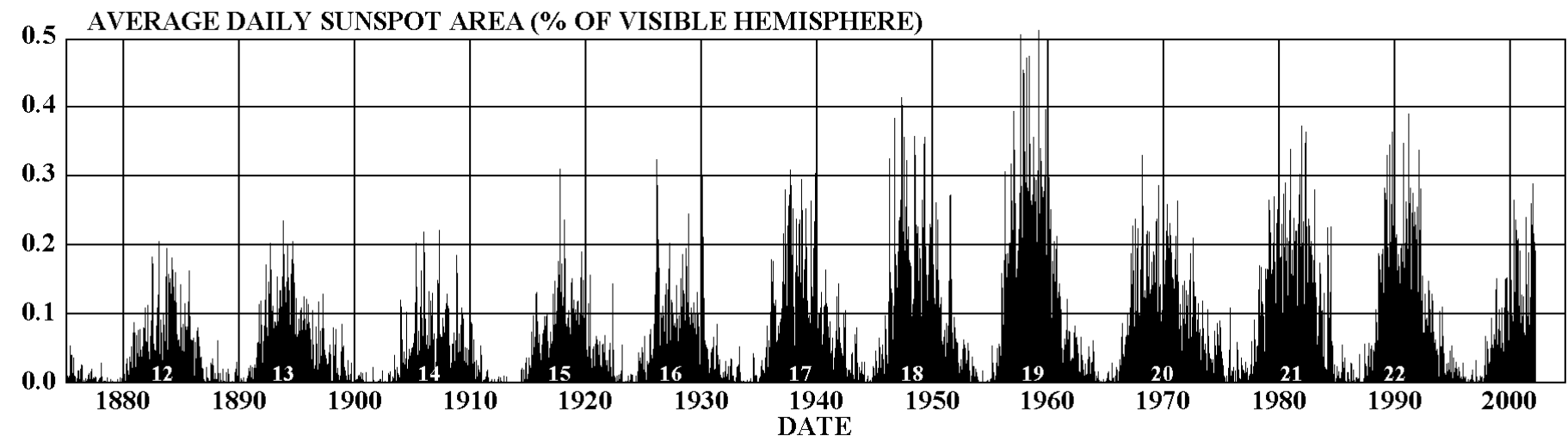
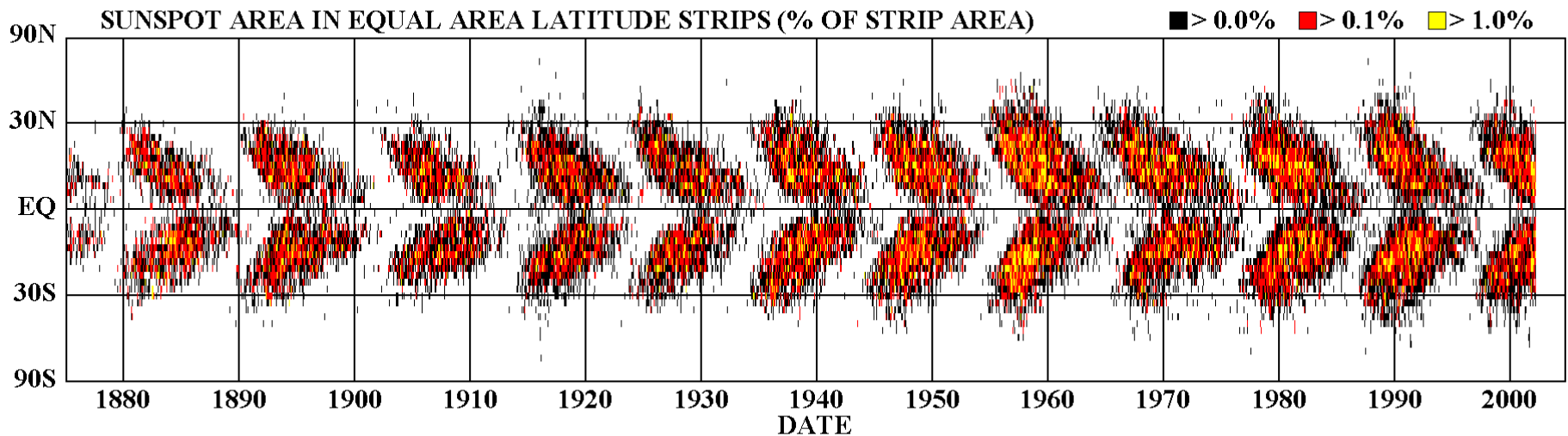


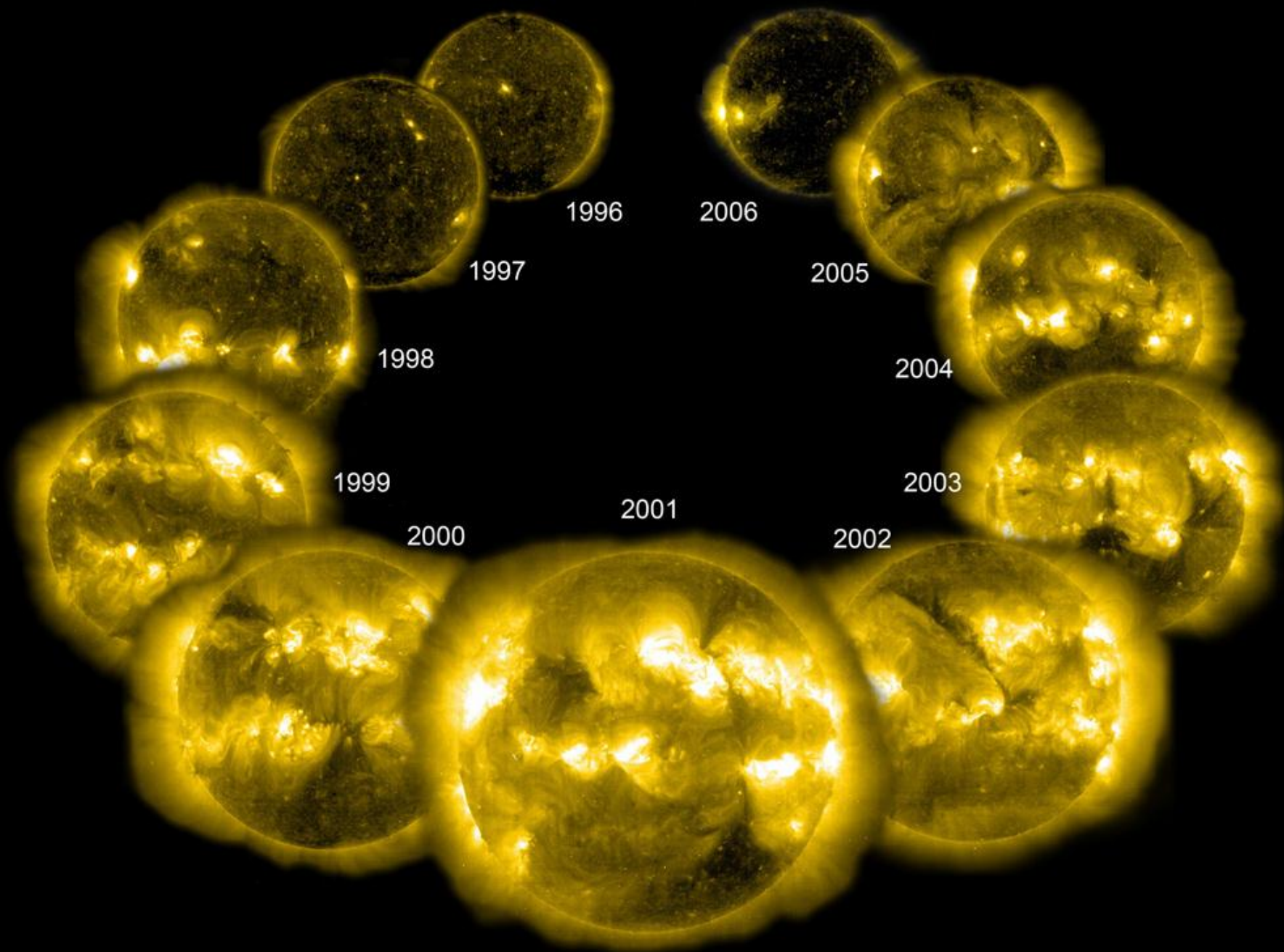
2001/08/31 15:54



El Ciclo de Actividad Solar de ~11 años

DAILY SUNSPOT AREA AVERAGED OVER INDIVIDUAL SOLAR ROTATIONS





1996

2006

1997

2005

1998

2004

1999

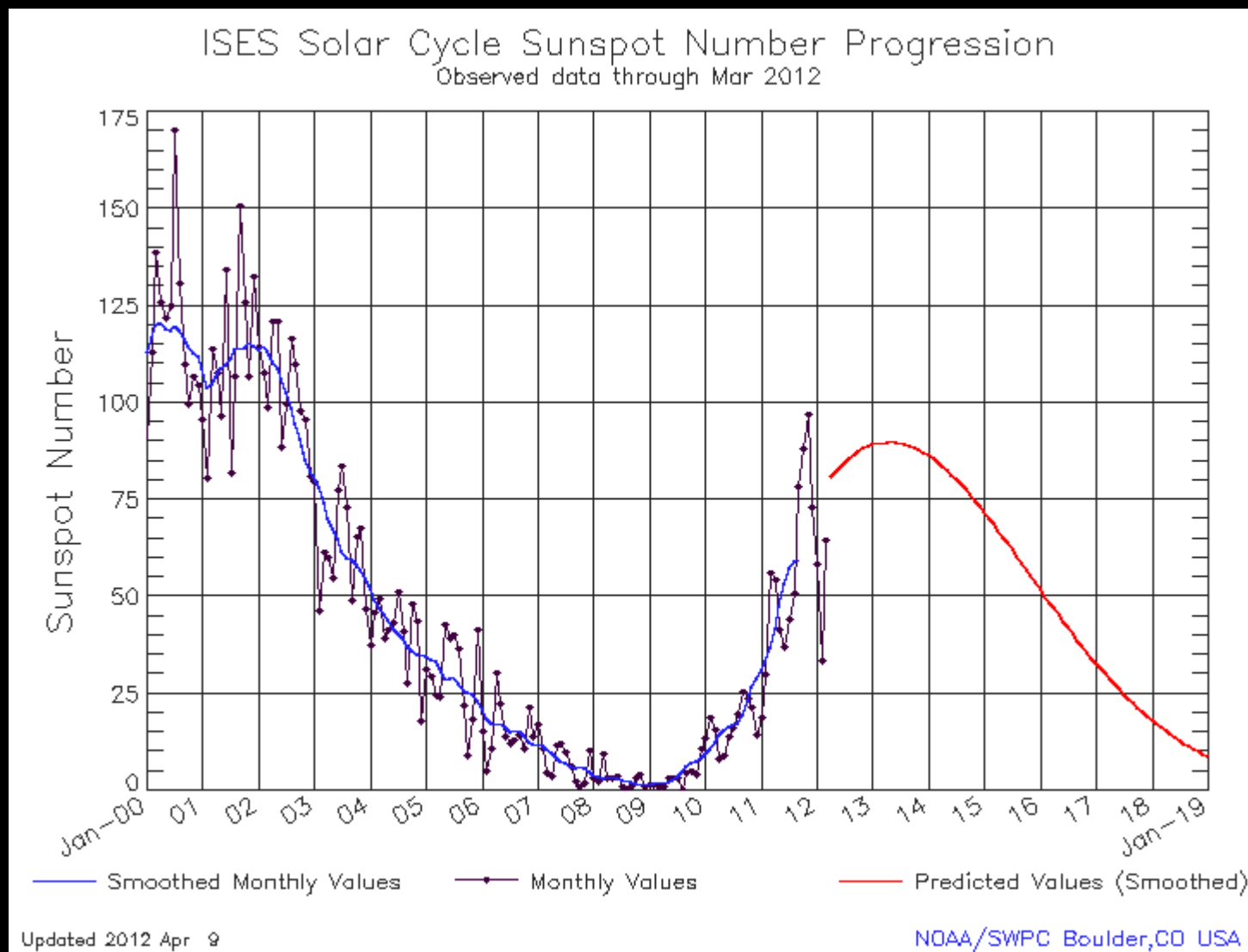
2003

2000

2001

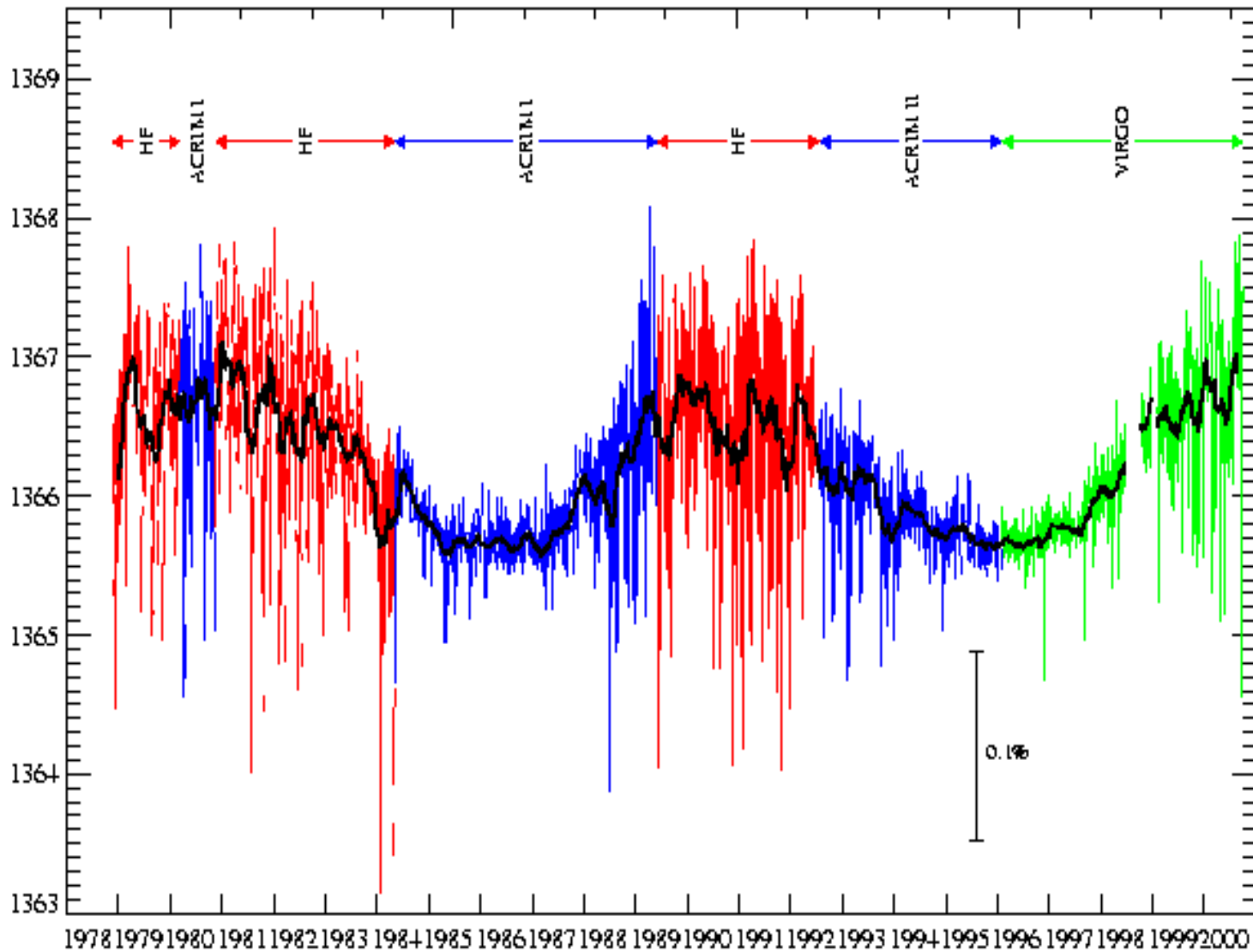
2002

El ciclo solar 24



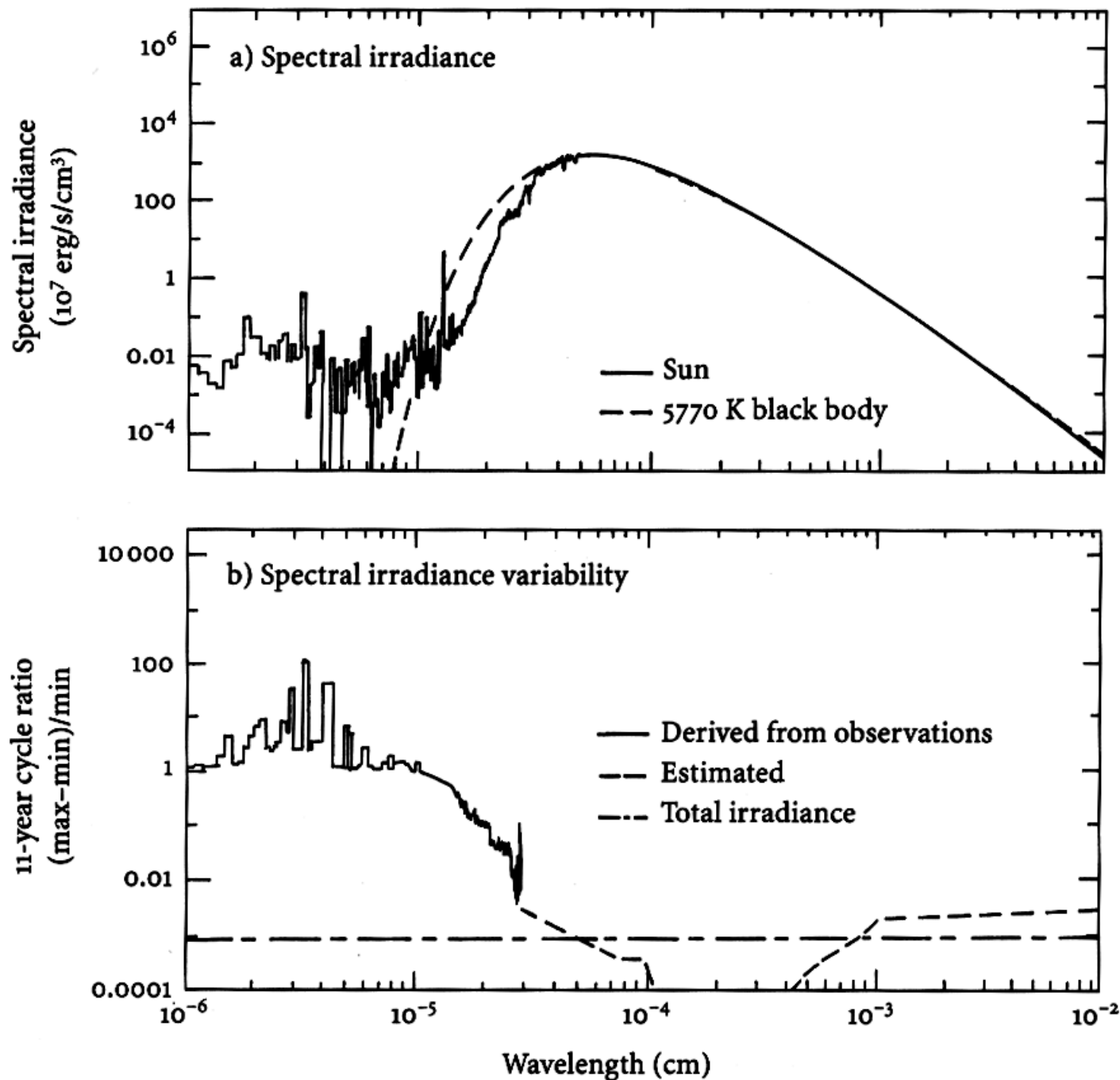
Variación del flujo solar ("constante" solar)

Irradiancia Solar (W m^{-2})



Año

Variación del espectro del Sol durante un ciclo solar



Efecto de la radiación solar (fotones) en la atmósfera

La radiación UV solar si bien es solo el 1% y no afecta directamente la superficie terrestre, **controla todo el perfil térmico de la atmósfera** por encima de la troposfera y la mayor parte de los procesos químicos, dinámicos y radiativos.

La radiación UV es absorbida por el ozono, el oxígeno molecular y el nitrógeno, lo que produce

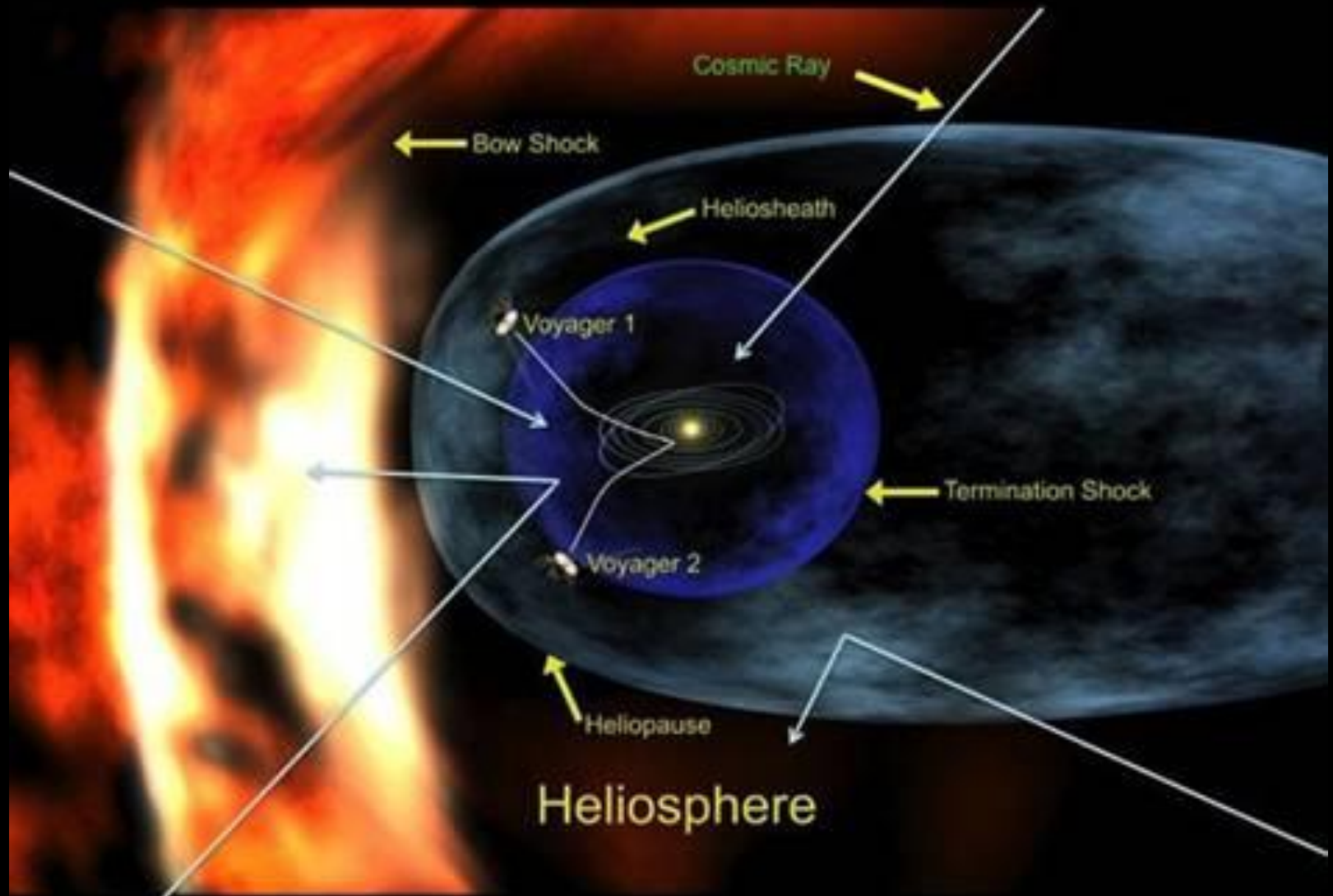
- **el calentamiento de la estratosfera.**
- **la temperatura de la termosfera**
- **formación de una región de plasma débilmente ionizado llamada ionosfera entre los 50 y los 1000 km.**

Viento Solar

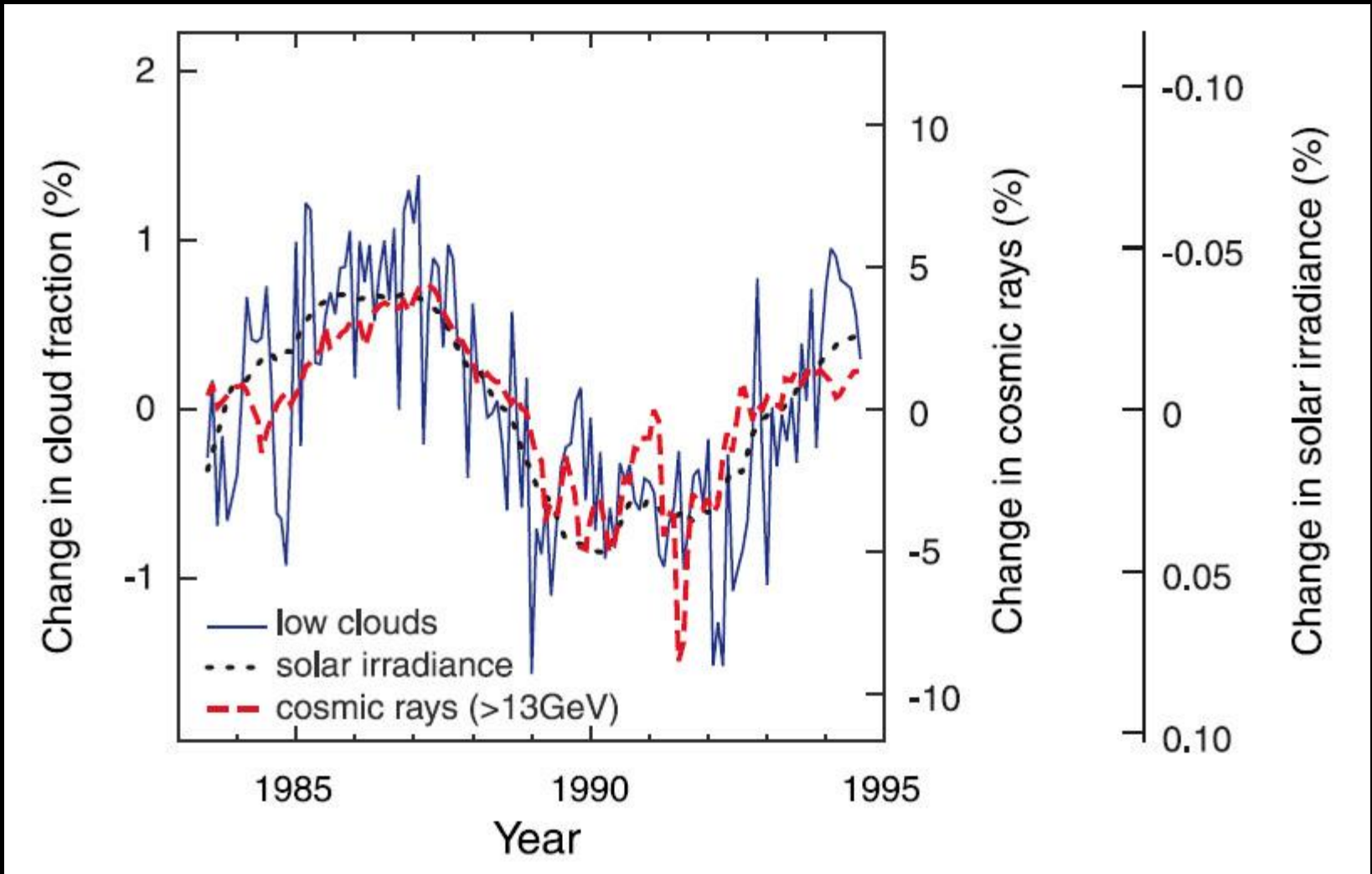
Flujo de partículas desde la corona solar hasta mas allá de la órbita de Neptuno a una velocidad promedio de 450 km/seg.



La Heliosfera nos protege de la radiación cósmica de otras estrellas

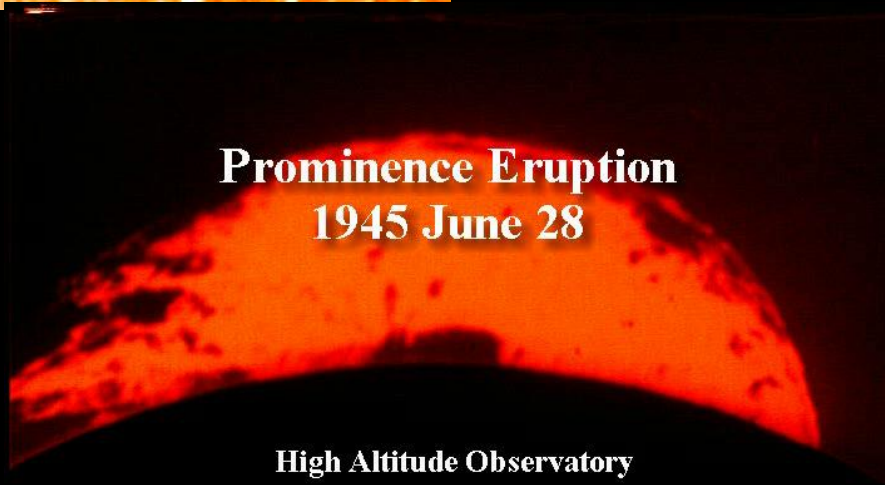
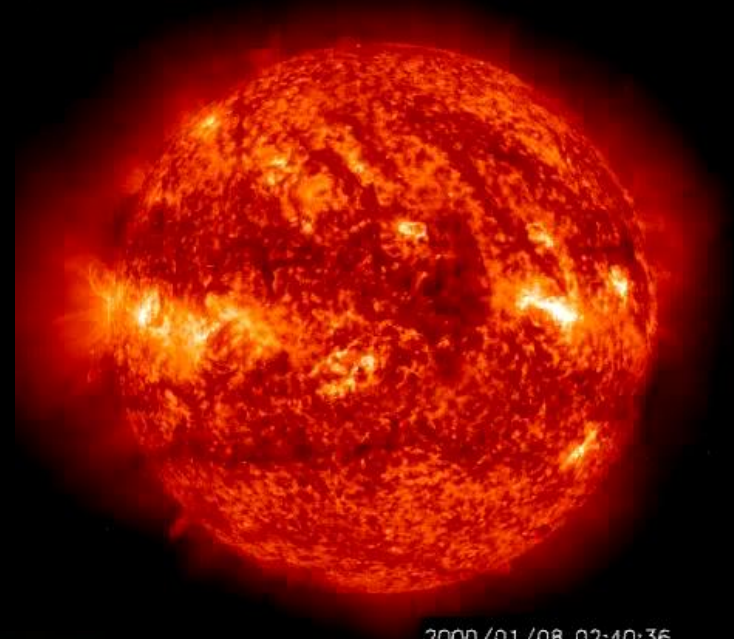
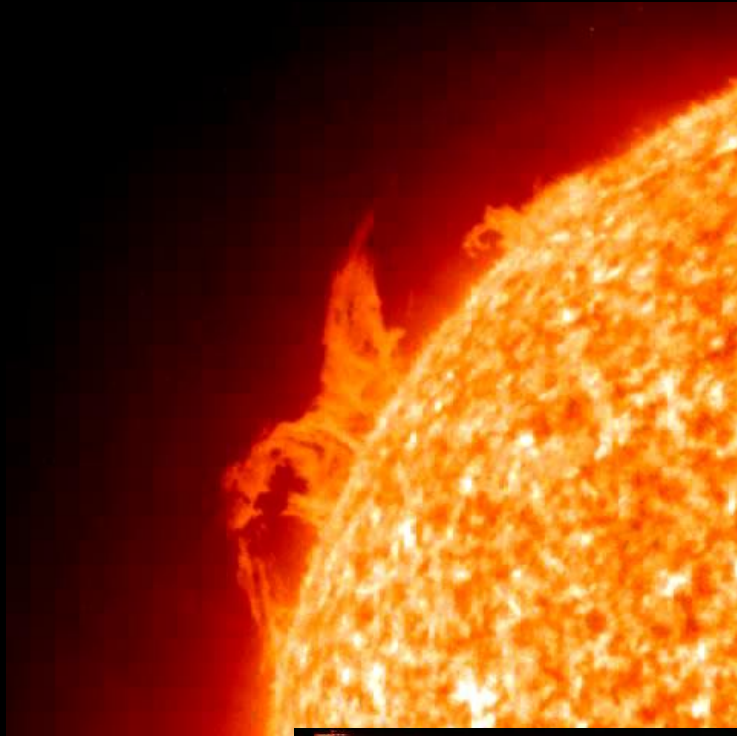


Variación de la cobertura nubosa, el flujo de rayos cósmico galácticos y la irradiancia solar



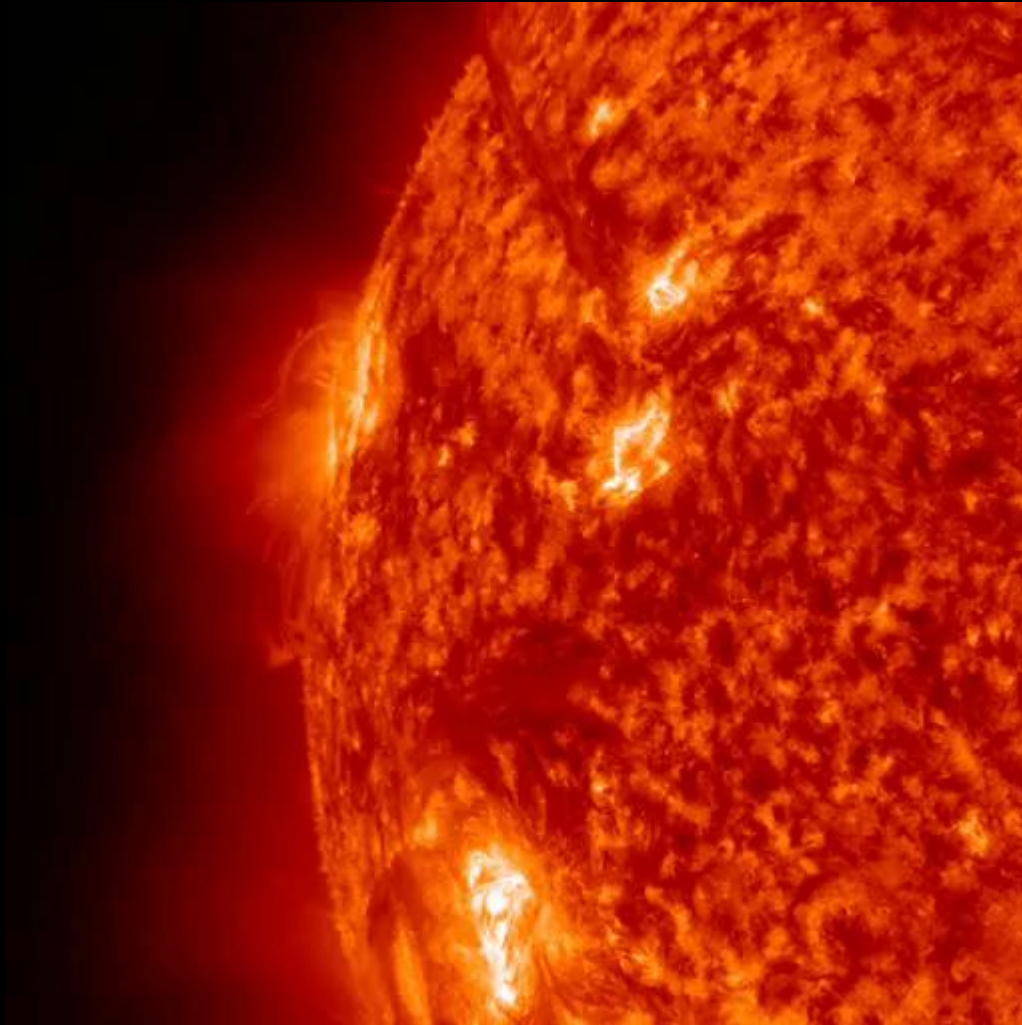
Prominencias

Gases fríos por sobre la superficie solar, impulsados por campos magnéticos, que pueden escapar del Sol.



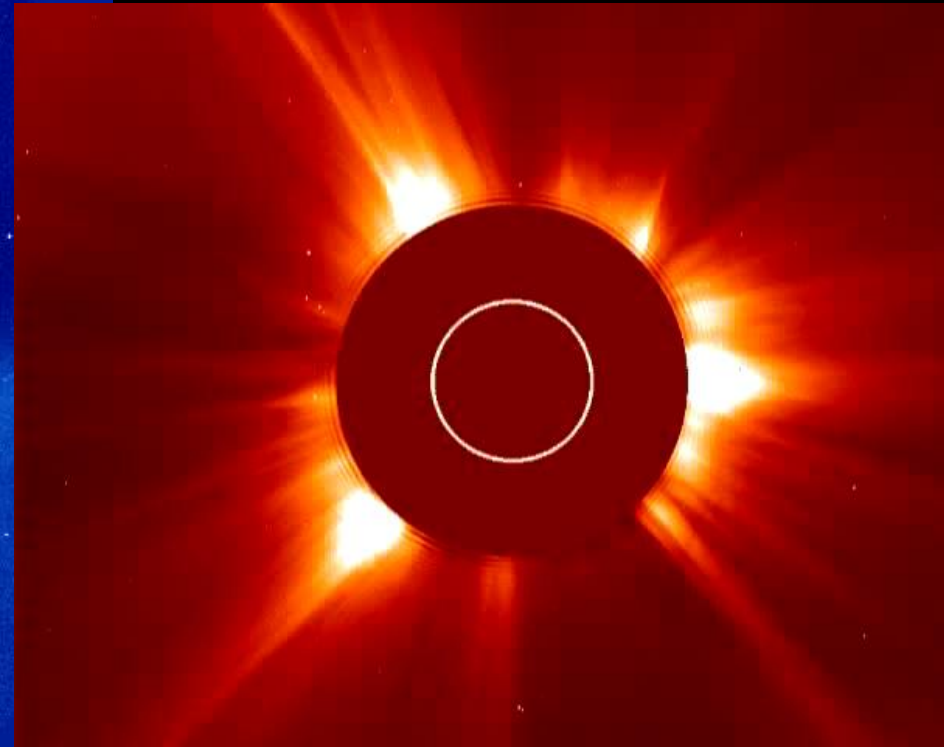
Erupción solar del 16 Abril 2012

en el limbo este del Sol
no dirigida hacia la Tierra

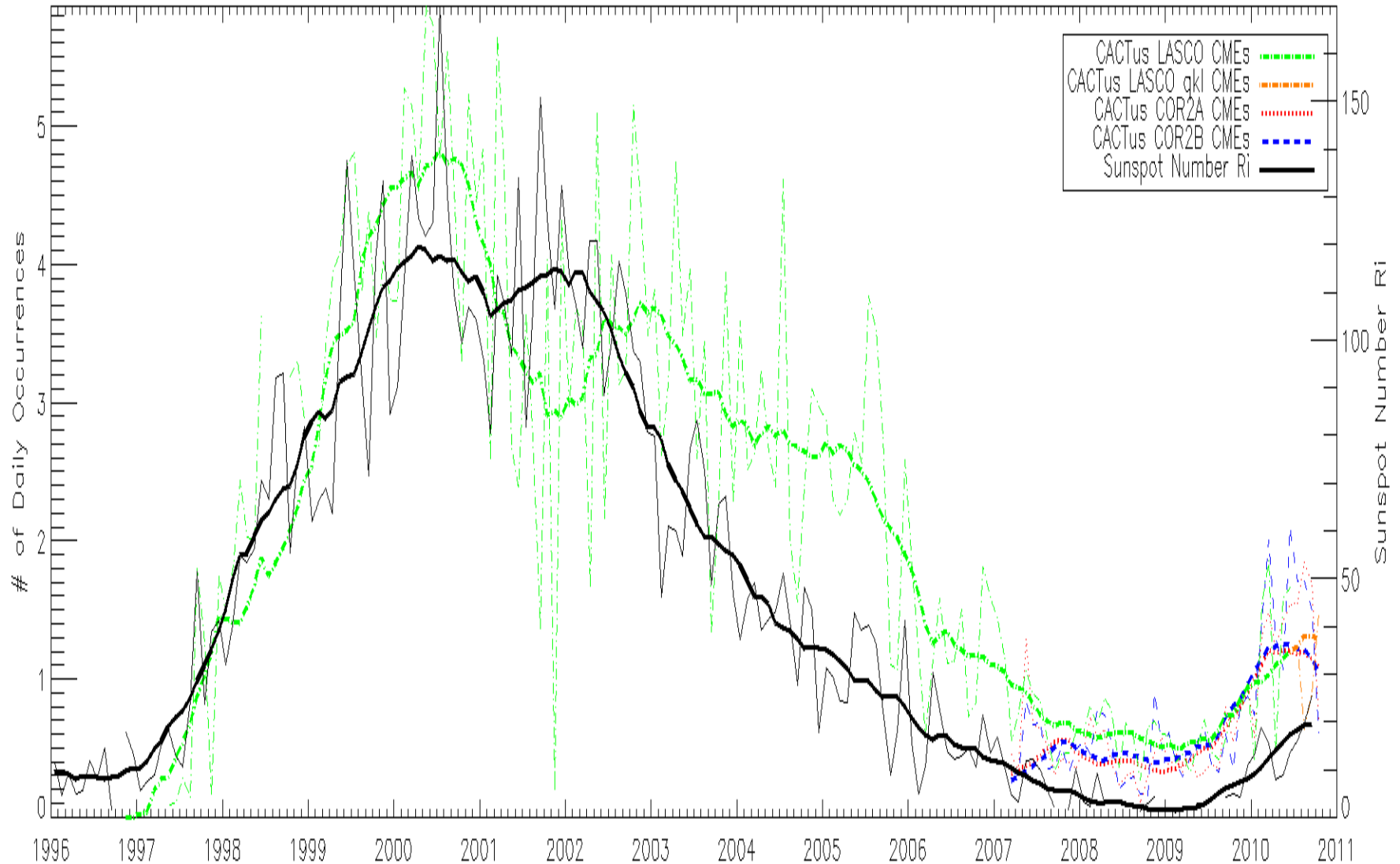


Eyecciones de masa coronales

Es una burbuja magnética de plasma eyectada a gran velocidad desde la corona.

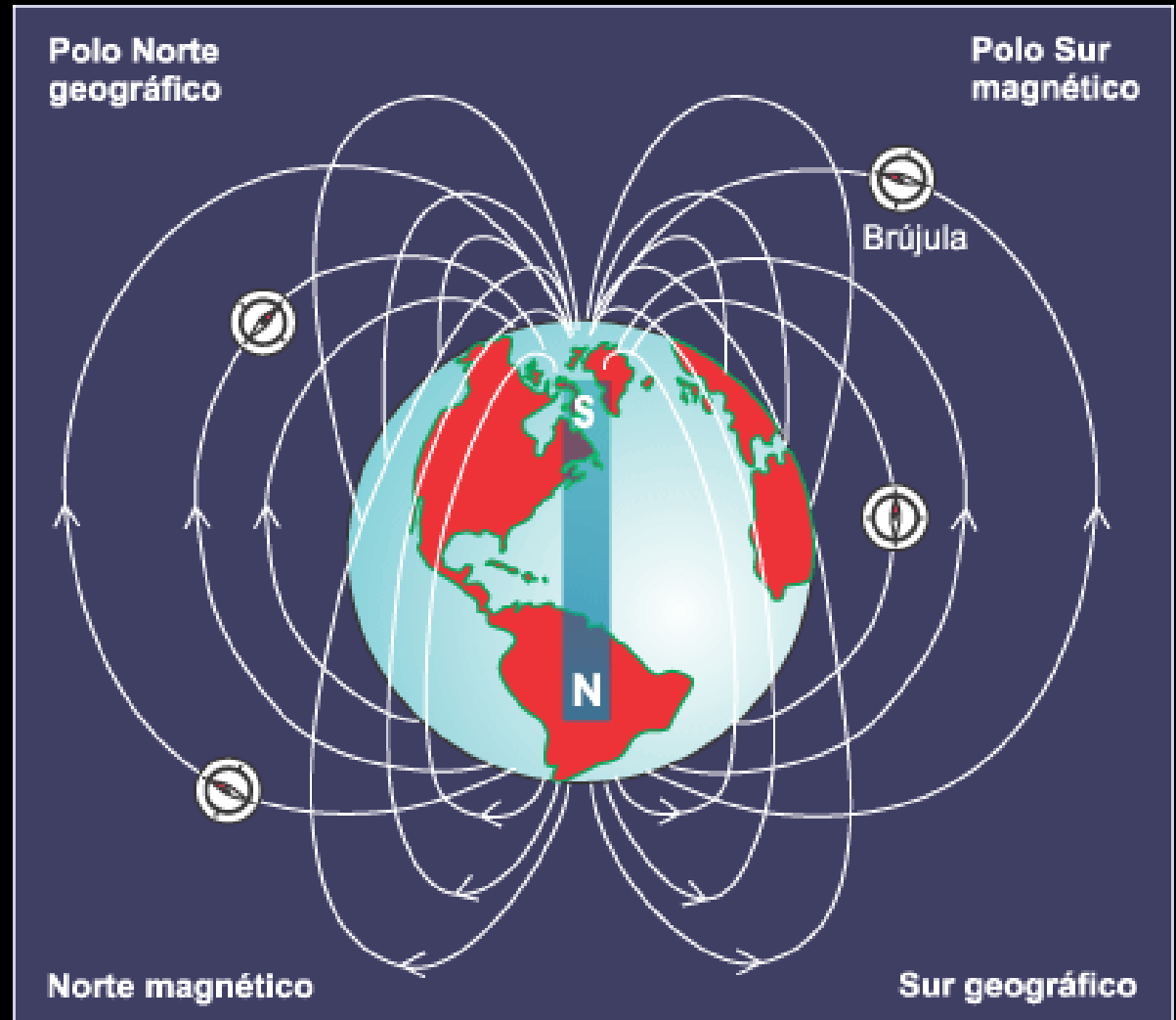


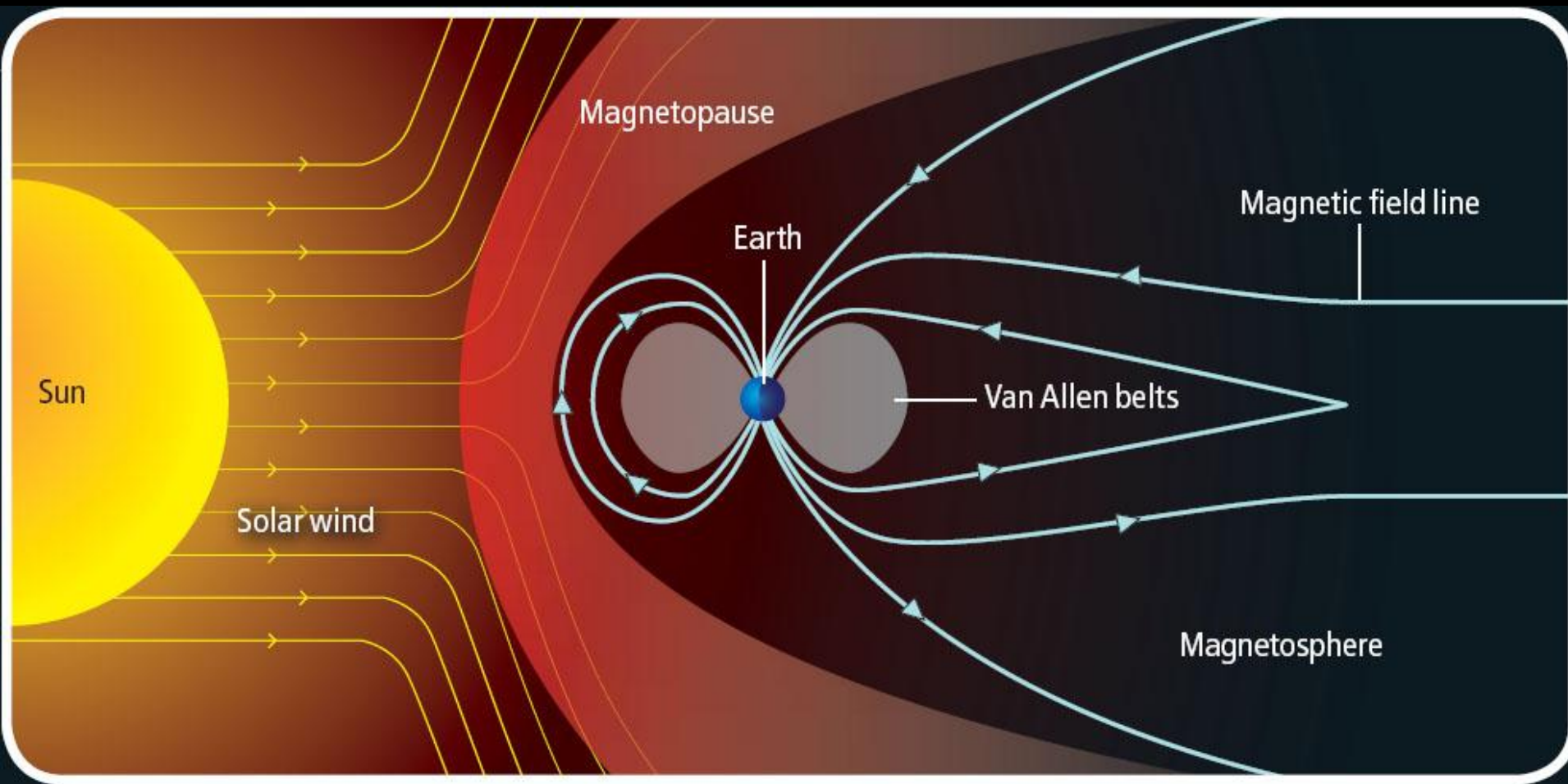
Número de manchas y CMEs

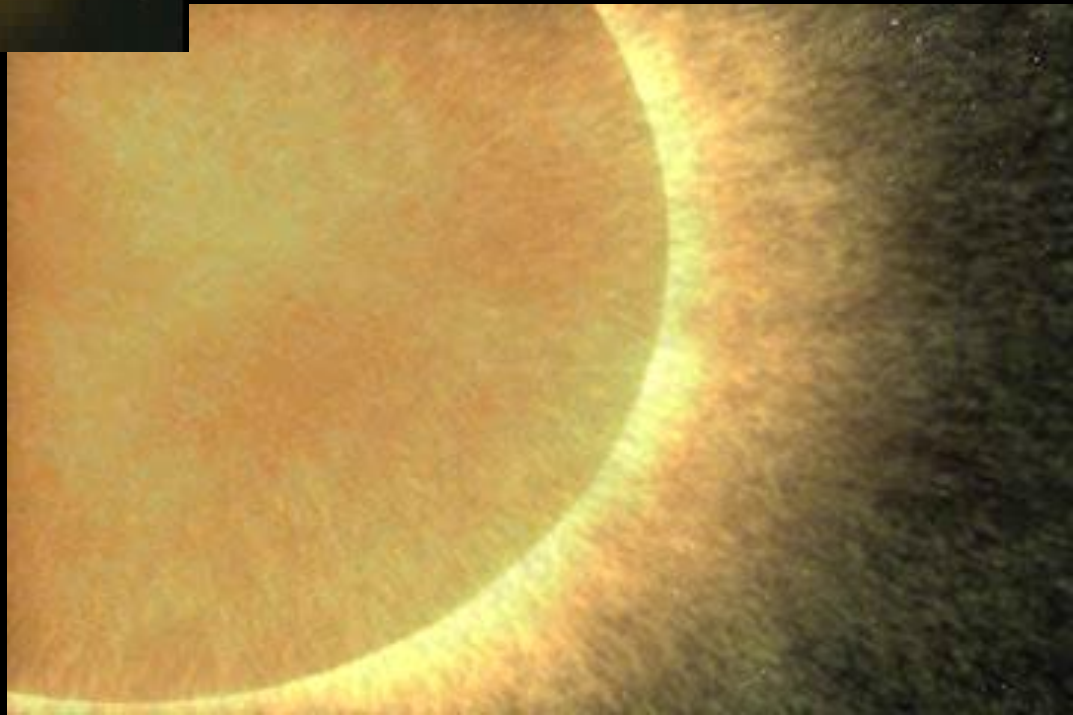


EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

El dipolo magnético de la Tierra



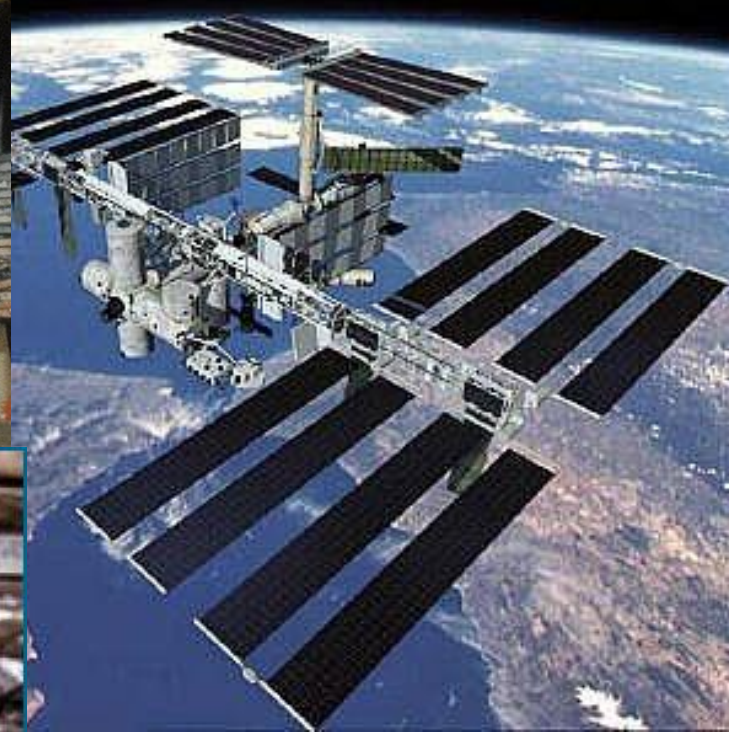






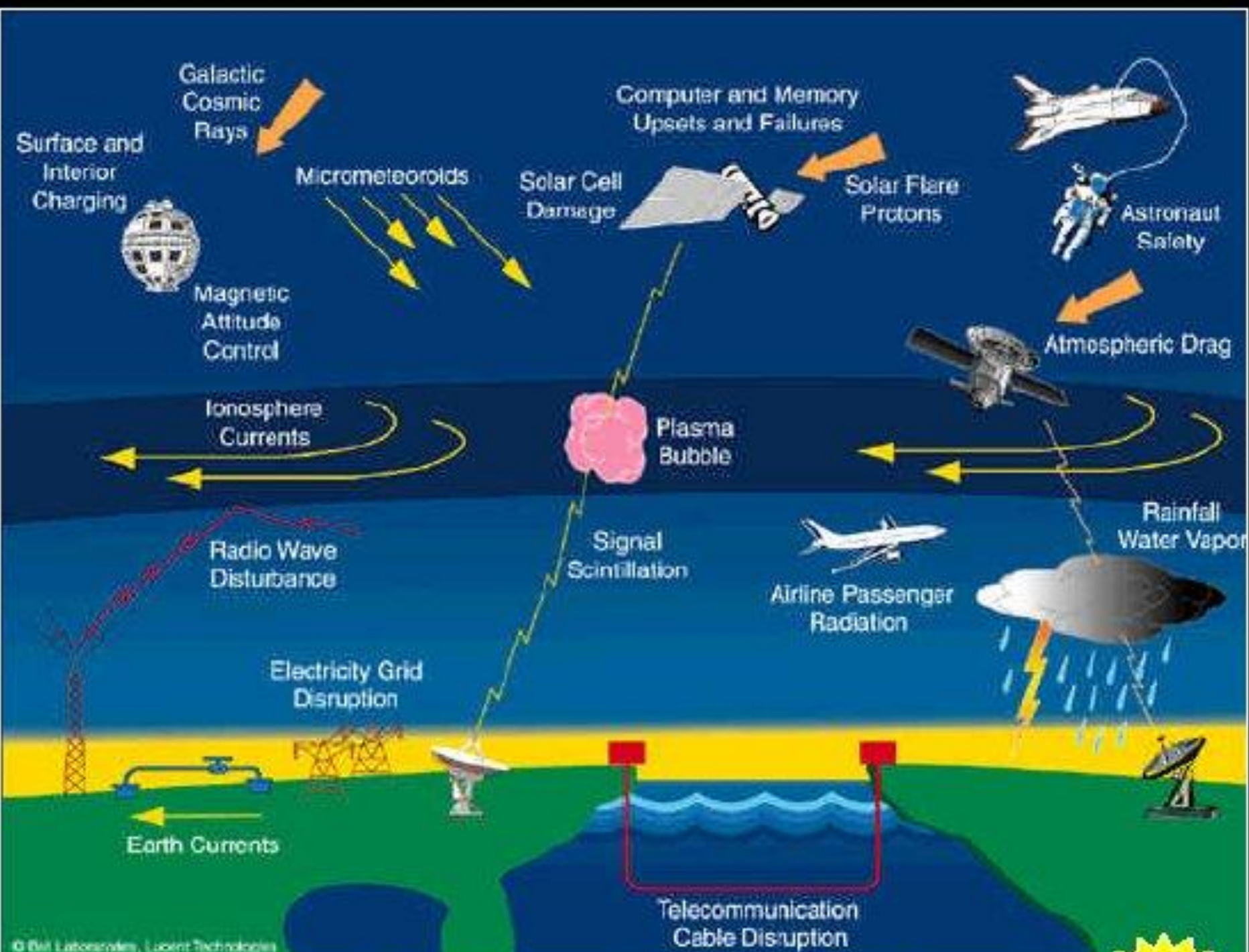


Transformer Damage



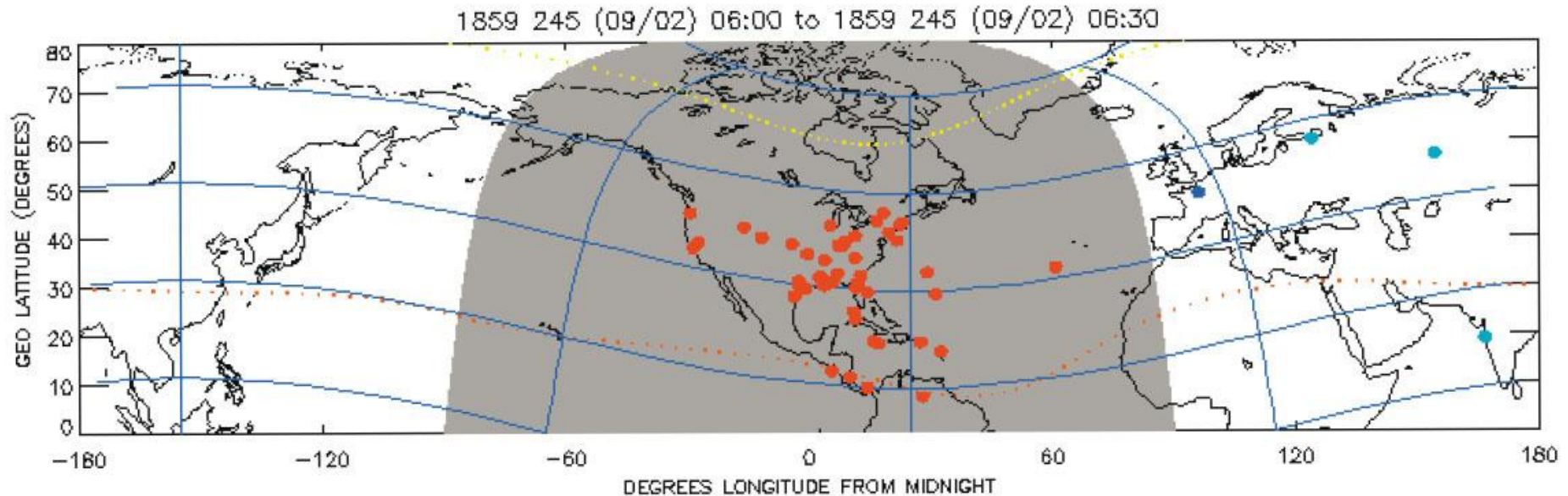
Failure in a large South African generator transformer, three weeks after the Halloween storm of 2003.





La supertormenta solar de 1859

Evento Carrington



Locations of reported auroral observations during the first ~1.5 hours of the September 2, 1859, magnetic storm (orange dots). Courtesy J.L. Green, NASA

En los días previos se observaron grandes manchas, fulguraciones y ocurrieron un par de CMEs.

Colapsó el telégrafo.

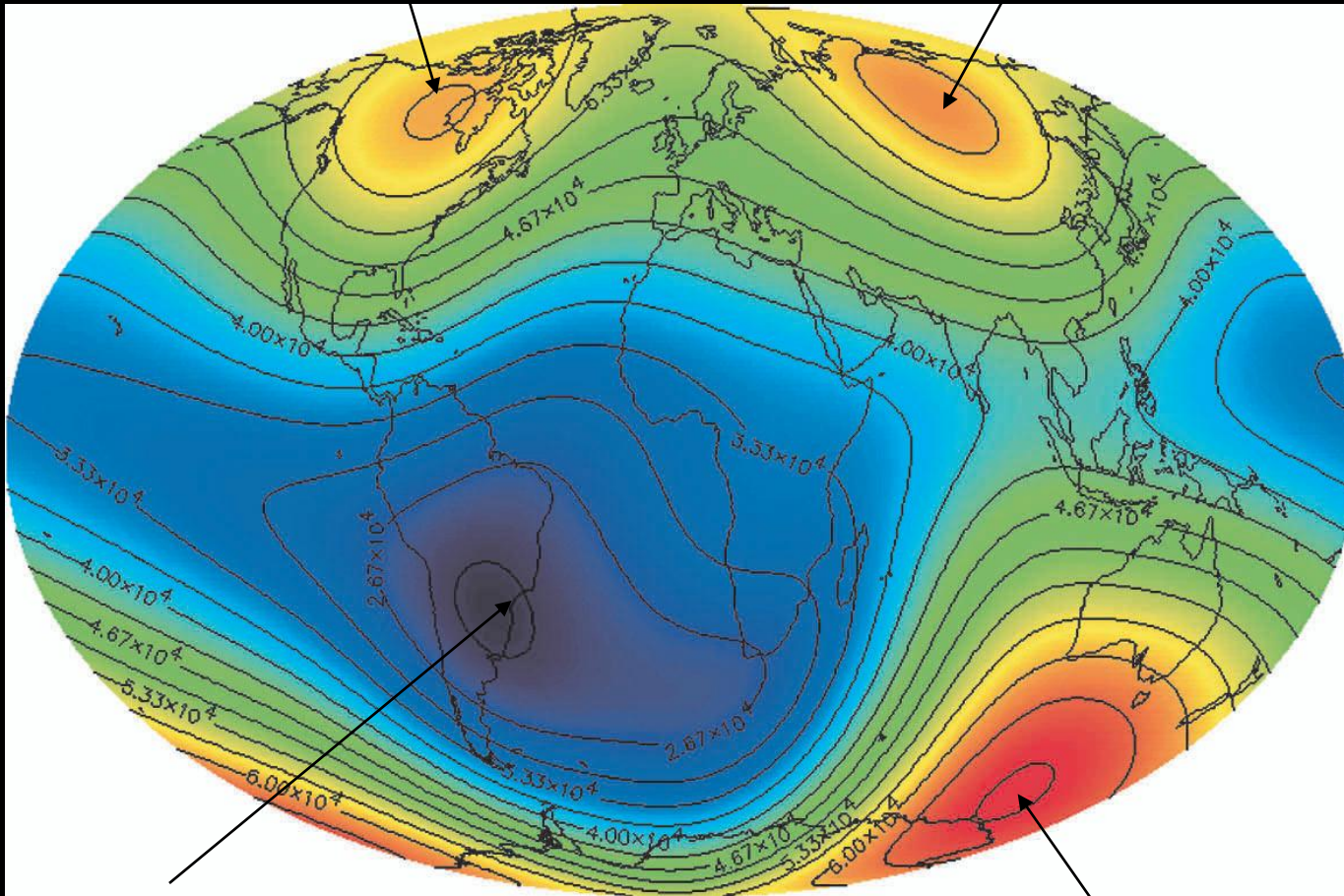
Un evento de este tipo cada pocos cientos de años.

Las consecuencias actuales superarían > 100 mil M USD

CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

POLO GEOMAGNETICO NORTE

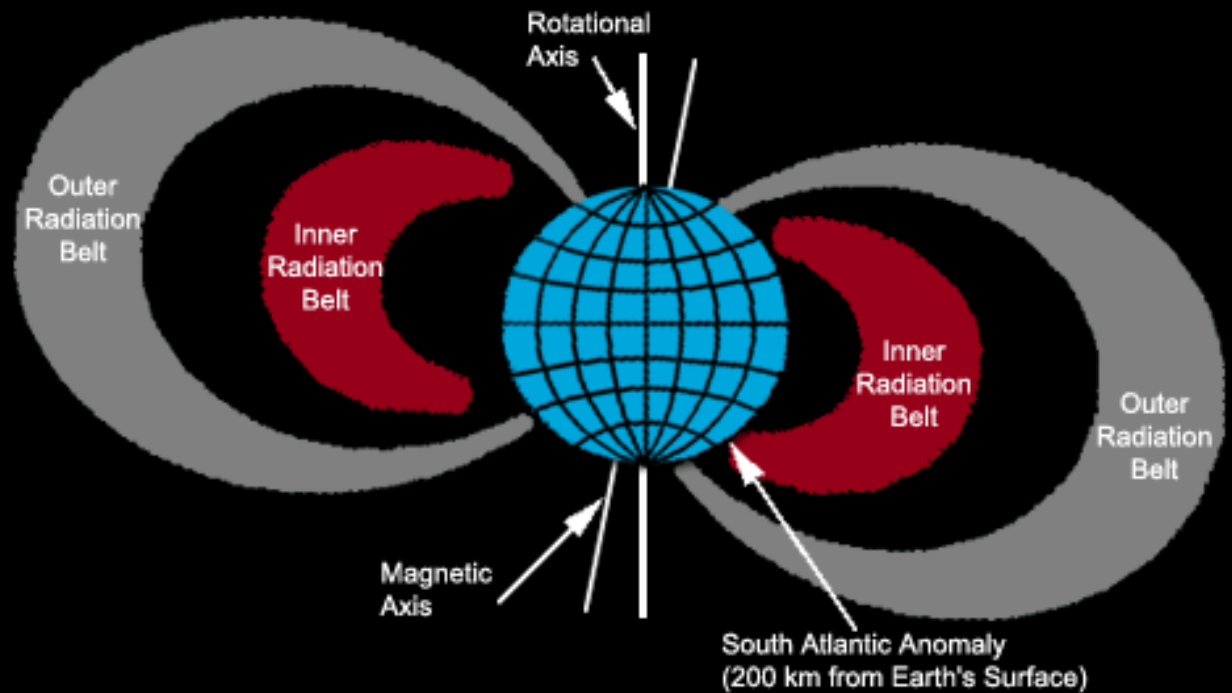
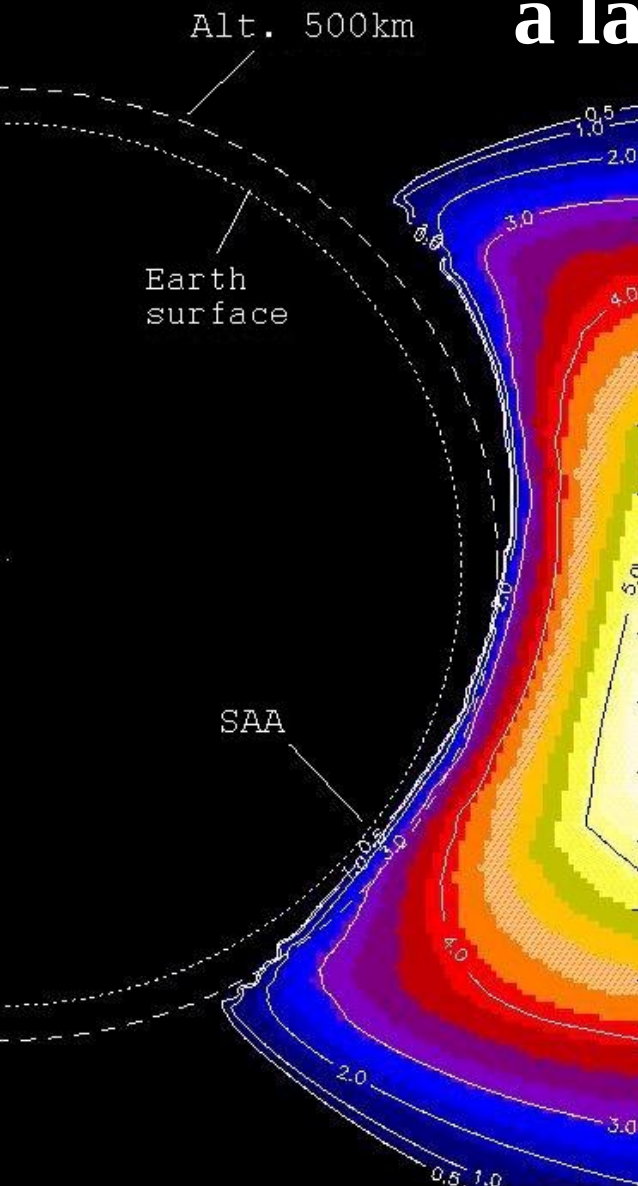
POLO GEOMAGNETICO
SECUNDARIO?



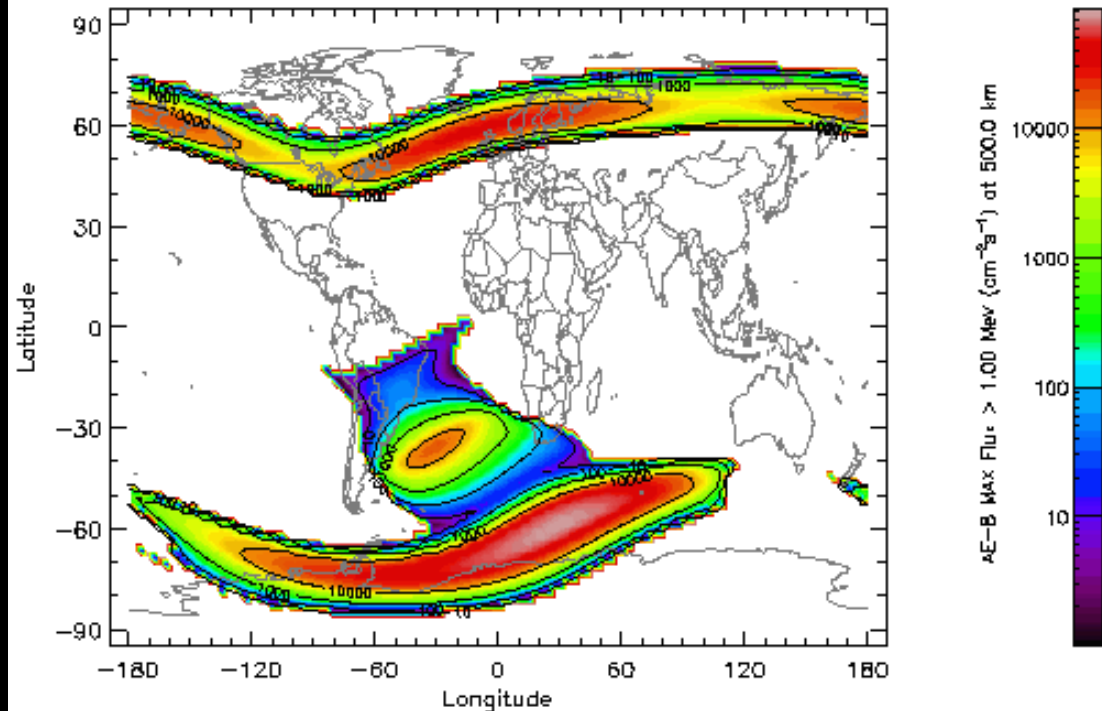
ANOMALIA MAGNETICA
DEL ATLANTICO SUR

POLO GEOMAGNETICO SUR

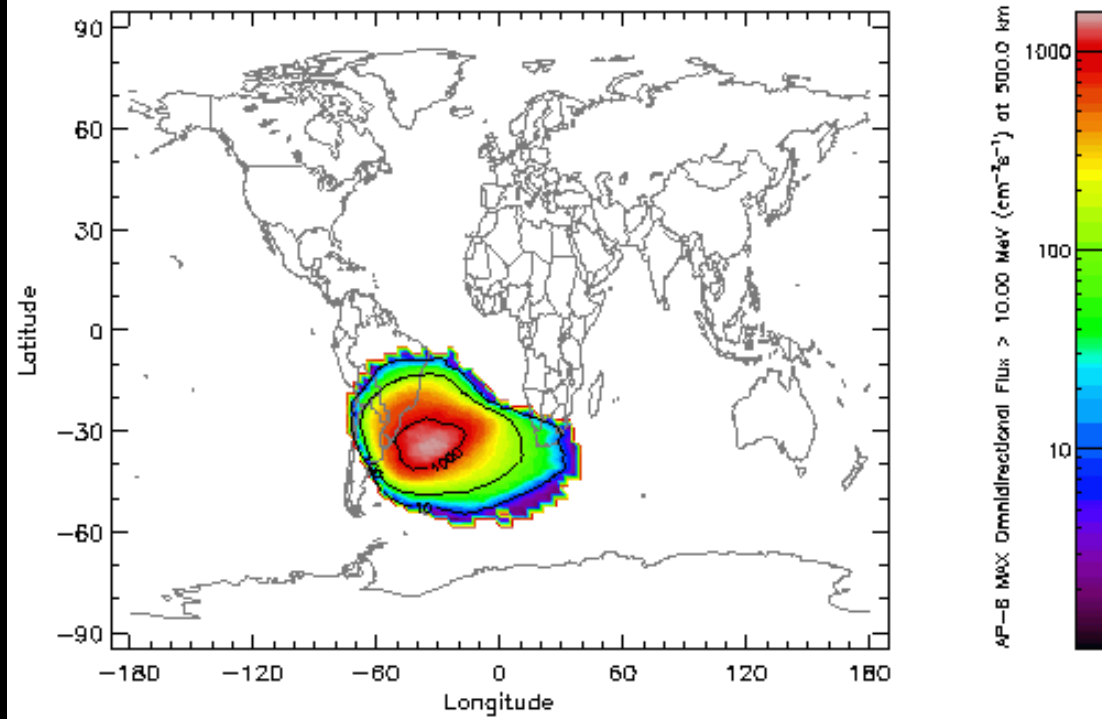
El cinturón interior de Van Allen se acerca a la superficie en la SAA

