

CORRECCION BAROMETRICA PARA EL SUPERMONITOR DE NEUTRONES DE LA CIUDAD. DE MEXICO

Miguel Rodríguez
Departamento de Estudios Espaciales, IGFUNAM
México 20, D.F.

RESUMEN

La intensidad de la componente nucleónica de la radiación cósmica secundaria varía con cambios en la presión atmosférica; una determinación del efecto barométrico requiere del conocimiento exacto del coeficiente barométrico β de la componente registrada (neutrones). En el presente trabajo, se determina el coeficiente barométrico β para el supermonitor de neutrones de la Ciudad de México sobre la base de la correlación entre el número de cuentas de los rayos cósmicos y la presión atmosférica medidas simultáneamente durante el año 1990, eliminando de éste los días de altas perturbaciones geomagnéticas.

INTRODUCCION

Cuando partículas de la radiación cósmica primaria llegan a la atmósfera de la tierra, producen una cascada nuclear. Un protón de alta energía interacciona con los núcleos atmosféricos, cuando lo hace, desintegra al núcleo produciendo nuevas partículas, llamadas rayos cósmicos secundarios, las cuales se pueden clasificar en tres grupos o tres componentes.

Estas componentes son: 1) Componente nucleónica, constituida por protones y neutrones. 2) componente mesónica o dura constituida por muones. Y 3) Componente electromagnética o blanda formada por fotones y electrones. No todo rayo cósmico de la radiación primaria contribuye a las tres componentes, su contribución depende de su energía.

Estas componentes secundarias a su vez interactúan con la atmósfera produciendo un decrecimiento en sus flujos. Es decir la atmósfera terrestre influye en las intensidades de la radiación cósmica secundaria y esta influencia es lo que se llama colectivamente, efectos atmosféricos sobre los rayos cósmicos secundarios.

EL EFECTO BAROMETRICO

Los efectos atmosféricos se componen de cinco efectos; el efecto barométrico, de temperatura, de humedad, de gravitación y de electricidad atmosférica.

De todos estos efectos solo el efecto barométrico es importante para los neutrones, esto se debe a que los neutrones, que son partículas inestables con una vida media de 17 minutos, tardan en atravesar la atmósfera un tiempo del orden de 10^{-4} seg. Es decir los neutrones se pueden considerar como estables en su propagación a través de la atmósfera. Y es esta propiedad la que hace que solo se vean influenciados por el efecto barométrico, el cual solo tiene un carácter de absorción debido al incremento de la cantidad de materia atravesada por los neutrones con el incremento de la presión.

La figura 1 muestra la presión h y el número I de cuentas del monitor de neutrones de la Ciudad de México, para el mes de noviembre de 1990. En ésta se puede apreciar claramente la correlación inversa entre I y h .

EL COEFICIENTE BAROMETRICO

La relación entre el cambio en el número de cuentas δI y el número en la presión δh puede ser escrito como:

$$\delta I / I = -\beta \delta h \quad \dots (1)$$

en donde β es el coeficiente barométrico, es decir si λ es la longitud de atenuación de los neutrones en la atmósfera entonces $\beta = 1/\lambda$.

De la ecuación (1) el número de cuentas corregido del monitor de neutrones está dado por:

$$I_c = I \exp (h-h) / \lambda \quad \dots (2)$$

donde h es la presión media a la cual se está llevando a cabo el conteo.

El coeficiente barométrico β (%mb) puede ser encontrado por el método de correlación entre el número de cuentas y la presión barométrica. El coeficiente barométrico está dado por la siguiente expresión:

