

## Frecuencia crítica de la región F de la ionosfera sobre la isla Rey Jorge, Antártica

ALBERTO J. FOPPIANO B.<sup>1</sup>

### RESUMEN

*Se comparan los valores observados de la frecuencia crítica mediana mensual de la región F de la ionosfera sobre la isla Rey Jorge, Antártica, con los determinados según el modelo del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones. Se usan los valores medidos con la estación ionosférica de Base Marsh<sup>2</sup> (62°12'S., 58°54'W.), a cada hora durante marzo, junio, septiembre y diciembre de los años 1986 y 1989, que corresponden a condiciones representativas de actividad solar baja y alta, respectivamente.*

*Se encuentran diferencias sistemáticas entre los valores observados y los calculados según el modelo para ambos niveles de actividad solar, particularmente en verano, en que el modelo no describe adecuadamente la variación diurna.*

Palabras claves: frecuencia crítica, región F, ionosfera, Antártica.

## F-region critical frequency for King George Island, Antarctica

ALBERTO J. FOPPIANO B.<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Observed values of monthly-median ionospheric F-region critical frequency for King George Island, Antarctica, are compared with those determined using the International Radio Consultative Committee model. Hourly values measured at Base Marsh<sup>2</sup> (62°12'S., 58°54'W.) ionospheric station are used, corresponding to March, June, September and December of 1986 and 1989, representative of both, low and high solar activity levels, respectively.*

*Systematic differences are found between observed values and these determined using the model for both low and high solar activity level, particularly for Summer, a season for which the model does not adequately account for the diurnal variation.*

Key words: critical frequency, F-region, ionosphere, Antarctica.

<sup>1</sup> Departamento de Física de la Atmósfera y del Océano, Facultad de Ciencias, Universidad de Concepción, Casilla 3-C Concepción, Chile.

<sup>2</sup> N. del E.: Vuelve a su nombre original, "Base Presidente Eduardo Frei Montalva".

## INTRODUCCIÓN

El 15 de febrero de 1986, a las 16:15 horas (Huso Horario 60° W.), se iniciaron en la isla Rey Jorge las observaciones de la ionosfera mediante un radar de incidencia vertical (ionosonda) en la banda de alta frecuencia (1-22.6 MHz).

En esta breve nota se muestran las evoluciones diarias de la concentración electrónica máxima de la ionosfera, medida en unidades de frecuencia de plasma, que se observaron en meses que se consideran representativos de las condiciones imperantes en las diferentes estaciones del año. También se presentan las evoluciones determinadas según el modelo propuesto por el Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) (CCIR, 1982). Por lo tanto, el objetivo de la presente nota es comparar los valores observados de la frecuencia crítica mediana mensual de la región F de la ionosfera sobre isla Rey Jorge, Antártica, con los determinados según el modelo del CCIR. En la próxima sección se explica la metodología usada para determinar ambos tipos de evoluciones, y en la sección siguiente se discuten los resultados de la comparación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En primer lugar se leyeron los registros fotográficos obtenidos con el ionosonda (denominados ionogramas) para cada hora de cada día de marzo, junio, septiembre y diciembre de 1986 y de 1989, para obtener los valores correspondientes de la frecuencia crítica de la región F de la ionosfera, que es proporcional a la raíz cuadrada de la concentración electrónica máxima de dicha región. Luego se determinaron los valores medianos mensuales y los rangos intercuartiles de la frecuencia crítica para cada hora del día de los meses considerados. Como es habitual, tanto en la lectura de los ionogramas como en el proceso estadístico de los valores leídos, se siguieron las reglas internacionalmente aceptadas, editadas por Piggott y Rawer (1972). En los artículos de Iribarren y Figueroa (1986) y de Foppiano (1987) se documentan los detalles de los equipos usados y los primeros resultados obtenidos, respectivamente.

En el modelo del CCIR se determinan los valores medianos mensuales de la frecuencia crítica para un mes y nivel de actividad solar determinados, evaluando expresiones ortogonales polinómicas en términos de la latitud y longitud geográficas del lugar (en este caso 62°12'S., 58°54'W., isla Rey Jorge) y de la hora universal. Para cada mes y nivel de actividad solar se usa un conjunto de coeficientes numéricos específicos del cual hay varias versiones. De la misma manera se calculan también los valores de las frecuencias críticas correspondientes a los deciles superior e inferior de la distribución de frecuencia modelada. En el presente trabajo se usó la versión de Oslo de los coeficientes numéricos (cinta N° 1 del CCIR). Los números de manchas solares relativos suavizados, usados para caracterizar el nivel de actividad solar, se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1  
NÚMERO DE MANCHAS SOLARES RELATIVO SUAVIZADO

