

Sesión Regular

# **Física espacial**

Organizadores:

Ernesto Aguilar

Román Pérez Enríquez

Guadalupe Cordero

FE-1

### PROPERTIES OF MIRROR MODE WAVES OBSERVED IN THE KRONIAN MAGNETOSPHERE

Rodríguez-Martínez Mario<sup>1</sup>, Blanco Cano Xóchitl<sup>2</sup>, Russell Christopher<sup>3</sup>, Aguilar-Rodríguez Ernesto<sup>4</sup>, Arriaga Contreras Vanessa Raquel<sup>5</sup>, Wilson Robert<sup>6</sup> y Dougherty Michele K.<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Campus Morelia

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>3</sup>Institute of Geophysics and Planetary Physics, UCLA, USA

<sup>4</sup>Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

<sup>5</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia

<sup>6</sup>Laboratory for Atmospheric and Space Physics, University of Colorado, USA

<sup>7</sup>Imperial College, Department of Physics UK

mrodriguez@enesmorelia.unam.mx

Mirror Mode Waves (MMW) were observed with Cassini spacecraft in the Kronian middle magnetosphere. They are compressive waves characterized by strong deeps in the magnetic field magnitude and anti-correlated with density. Furthermore, MMW share a common origin with the Ion Cyclotron Waves (ICW), requiring the condition of anisotropy in the plasma temperature (pressure) ( $T_{\perp}/T_{\parallel} > 1$ ). In this work we analyze four Cassini's orbits, with low inclination angle  $< 0.5^{\circ}$ , of 2005. The data were obtained from MAG and CAPS instruments. We perform a study about the wave properties and their region of occurrence. We found that the MMW can appear between 6 RS and 6.9 RS, with respect to Saturn's center, indicating that they are further away than ICW. Finally, we use linear kinetic theory, using WHAMP code, in order to determine conditions for wave growth in a plasma resembling the regions where these modes were observed.

FE-2

### DIFFRACTION OF ACOUSTIC WAVES BY FINITE SYSTEMS OF SCREENS IN 2D SPACE.

Karlovich Yuri<sup>1</sup>, Burlak Gennadiy<sup>2</sup> y Rivera Noriega Jorge<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM karlovich@uaem.mx

The talk is devoted to diffraction problems for time-harmonic acoustic waves on finite systems of thin parallel strips in 2D space. Boundary-transmission problems including the mixed Dirichlet/Neumann and impedance problems for the two-dimensional Helmholtz equation are considered in a Sobolev space setting (the finite energy norm space). The boundary-transmission conditions depend on the materials of the surfaces of screens and the geometry of systems of screens. Considered diffraction problems are reduced to studying equivalent systems of convolution type equations with matrix discontinuous oscillating symbols by making use of suitable integral representations. Applying recent progress in the theory of convolution type equations, we study the solvability of corresponding diffraction problems.

FE-3

### TORMENTAS DE MODOS TIPO ESPEJO EN LA MAGNETOFUNDA TERRESTRE

Rojas Castillo Diana<sup>1</sup>, Blanco Cano Xóchitl<sup>1</sup>, Russell Christopher<sup>2</sup> y Enríquez Rivera Olivia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>IGPP, UCLA

dianar@geofisica.unam.mx

La interacción del viento solar con el campo magnético de la Tierra da como resultado la formación de la magnetósfera, la cual se encuentra rodeada por la magnetopausa y el choque de proa. Entre estas dos capas se localiza la magnetofunda, región de plasma altamente perturbado donde abundan ondas de ultra baja frecuencia que juegan un papel muy importante en la redistribución de energía y momento desde la región del choque y hasta la magnetopausa. Uno de los modos presentes en la magnetofunda es el modo espejo, este tipo de ondas se encuentran frecuentemente en el viento solar y ambientes magnetosféricos. Russell et al. (2009) y Enríquez-Rivera et al. (2013) reportaron la ocurrencia de tormentas tipo espejo en el viento solar. Tales tormentas consisten en trenes de hoyos y picos en la magnitud del campo magnético que pueden durar horas. En este trabajo mostramos la existencia de tormentas espejo en el plasma de la magnetofunda a partir de datos de la misión THEMIS. También analizamos la evolución de las distribuciones de iones asociados a las regiones con presencia de ondas tipo espejo.

FE-4

### THE FIELD STRUCTURE OF RANDOMLY DISTRIBUTED ELECTROMAGNETIC EMITTERS IN 3D SPACE

Burlak Gennadiy<sup>1</sup>, Karlovich Yuri<sup>2</sup> y Atakchieva Messouma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CIICAP, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

<sup>2</sup>Universidad Autónoma del Estado de Morelos

gburlak@uaem.mx

We study a 3D system filled by randomly distributed electromagnetic (optical) emitters that are pumped by the external power electromagnetic wave. To find the optimal optical path between the radiated emitters the Fermat principle was used and it is numerically implemented by means of the travelling salesman approach (TSP) that is generalized to 3D geometry. It is studied the spatial field structure and the field correlation function numerically. The simulation tests are presented and the optimal optical trajectory of the light emission that penetrates the entire 3D space is discussed.

FE-5

### ESTUDIO DE LAS ONDAS DE ALFVEN EN LA ATMÓSFERA SOLAR USANDO UN NUEVO CÓDIGO DE LA MHD IDEAL

González José Juan<sup>1</sup>, Cruz Alejandro<sup>1</sup>, Lora Fabio Duvan<sup>2</sup> y Guzmán Francisco Siddhartha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH

<sup>2</sup>Instituto de Astronomía, UNAM

javiles@ifm.umich.mx

En este trabajo se presenta un nuevo código de magnetohidrodinámica (MHD) ideal en tres dimensiones cartesianas. Es un código que resuelve las ecuaciones de Euler-Maxwell usando el esquema de High-Resolution Shock-Capturing (HRSC). Para validar el código, se presentan las pruebas a que fue sometido y satisface. El código está encaminado hacia la física solar, específicamente a las simulaciones 3D de los fenómenos de convección magnética en la fotosfera y en la zona de convección. Como una primera aplicación se hace el estudio de las ondas de Alfvén presentes en la atmósfera solar tomando en cuenta los efectos gravitacionales, para esto se resuelven numéricamente las ecuaciones de la MHD ideal con una distribución de temperatura realista y un término de gravedad en una dirección específica.

FE-6

### LOCALIZACIÓN 3D DE TRANSIENTES DE "PEQUEÑA" ESCALA EN LA CORONA SOLAR

López Portela Cynthia y Blanco Cano Xóchitl

Instituto de Geofísica, UNAM

cynthia@geofisica.unam.mx

En este trabajo estudiamos la cinemática y la localización 3D de los eventos transitorios de "pequeña" escala, observados por los coronógrafos de la sonda SOHO (C2/LASCO y C3/LASCO) y COR2/SECCHI de las naves gemelas de la misión STEREO, durante los años 2007 y 2008, i.e., durante el mínimo extendido del ciclo de actividad solar 23. Estos eventos transitorios son "pequeñas" fluctuaciones de densidad de luz blanca en la corona y fueron nombrados por Sheeley et al. (1997), como blobs. La importancia del estudio de la propagación de estas estructuras es que son las únicas trazadoras en luz blanca del viento solar lento. Así entonces, el estudio de su propagación nos da información sobre el tipo de movimiento y posible origen del viento solar lento, hasta ahora desconocido. En este trabajo utilizamos la técnica de reconstrucción 3D estudiado por Mierla et al. (2008), para describir la trayectoria de propagación de los blobs sin proyección de 2 a 15 radios solares, e inferimos su localización en la corona "cercana" (a partir de la superficie solar hasta 2.5 radios solares), haciendo uso del modelo PFSS (Potential Field Source Surface) de la configuración del campo magnético tridimensional, calculado a través del paquete desarrollado por DeRosa (2010) bajo el lenguaje de IDL (Interactive Data Language) y distribuido por SolarSoft.

FE-7

### ACTIVIDAD GEOMAGNÉTICA CON VALORES DE DST > 50 NT Y SU INFLUENCIA EN LA IONOSFERA A LATITUDES MEDIAS DESDE 1999 A 2014

Ibarra Ortega Héctor Enrique, Pérez Enríquez Román,

López Montes Rebeca y López Cruz Abeyro José Antonio

Centro de Geociencias, UNAM

hector8864@yahoo.com

Una tormenta geomagnética es una perturbación temporal en la magnetosfera terrestre causada por el viento solar. La fase inicial de la tormenta es llamada "comienzo repentino" (sudden commencement, SSC). No todas las tormentas presentan esta fase inicial y no todos los "comienzos repentinos" corresponden a una tormenta. En este trabajo analizamos el impacto en la ionosfera para eventos de 1999 al 2014, en los cuales el índice Dst presenta valores mayores a 50 nT,

asociados o no a una tormenta geomagnética. Para esto hemos calculado el TEC en la ionosfera usando estaciones GPS localizadas a latitudes medias. Tomamos de referencia la peculiar tormenta geomagnética del 16 de Junio de 2012 para la cual el índice Dst alcanzo valores de 95 nT seguido de un mínimo en la fase principal de tormenta de -71 nT, para ver si el comportamiento de la ionosfera puede ayudarnos a entender el origen del incremento en el Dst.

FE-8

### PERTURBACIONES IONOSFÉRICAS DETECTADAS POR EL MEXART: UN ANÁLISIS ESPECTRAL.

Ugalde Luis Gerardo<sup>1</sup> y Carrillo Vargas Armando<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia  
 luisugalde@ciencias.unam.mx

Por ser un plasma, la ionosfera terrestre puede alterar la propagación de ondas electromagnéticas que pasan a través de ella. El parámetro principal que determina el grado de alteración es la densidad de electrones. Cuando tienen lugar perturbaciones ionosféricas, que bien pueden estar asociadas a variaciones en el campo geomagnético, la densidad electrónica local de la ionosfera puede tener marcadas fluctuaciones, mismas que cambian las propiedades de las ondas radioeléctricas que se propagan a lo largo de ellas. El radiotelescopio MEXART, que opera a una frecuencia de 139.65 MHz y está destinado a estudios de centelleo interplanetario (CIP por sus siglas en inglés), detecta estos cambios en su señal, lo cual representa un problema pues contamina los datos de CIP. El objetivo de este trabajo es aplicar herramientas de análisis de series de tiempo como transformada de Fourier (FFT) y ondoletas (Wavelet) para conocer las características de este ruido determinar el grado de perturbación inducido por la ionosfera. Se presenta un estudio de las principales anomalías detectadas en los últimos dos años por el MEXART.

FE-9

### PERTURBACIONES IONOSFÉRICAS ASOCIADAS A EVENTOS SOLARES DE ALTA ENERGÍA

López Montes Rebeca y Pérez Enríquez Román  
 Centro de Geociencias, UNAM  
 rebecamont@gmail.com

La ionosfera terrestre es generada principalmente por la llegada de radiación electromagnética de alta energía a la atmósfera superior (UVE). Sin embargo, otros tipos de radiación como los rayos X, rayos Gamma y partículas energéticas pueden perturbar la ionosfera, como es el caso del evento solar del 14 de julio 2000. En esta investigación, éste evento se toma como referencia para el análisis de ráfagas solares similares y estudiar su posible impacto sobre la ionosfera. Se analizan un total de 25 eventos, desde el año 2003 a la fecha. Eventos entre el 2000-2002 no se consideran debido a que la actividad solar durante este período de tiempo era tal, que los eventos no se aislan lo suficiente como para distinguir entre perturbaciones ionosféricas causadas por radiación de las debidas a actividad geomagnética. Este estudio se realizó mediante el cálculo del contenido total de electrones (TEC) en la ionosfera usando estaciones GPS ubicadas en diferentes regiones de México.

FE-10

### THE WAVELET TRANSFORM FUNCTION TO ANALYZE INTERPLANETARY SCINTILLATION OBSERVATIONS

Aguilar-Rodríguez Ernesto<sup>1</sup>, Rodríguez-Martínez Mario<sup>2</sup>, Romero-Hernández Esmeralda<sup>1</sup>, Mejía-Ambríz Julio César<sup>3</sup>, González-Esparza Juan Américo<sup>3</sup> y Tokumaru Munetoshi<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
<sup>2</sup>ENES, Campus Morelia  
<sup>3</sup>University of California San Diego  
<sup>4</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya, Japón  
 ernesto@geofisica.unam.mx

Interplanetary scintillation (IPS) observations are useful to remotely sense the inner heliosphere. We present a new technique to analyze IPS observations using a wavelet transform (WT) function. This technique allows us to derive, in a straightforward way, a simple method to obtain the scintillation index ( $m$ ). We tested this WT technique to analyze IPS observations obtained by the Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL) radio telescope. The analysis of the  $m$  index of the radio source 3C48 detected by STEL over the year 2012 shows the expected decrease with solar elongation reported in previous studies. The WT technique has a great potential for future solar wind studies using IPS observations from contemporary radio telescopes.

FE-11

### CONSTRUCCIÓN DE UN ESPECTRÓMETRO DE ALTA RESOLUCIÓN TEMPORAL-ESPECTRAL PARA DETECCIÓN EN RADIO DE EVENTOS TRANSITORIOS RÁPIDOS DEL SOL

Casillas Perez Gilberto Armando<sup>1</sup>, Pérez Enríquez Román<sup>2</sup> y Jeyakumar Solai<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
<sup>2</sup>Centro de Geociencias, UNAM  
<sup>3</sup>Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato  
 gacp@geofisica.unam.mx

Los eventos transitorios rápidos cuyas duraciones son del orden de milisegundos o menos, pueden originarse desde diferentes ambientes astrofísicos incluyendo el sistema solar. Los eventos transitorios rápidos solares han sido escasamente explorados en la banda de radio, aun cuando su estudio es una vía posible para entender los procesos físicos que se desarrollan en el Sol. Estos eventos producen emisiones de energía con densidades de flujo mucho mayores que las emisiones del Sol durante su fase de actividad normal, por lo que es posible detectarlos en la banda de radio, utilizando técnicas digitales en conjunto con antenas pequeñas y receptores de alta resolución temporal-espectral. En este trabajo reportamos los avances sobre un instrumento que está en desarrollo para detectar eventos transitorios rápidos del Sol, utilizando técnicas y dispositivos digitales FPGA/ADC en combinación con un receptor de alta resolución temporal-espectral y dos antenas pequeñas de 2.3 m de diámetro.

FE-12

### SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN DE RESONANCIA SCHUMANN (ERS-01), DE COENEO MICHOACÁN, AVANCES Y PERSPECTIVAS.

Rodríguez Osorio Daniel<sup>1</sup>, Mendoza Ortega Blanca Emma<sup>1</sup>, Sierra Figueredo Pablo<sup>2</sup>, Vázquez Hernández Samuel<sup>2</sup> y Andrade Mascote Ernesto<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
<sup>2</sup>Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA, Cuba  
 daniel@geofisica.unam.mx

El sistema adquisidor se compone de un conjunto de elementos de hardware (un NI-WLS9215, un servidor y una unidad de almacenamiento) y de software (rutinas programadas en lenguaje C, Labview y Python). A un año de haber mostrado los detalles de la adquisición de datos en la ERS-01, en esta ocasión se presentan los avances del sistema adquisidor. El sistema se migró a un equipo más robusto (equipo de cómputo tipo servidor), se instaló un arreglo RAID (configurado en su modalidad 5) de 8 TB, para el almacenamiento de los datos, se agregó un canal de adquisición (correspondiente a la antena de monitoreo de campo eléctrico), se refinaron las rutinas de almacenamiento y generación de espectros, y como parte final se incrustó un sistema graficador bastante eficiente capaz de obtener espectros de todo un día de datos con reducidas indicaciones a través de una interfaz gráfica. En un año de trabajo, en lo referente al sistema de cómputo de la ERS-01 se lograron avances significativos.

FE-13

### LA VARIABILIDAD DE LA IRRADIANCIA SOLAR TOTAL DURANTE EL HOLOCENO

Velasco Herrera Víctor Manuel<sup>1</sup>, Take Vazquez Julio Alberto<sup>2</sup> y Sosa Flores Oscar<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
<sup>2</sup>Posgrado de Ingeniería, UNAM  
 vmv@geofisica.unam.mx

La radiación total solar es el principal forzado externo de energía del sistema climático terrestre, y sus variaciones pueden contribuir al cambio climático natural. Esta variabilidad se caracteriza por periodicidades decenales, seculares y súper seculares. Estas son de particular interés ahora que el comportamiento del ciclo mínimo solar 23 ha mostrado un declive de actividad en las observaciones solares y esto podría estar indicando el inicio de un nuevo gran mínimo solar. La reconstrucción de la irradiancia solar total y su estimación en los próximos ciclos solares es uno de los problemas actuales de la física solar, porque la posible ocurrencia de un gran mínimo solar probablemente tendrá un impacto en el clima de la Terrestre. En este estudio, utilizando los datos del PMOD y ACRIM, hemos realizado una reconstrucción de la irradiancia solar total desde el año -10,000 AC hasta el 2100 DC. Se ha logrado por primera vez reconstruir el ciclo solar de 11 años durante todo el Holoceno y dependiendo del compuesto utilizado PMOD o ACRIM nosotros encontramos un gran mínimo para el siglo 21, a partir de 2004 o 2002. Como un indicador del nivel de la irradiancia solar total se calcularon las anomalías de potencia anuales; en particular, en los futuros ciclos solares (del 24 al 29) y se obtuvieron anomalías de potencia más bajas en comparación con el presente, para ambos modelos.

## FE-14 CARTEL

**DESARROLLO DE UNA MICRO-PLATAFORMA MECÁNICA PARALELA PARA EXPLORACIÓN ESPACIAL**Taque Vázquez Julio Cesar<sup>1</sup> y Velasco Herrera Graciela<sup>2</sup><sup>1</sup>Posgrado de Ingeniería, UNAM<sup>2</sup>Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM  
treznor11@gmail.com

En este trabajo se presenta un diseño de una micro-plataforma aplicado a la recreación de una exploración espacial, que permite transportar micro-laboratorios e instrumental como carga útil, para tareas específicas de visualización y toma de muestras. Se utiliza un arreglo de sensores para la adquisición de datos del medio a estudiar. Una de las innovaciones de este diseño consiste en ser un mecanismo con 10 grados de libertad y el desarrollo de un sistema de orientación de alta precisión. Se utilizó software especializado para el montaje y simulación. Este tipo de desarrollos en la ingeniería espacial, sigue siendo un tema de interés actual dentro de la comunidad científica mundial, en donde México no es ajeno. Las técnicas para la precisión, posición, orientación y estabilidad de plataformas, son necesarios para transportar laboratorios y dispositivos como carga útil y juegan un papel importante para la ejecución de diversas tareas de investigación y desarrollo espacial.

## FE-15 CARTEL

**LA VARIABILIDAD DE LOS PARÁMETROS ORBITALES EN EL SISTEMA SOLAR**Velasco Herrera Graciela<sup>1</sup>, Taque Vázquez Julio Cesar<sup>2</sup>, Taque Vázquez Julio Alberto<sup>2</sup> y Velasco Herrera Víctor Manuel<sup>3</sup><sup>1</sup>Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM<sup>3</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

graciela.velasco@ccadet.unam.mx

Todos los cuerpos celestes del sistema solar incluyendo al Sol oscilan alrededor del Baricentro Solar y sus periodicidades contribuyen cambios en el clima espacial y en el clima terrestre. Estas variaciones se caracteriza por ser seculares y súper seculares. Es de gran interés analizar los cambios en los parámetros orbitales solares y sus implicaciones en el siguiente mínimo secular solar ya que el comportamiento del ciclo solar 23 muestra una disminución en las observaciones solares lo que podría estar indicando el inicio de un nuevo gran mínimo solar. La evolución de la actividad solar es uno de los problemas actuales de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) aplicados en las ciencias espaciales, porque la posible ocurrencia de un gran mínimo solar tendrá un impacto en el clima terrestre. En este hemos realizado un estudio de la variabilidad solar y de las temperaturas terrestres de los últimos 200,000 años que abarcan las últimas dos Eras Glaciales y por medio del análisis multi wavelet se analizan las variabilidades de los parámetros orbitales y sus efectos tanto en el clima espacial como en el cambio climático terrestre.

## FE-16 CARTEL

**ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD NATURAL DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN MÉXICO**Pérez Moreno César Ángel Giovanni<sup>1</sup>, Velasco Herrera Víctor Manuel<sup>2</sup> y Velasco Herrera Graciela<sup>3</sup><sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM<sup>3</sup>Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM  
gio\_cole@hotmail.com

A través de los años los incendios forestales se han convertido en un problema nacional por la destrucción de entornos ecológicos, el debilitamiento y pérdida de bosques, selvas, suelos, pastizales, áreas de matorrales y pérdida de la fauna. Los incendios forestales que anualmente se presentan en el territorio nacional —aproximadamente 8 mil que afectan alrededor de 3 millones de hectáreas— en su mayoría son provocados por causas antropogénicas, pero solamente se generan al tener las condiciones necesarias y tres elementos principales para su desencadenamiento: oxígeno, temperatura y combustible vegetal. Este artículo presenta la Irradiancia Solar Total (TSI) como uno de los moduladores externos en incendios forestales. La TSI es la principal fuente de energía del sistema climatológico de la tierra y por consiguiente sus variaciones pueden contribuir al fenómeno natural wavelet multicanal; estudiamos las series de tiempo de los incendios forestales en México, el TSI y la oscilación del sur de El Niño (ENSO) en el periodo de 1970-2012. Con este nuevo análisis espacial se puede encontrar la variabilidad de los incendios forestales por décadas y la modulación del índice solar, ENSO e incendios forestales.

## FE-17 CARTEL

**LA VARIABILIDAD DE LOS RAYOS CÓSMICOS DURANTE LOS ÚLTIMOS 200 MIL AÑOS.**Taque Vázquez Julio Alberto<sup>1</sup>, Velasco Herrera Víctor Manuel<sup>2</sup> y Sosa Flores Oscar<sup>3</sup><sup>1</sup>Posgrado de Ingeniería, UNAM<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

alberto.taque@gmail.com

El campo magnético solar y el baricentro solar en la heliosfera modulan los rayos cósmicos. Dado que no hay datos de observación directa para estudiar la variabilidad de los rayos cósmicos sobre una escala de tiempo largo, los datos indirectos tales como radionucleidos cosmogénicos tienen que ser utilizados. Los isótopos cosmogénicos son producidos principalmente por flujo de rayos cósmicos galácticos. El análisis de los isótopos cosmogénicos en archivos naturales proporciona un medio para ampliar el conocimiento de la variabilidad solar, los rayos cósmicos y el movimiento del baricentro solar durante periodos de seculares y súper seculares siglos. En este trabajo se analiza la variabilidad natural de los rayos cósmicos durante los últimos 200,000 años utilizando la transformada wavelet.