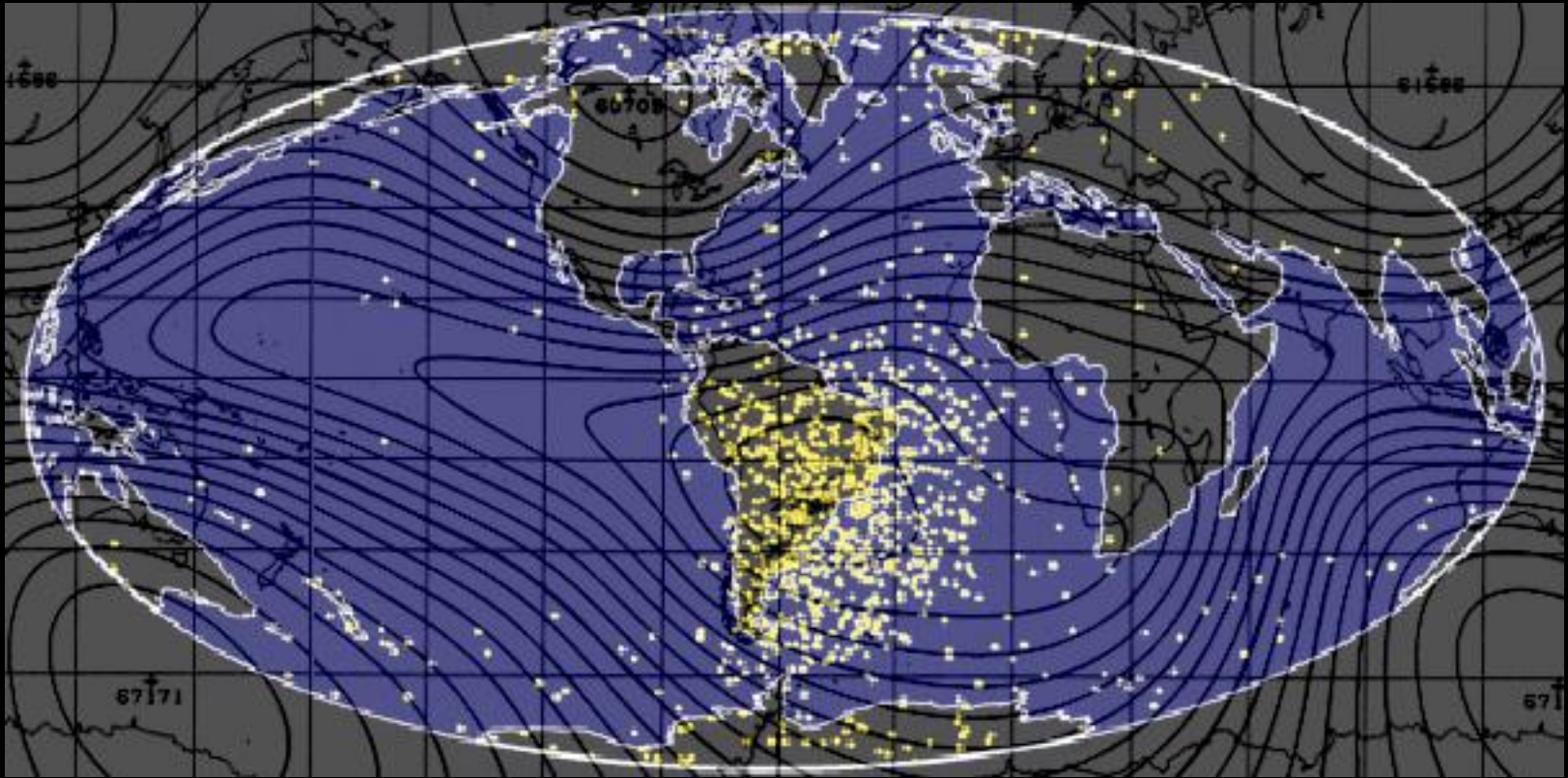


Flujo de **electrones**
energéticos a 500km



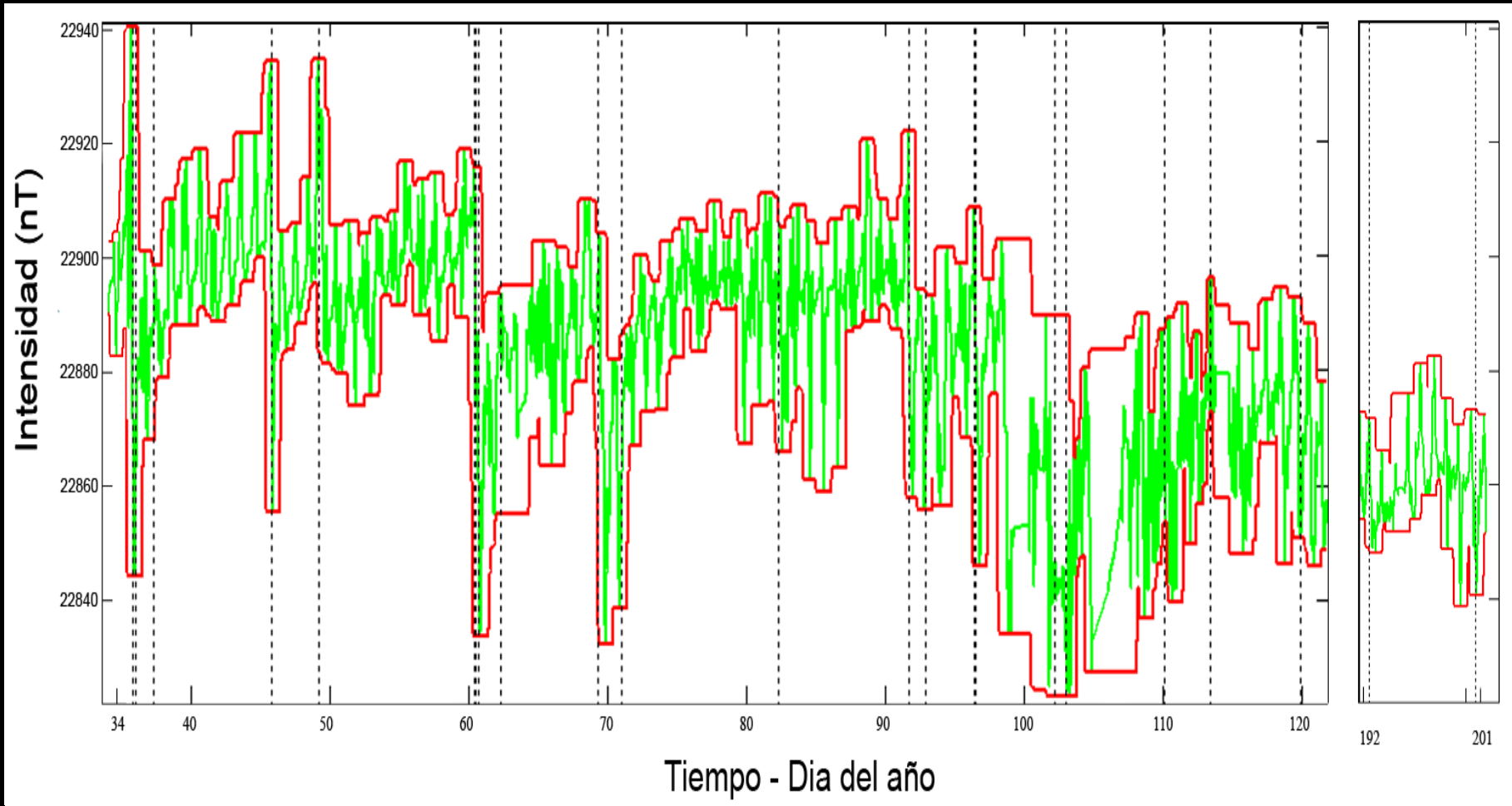
Flujo de **protones**
muy energéticos a 500km





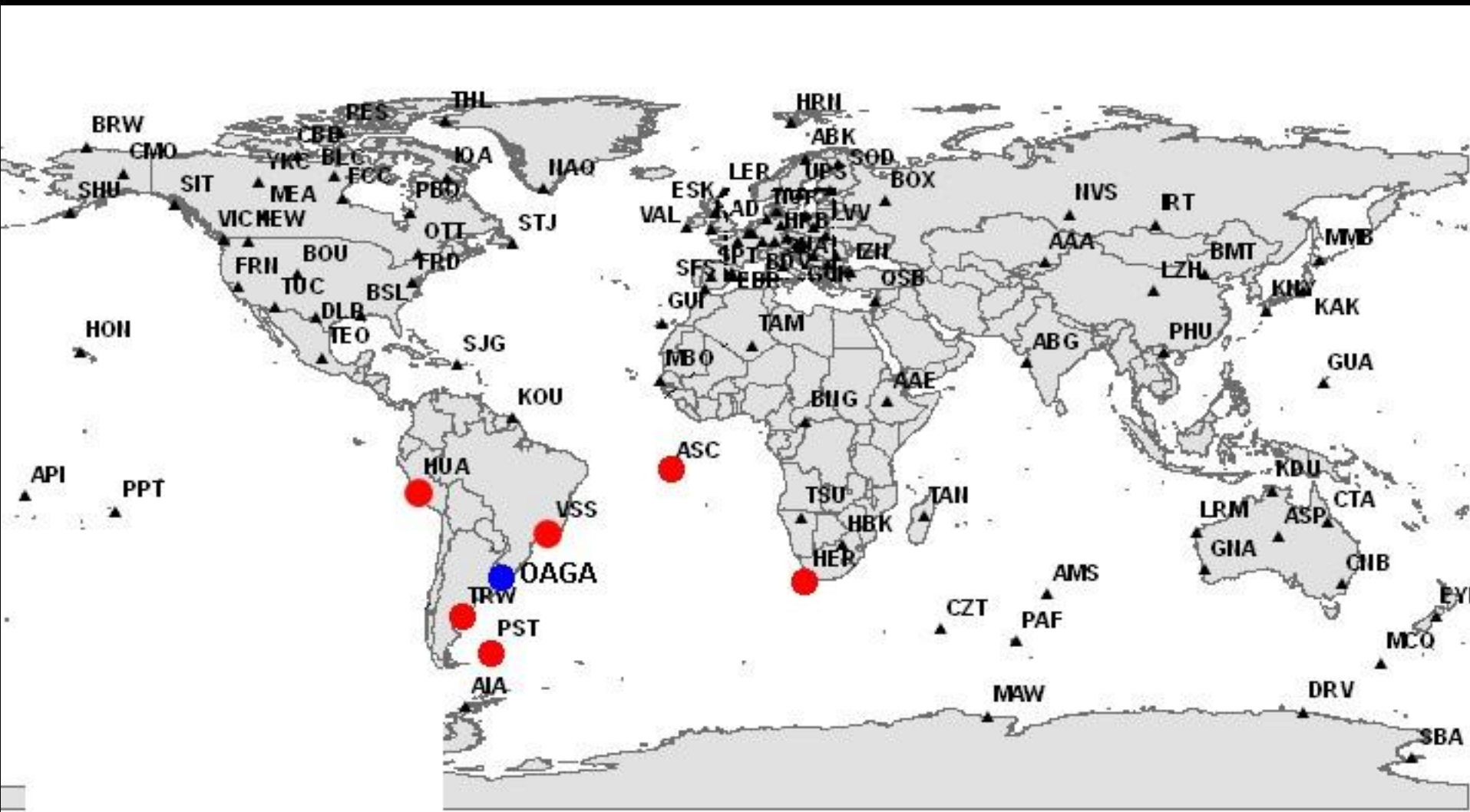
**Desperfectos de memoria (memory upsets)
detectados por el satélite UOSAT.
Superimpuesto los niveles de intensidad de campo
magnético.**

Primer Monitoreo del Campo Magnético del Uruguay

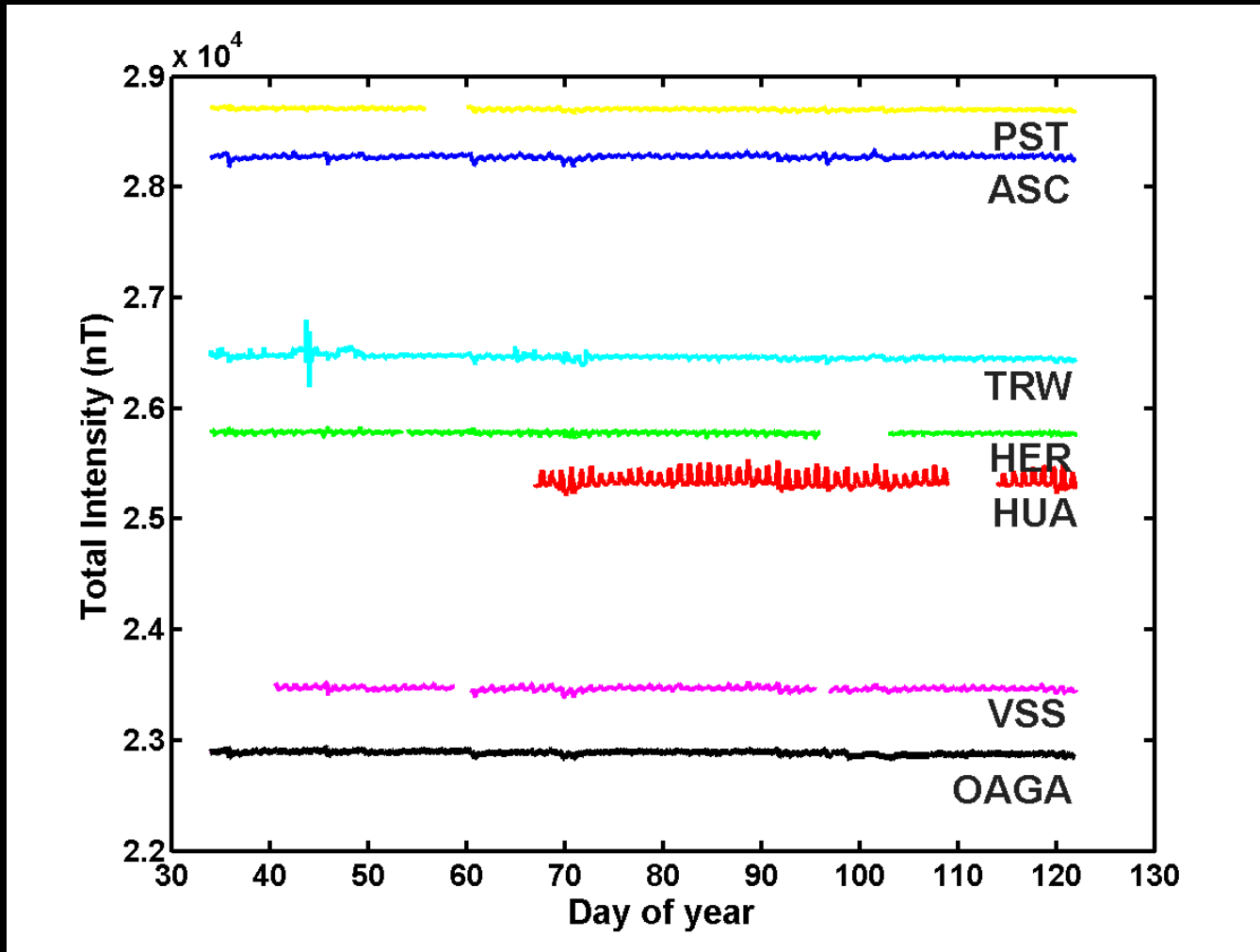


Realizado en 2011 desde el Observatorio Astronómico y Geofísico de Aiguá (Maldonado) (en construcción)