	Baja actividad solar 1986	Alta actividad solar 1989
Marzo	13	131
Junio	14	196
Septiembre	12	177
Diciembre	16	165

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran las evoluciones diurnas de las frecuencias críticas observadas y modeladas para los cuatro meses de 1986, un año de nivel de actividad solar bajo. Aunque la dispersión alrededor de los valores medianos mensuales es bastante grande, se puede reconocer los rasgos típicos ya documentados por otros autores (e.g. Wrenn *et al.*, 1987, Figura 1; Cao *et al.*, 1989), sobre la base de registros obtenidos para otros lugares del área (definidos tradicionalmente como distantes hasta  $5^\circ$  de latitud y  $10^\circ$  de longitud) y otros períodos.

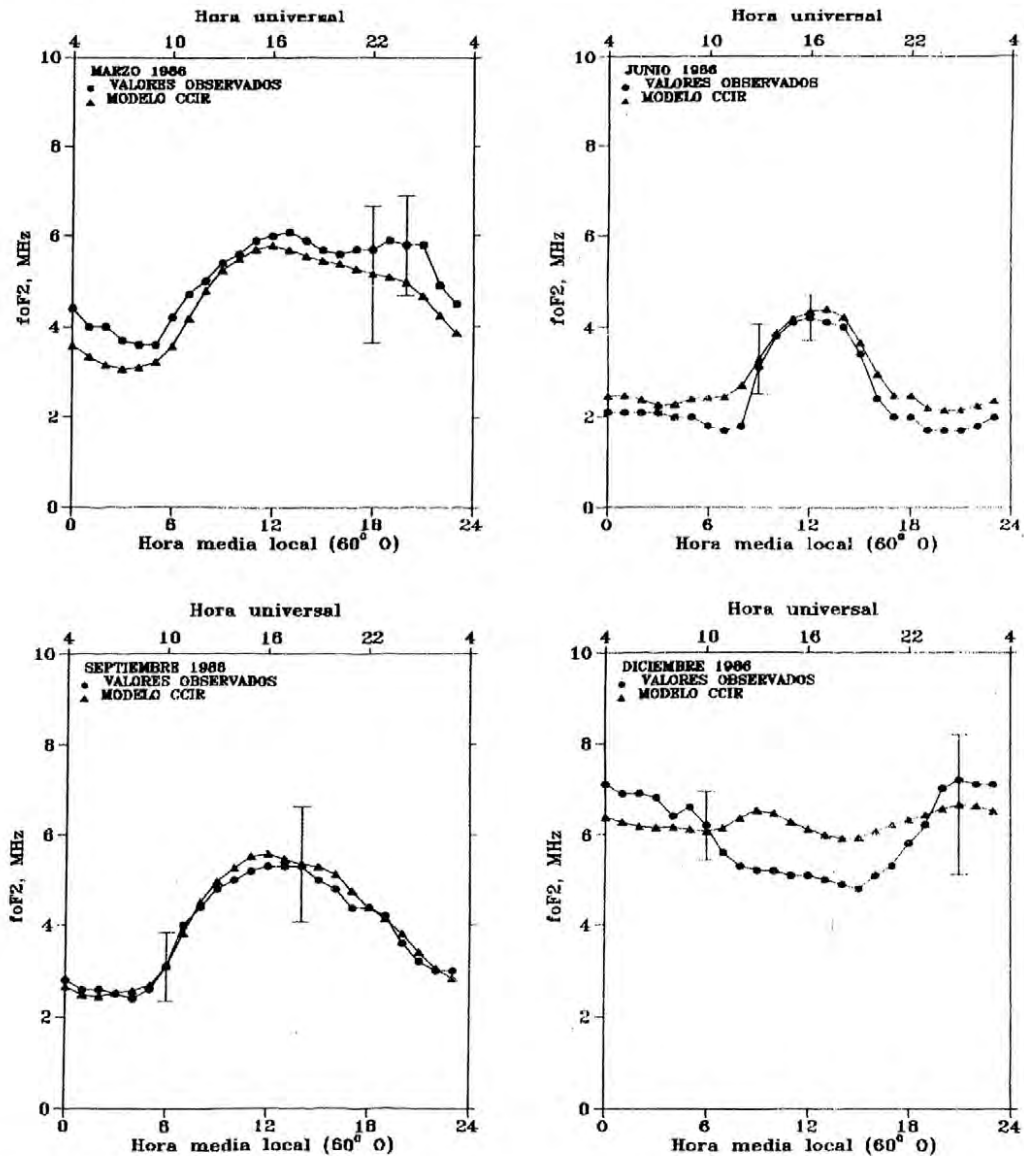


Fig. 1. Evolución diurna de los valores medianos mensuales de la frecuencia crítica de la región F de la ionosfera sobre isla Rey Jorge ( $62^\circ 12'S$ ,  $58^\circ 54'W$ ) para marzo, junio, septiembre y diciembre de 1986, un año de nivel de actividad solar bajo.

(Círculos llenos = valores observados)

(Triángulos llenos = valores según el modelo del CCIR, 1982).

Las barras verticales indican los rangos intercuartil e interdecil máximos de los valores observados y modelados, respectivamente, y están centradas en los valores correspondientes a las horas en que ocurren.

Es notable la similitud de los valores observados y modelados para junio y, particularmente, septiembre. Por el contrario, en marzo sólo los valores observados indican claramente una anomalía diurna conocida, que consiste en un segundo máximo relativo en horas de la tarde, y que ha sido asociada al efecto de fenómenos de transporte de plasma forzados por vientos meridionales horizontales del aire neutro (Dudeney y Piggott, 1978). En diciembre, el efecto es tan importante que invierte la evolución diurna en el sentido que el máximo de concentración electrónica ocurre alrededor de medianoche.

Las evoluciones diurnas correspondientes a un año de nivel de actividad solar alto se muestran en la Figura 2. También estas evoluciones siguen las ya observadas, como se indicó para el año 1986.

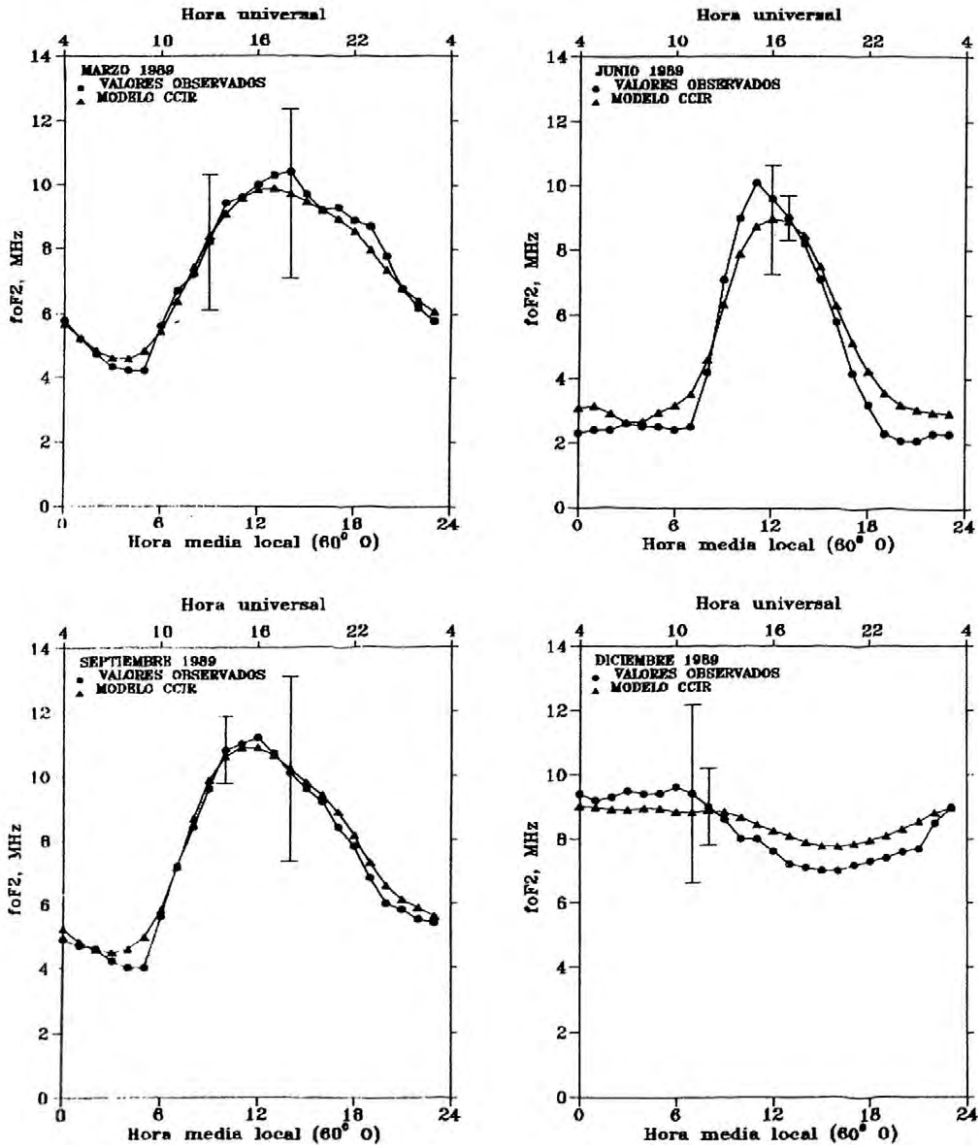


Fig. 2. Evolución diurna de los valores medianos mensuales de la frecuencia crítica de la región F de la ionosfera sobre isla Rey Jorge ( $62^{\circ}12'S$ ,  $58^{\circ}54'W$ .) para marzo, junio, septiembre y diciembre de 1989, un año de nivel de actividad solar alto.

(Círculos llenos = valores observados)

(Triángulos llenos = valores según el modelo del CCIR, 1982).

Para este nivel el modelo del CCIR reproduce bastante mejor las evoluciones para marzo y diciembre, manteniendo su bondad ya indicada para junio y septiembre.

El mejor ajuste del modelo para septiembre, en ambos niveles de actividad solar, se debe a que la transición de la evolución diurna, desde el régimen de invierno (máximo alrededor de mediodía) a verano (máximo cerca de medianoche), se produce con un cierto retraso respecto del equinoccio de primavera. Por el contrario, la transición correspondiente al equinoccio de otoño sí se produce en marzo, lo que se expresa en que los valores medianos mensuales alcanzan dos máximos relativos.

Aunque en el verano, para bajo nivel de actividad solar, la amplitud de la evolución diurna (un 38% respecto al valor medio) es mayor que para nivel alto (un 31%), el modelo del CCIR la reproduce peor. Más aun, la evolución modelada presenta dos máximos relativos en ese caso, en abierta contradicción con la evolución observada.

## CONCLUSIONES

El presente estudio confirma que las evoluciones diurnas de la concentración electrónica máxima de la ionosfera sobre Marsh, dependen de la estación del año y del nivel de actividad solar de manera similar a las documentadas para otros lugares del área y otros períodos de observación.

El modelo del CCIR reproduce mejor los valores observados en períodos de nivel de actividad solar alto. No da cuenta, sin embargo, de la evidente evolución diurna típica de condiciones de verano para niveles de actividad solar bajo.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Antártico Chileno por proveer los fondos y parte del apoyo logístico para comprar, instalar y operar el ionosonda en Base Marsh (Proyecto INACH 024). También se agradece a la Fuerza Aérea de Chile por el apoyo logístico prestado, especialmente en la preparación del terreno para el patio de antenas y la construcción de sus fundaciones, así como en el montaje del módulo de la Estación Ionosférica.

Este trabajo ha sido patrocinado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Proyecto FONDECYT 0308/91).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAO, C., S. WANG y D. XI, 1989. Analysis of the ionospheric data from 1986 to 1988 obtained at the Great Wall Station of China, Antarctica. Proceedings of the International Symposium on Antarctic Research, Tianjin, China, pp. 492-499.
- CCIR, 1982. Atlas del CCIR de las características ionosféricas. Propagación de medios ionizados, recomendaciones e Informes del CCIR, Informe 340-4 vol. VI, Ginebra, Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- DUDENEY, J. R. y W. R. PIGGOTT, 1978. Antarctic ionospheric research. In Upper Atmosphere Research in Antarctica (Lanzerotti y Park, eds.), American Geophysical Union. Antarct. Res. Ser. 29: 200-235.
- FOPPIANO, A. J., 1987. Iosonde measurements at Marsh, King George Island: First results. Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue Nr. 48: 318-322.
- IRIBARREN, N. M. y C. H. FIGUEROA, 1986. Instalación de un ionosonda para la estación ionosférica de Base Teniente Marsh. Ser. Cient. INACH 34: 99-103.
- PIGGOTT, W. R. y K. RAWER, 1972. URSI handbook of ionogram interpretation and reduction (second edition). World Data Center A for Solar-Terrestrial Physics. Report UAG-23, NOAA, Boulder, Colorado, EE.UU.
- WRENN, G. L., A. S. RODGER y H. RISHBETH, 1987. Geomagnetic storms in the Antarctic F-region. Diurnal and seasonal patterns for main phase effects. J. Atmos. Terr. Phys. 49: 901-913.

Recibido: 28.12.92      Aprobado: 20.08.93