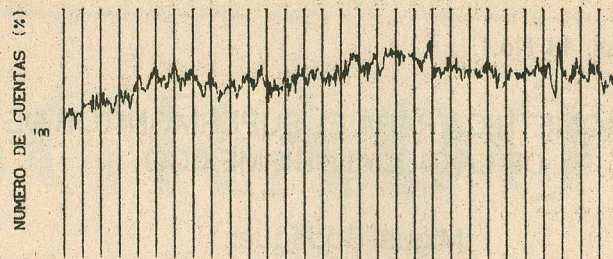


FIGURA 3

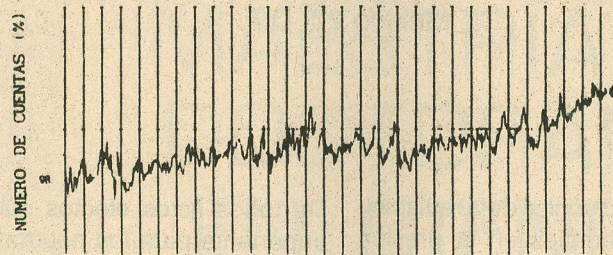


FIGURA 4

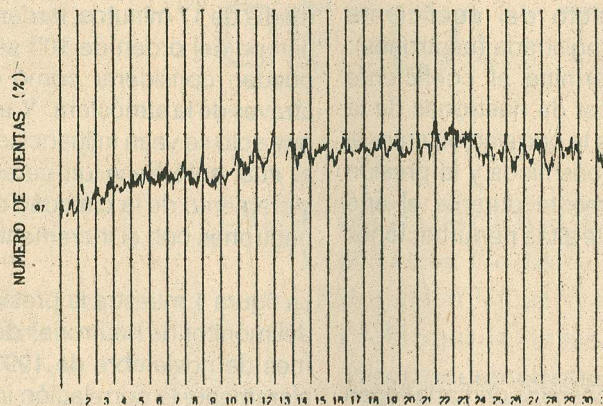
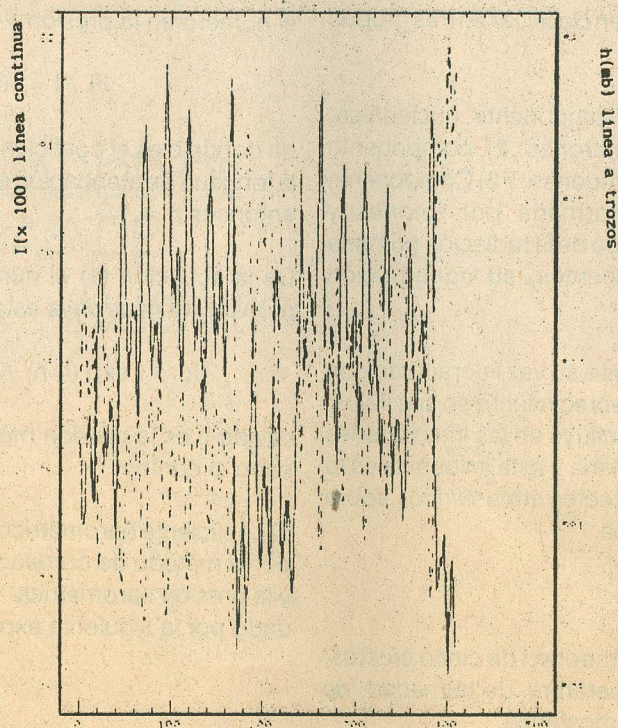


FIGURA 2



$$\beta = r \sigma_l / \sigma_h \quad \dots(3)$$

en donde:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2 / n, \quad \sigma^2 = \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2 / n \quad \dots(4)$$

$$r = \sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})(h_i - \bar{h}) / n \sigma_l \sigma_h, \quad \bar{l} = \sum l_i / n, \quad \bar{h} = \sum h_i / n$$

El error en β está por:

$$\Delta\beta = \pm \sigma_l (1 - r^2) / (n-2)^{1/2} \quad \dots(5)$$

RESULTADOS

El coeficiente barométrico se determinó por correlación lineal entre n valores l_i del número de cuentas del monitor de neutrones n valores h_i de la presión barométrica. De toda la colección de datos que corresponde al año de 1990, registrados en la Ciudad de México, se utilizaron dos meses que se consideraron como los menos perturbados, éstos fueron enero y noviembre, las figuras (2) y (3) muestran el número de cuentas para esos meses. Recordemos que el año de 1990 corresponde a un período en el cual el Sol se encontraba en un máximo de actividad. además se consideró el mes de septiembre (figura 4), el cual tiene fuertes perturbaciones, para comparar los coeficientes barométricos obtenidos para enero y noviembre.