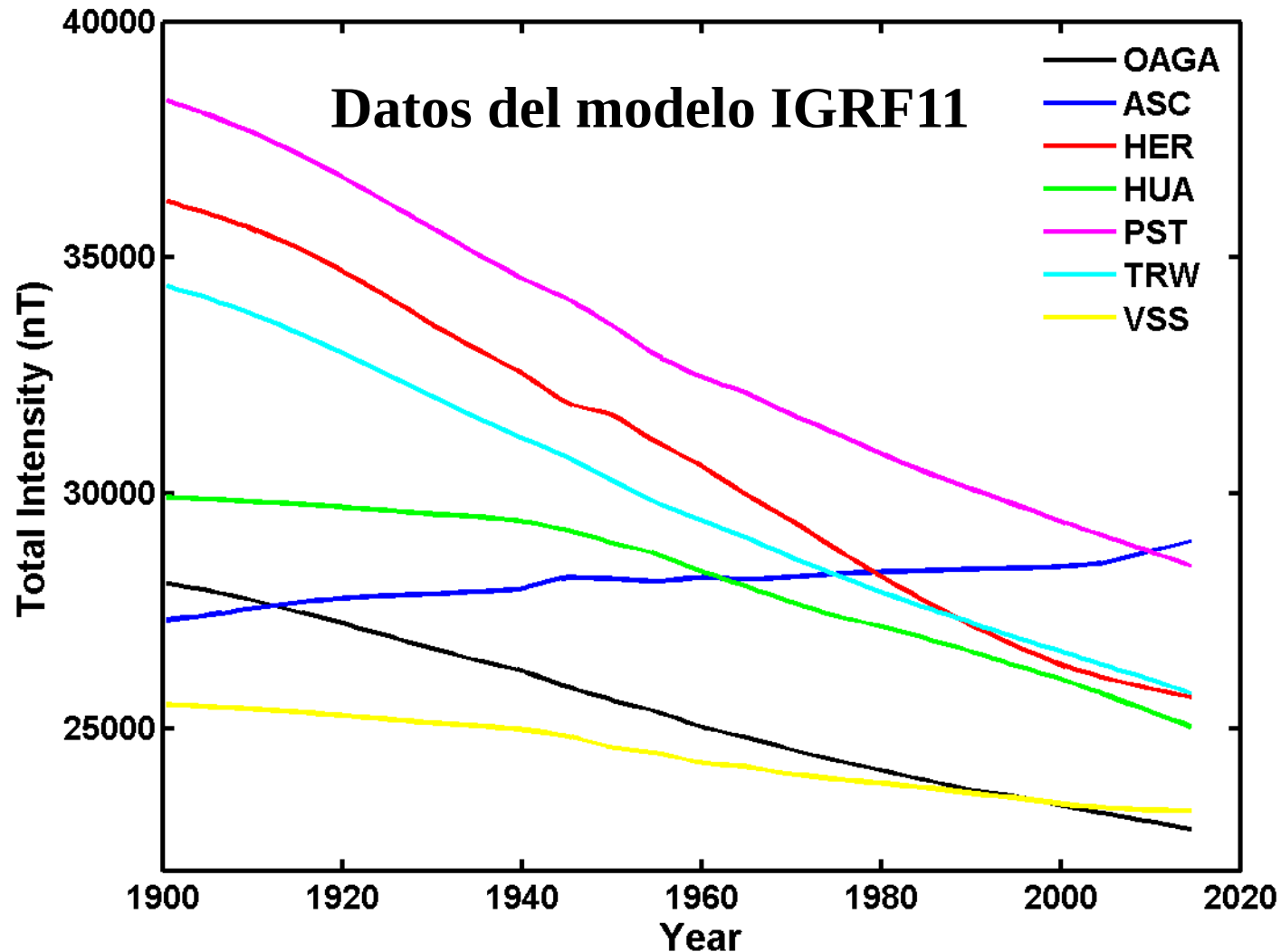
Análisis comparativo con otros observatorios



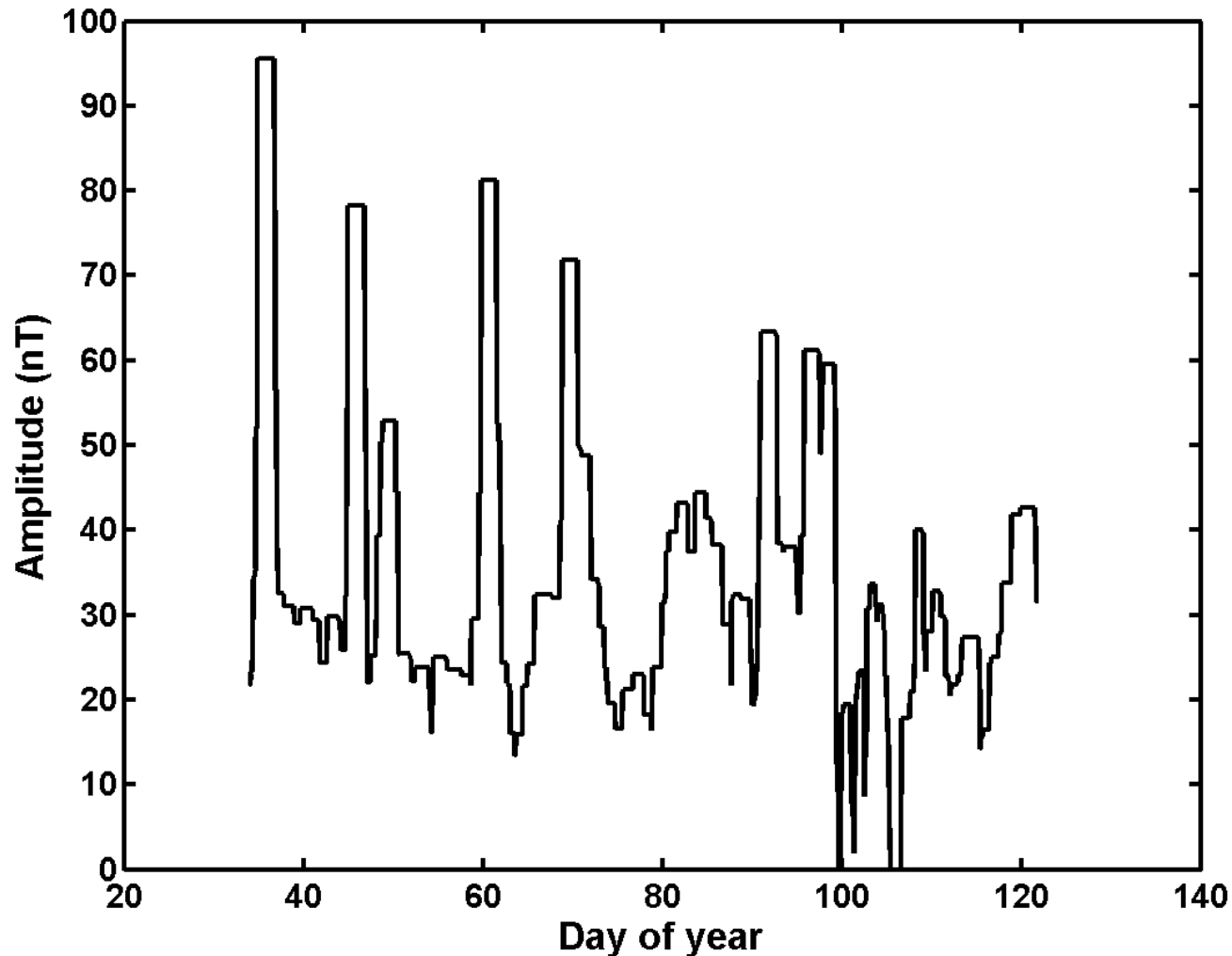
OAGA: el Observatorio con los menores valores del campo magnético



OAGA: el Observatorio con los menores valores del campo magnético

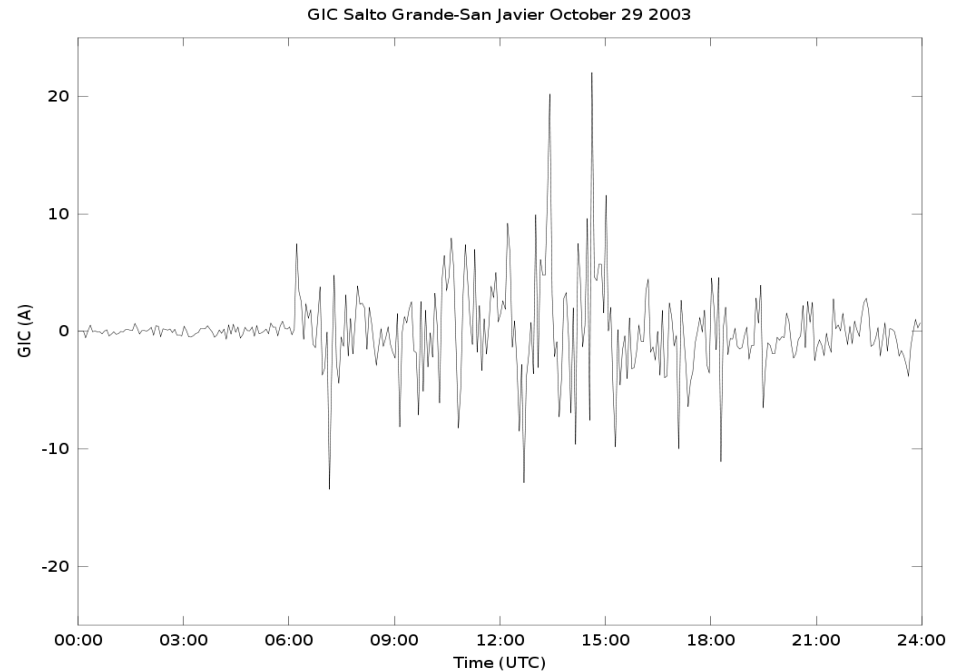
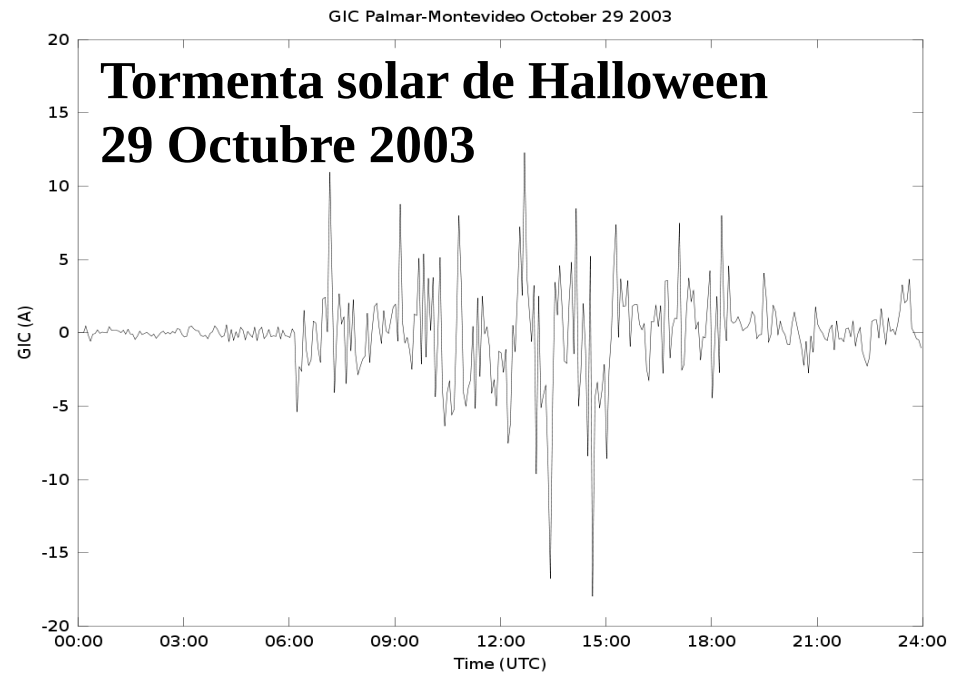


Las fluctuaciones diarias como indicadores de la actividad geomagnética



Corrientes Geomagnéticas inducidas en líneas de alta tensión

Caraballo, Sánchez, Tancredi (2012)



Observatorio Astronómico y Geofísico de Aiguá

Una plataforma para el desarrollo de las Geociencias y Ciencias del Espacio en Uruguay



- Sensores geomagnético
- Seguimiento de asteroides peligrosos para la Tierra
- Sensores de actividad solar
- Sismógrafo
- Estación meteorológica
- Cámaras all-sky para bólidos y nubosidad
- Estación de GPS
- Detección de rayos
- Detector de rayos cósmicos de bajas energías
-