Dentro de los meses elegidos se escogieron solo aquellos días en los cuales el índice geomagnético K_p fuera menor o igual a 2^o

Utilizando las ecuaciones (3), (4) y (5) se encontraron los resultados que se muestran en la tabla 1.

TABLA 1

Mes	n	σ_l	σ_h	r	$\beta \pm \Delta\beta$ (%mb)
Enero	225	113.58	1.225	-0.914	-0.85 ± 0.02
Nov.	408	118.18	1.537	-0.938	-0.72 ± 0.01
Sept.	311	111.09	0.997	-0.581	-0.65 ± 0.05

Las gráficas del análisis de regresión se muestran en las figuras 5, 6 y 7 para los meses de enero, noviembre y septiembre, respectivamente. Las figuras se encuentran al final del artículo.

CONCLUSIONES

A pesar de haber elegido dos meses donde el grado de perturbación geomagnética no era tan fuerte, enero y noviembre, el coeficiente barométrico obtenido difiere en más de un 10% del valor, -0,95%mb, obtenido cuando el sol se encuentra en un mínimo de actividad.

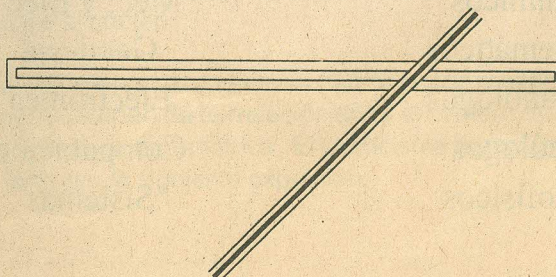
Note que el coeficiente barométrico correspondiente al mes de septiembre, que es el que se encuentra más perturbado, tiene el valor más bajo.

Por tanto podemos concluir que las perturbaciones que produce el Sol y que se propagan a través del viento solar provocan a su vez perturbaciones en el campo geomagnético las cuales influyen a la intensidad de rayos cósmicos, dando lugar a un valor más bajo del coeficiente barométrico. De aquí que para calcular el coeficiente barométrico se deben de seleccionar períodos de tiempo en donde las perturbaciones geomagnéticas estén prácticamente ausentes. Es decir en períodos de mínima actividad solar.

Agradecimientos: Agradezco los valiosos comentarios del Dr. Javier Otaola.

REFERENCIAS

- A. Hurtado and J. A. Otaola. Cosmic Ray NM-64 Monitor Data-I January-December 1990. Universidad Nacional Autónoma de México Departamento de Física Espacial. Instituto de Geofísica.
- L. I. Dorman. Cosmic Rays. Variations and Space Explorations, North-Holland, 1974.
- Cosmic Ray Astrophysics. Edited by Oda, Nishimura and Sakurai. Terra Scientific Publishing Company, Tokio, 1988.
- IUGG: Association of Geomagnetism and Aeronomy (International Service of Geomagnetic Indices). Editor Institut für Geophysik, Göttingen (F.R.Germany).



POSGRADO



CICESE

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

SISMOLOGÍA

Peligro y Riesgo Sísmico
Propagación de Ondas
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Fuentes Sísmicas
Sismotectónica

GEOFÍSICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

GEOLOGÍA

Geología Estructural
Geología Marina
Geocronología
Vulcanología
Petrología
Tectónica

PARA EGRESADOS DE CARRERAS DE CIENCIAS E INGENIERÍA:

Físicos
Químicos
Matemáticos
Oceanólogos
Geólogos
Geofísicos

Civil
Mec. y Elec.
Geodesia
Electrónica
Computación
Sistemas

Pide tu folleto informativo:
CICESE

Dirección de Estudios de Posgrado
Apartado Postal 2732
km 107 Carretera Tij. - Eda.
Ensenada, Baja California
C.P. 22800 México
Tel. (667) 4-50-50 ext. 2050
Fax. (667) 4-48-80

TRAMITAMOS TU BECA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA