

VARIACION DE LA ABSORCION IONOSFERICA EN LA ZONA AURORAL *

HORACIO A. CAZENEUVE e ISAAC MESTERMAN
Instituto Antártico Argentino
LIARA

Se presenta un análisis de observaciones hechas en la Base General Belgrano, Antártida, sobre procesos de absorción ionosférica del ruido cósmico. Como esta base está ubicada en el óvalo auroral durante casi toda la noche polar, es óptima para el estudio de los procesos típicos de esa zona.

Se estudian variaciones impulsivas de la absorción ionosférica, con datos de los años 1964 a 1967. Se observa una neta diferencia en la morfología de estos eventos, en las partes ascendente y descendente del ciclo solar, así como entre los períodos quietos y activos. Estos rasgos en general no pueden explicarse basándose en consideraciones clásicas.

The cosmic noise absorption events recorded at Base General Belgrano are studied. During the polar night this station remains in the auroral zone; such situation being optimal for the study of polar events.

Impulsive variations of the absorption are studied, by using data from the period 1964-1967. Events recorded during the ascendent and descendent portions of the solar cycle, as well as those recorded during quiet and active periods, show a different morphology. In general such features cannot be explained by classical considerations.

* Parte de este trabajo se presentó en el "SCAR Symposium on Scientific and Technical Problems Affecting Antarctic Telecommunications", Sandefjord, Noruega, 1972.

INTRODUCCION

En el presente estudio se analizan datos desde 1964, año de mínima actividad solar, hasta 1967, año de máximo de manchas solares, continuando hasta 1972. Es decir, abarca casi un ciclo solar.

Los valores de absorción se computaron sobre la base de un nivel de referencia, con datos de los años 1964 a 1967. Debido a la ubicación de la Estación en el óvalo auroral, no puede considerarse una absorción ionosférica nula, como lo prevé el concepto clásico de "día quieto", sino en un nivel mínimo de absorción. Este nivel, a su vez, tiene variaciones diarias, estacionales y anuales. (Mesterman y Cazeneuve, 1972).

La información proviene de un riómetro en 27,6 MHz, y un sondador ionosférico, instalados en la Base General Belgrano (lat. geomag. 67.3; long. geomag. 15.8). Se emplearon algunos datos provenientes de la estación británica Halley Bay (75° 31' S; 26° 42' W). Los datos empleados son valores de absorción de frecuencia mínima (f_{min}); frecuencia crítica de la capa F₂ ($f_o F_2$), las medianas mensuales de esta última y su dispersión.

PERIODOS QUIETOS Y ACTIVOS

La Figura 1 corresponde al período calmo del ciclo solar, y contiene las variaciones relativas de la frecuencia mínima, la frecuencia crítica y la absorción. Se emplearon medianas mensuales. Es, además, un ejemplo de la marcha diaria de la absorción ionosférica. Se observa el acentuado mínimo en la medianoche local, y el incremento de la absorción durante el día. La correlación con la frecuencia crítica $f_o F_2$ indica fuerte contribución de la capa F₂ a la absorción total. Esto es más notorio en los períodos más activos.

Si bien en este caso la marcha de la absorción responde a la variación de los valores medianos de $f_o F_2$, en la mayoría de los casos la relación es entre la absorción y las fluctuaciones de la banda de cuartiles de la $f_o F_2$. En la misma figura se observa la anticorrelación entre la absorción y el ancho de la banda de cuartiles.

El cálculo de la contribución de la región F a la absorción total se efectuó en un trabajo aparte, con un método desarrollado especialmente.

La Figura 2 contiene valores medianos de absorción de noviembre de 1967 y su dispersión. Se observa una marcha regular y un máximo centrado en el mediodía local. Esta evolución es característica de la parte ascendente del ciclo solar y de períodos calmos.

La Figura 3 corresponde al período de máximo de manchas solares. La absorción se aparta de lo previsto por la teoría clásica. Se observa un pronunciado mínimo a las 15:10 TL y su máximo a las 01:20 TL. La frecuencia mínima y la absorción varían en oposición: el mínimo de absorción concuerda con el máximo de f_{min} . La $f_o F_2$ y su dispersión varían de un modo incoherente, pero el máximo de la banda de cuartiles concuerda con el mínimo de la f_{min} y recíprocamente.

Estas relaciones se apartan por completo de lo previsible, por lo cual se intenta una explicación preliminar acerca de las fuentes de estas fluctuaciones.

LA CONTRIBUCION DE LA REGION F

El resultado más significativo de este estudio es que, en los períodos perturbados, cuando la absorción alcanza su máximo, la frecuencia mínima pasa por su mínimo y recíprocamente. Además, los valores de $f_o F_2$ son muy altos (Figura 3).

Estos hechos admiten una explicación basada en las contribuciones de cada región ionosférica a la absorción total. Sobre las bases cualitativas que nos permite el estado actual de nuestro estudio, inferimos que, en períodos perturbados, la contribución principal no proviene de la región D, y que la contribución de la capa F debe exceder en mucho a lo previsible. No obstante, la capa D debe existir y ser alimentada durante la noche polar, pues su contribución debe ser proponderante, por lo menos durante los períodos no perturbados.

El hecho de que la región D debe ser mantenida y produce una intensa absorción durante la noche polar, tiene un significado muy especial en la dinámica de la ionósfera, y se lo está analizando.

INTERPRETACION EN TERMINOS DE LA RUPTURA DE CAPAS

Los fenómenos que hemos descripto sobre la base de la variación relativa de los parámetros ionosféricos admiten una explicación en términos de desplazamientos verticales de ionización.

Los incrementos de absorción no son, en general, acompañados por grandes valores de la frecuencia crítica $f_o F_2$ sino por una mayor dispersión de esta última. Esta dispersión indica grandes fluctuaciones en la densidad electrónica en el nivel F_2 . Se interpreta, además, que el mecanismo que genera el incremento de absorción debe generar también las fluctuaciones de densidad en la región F_2 .

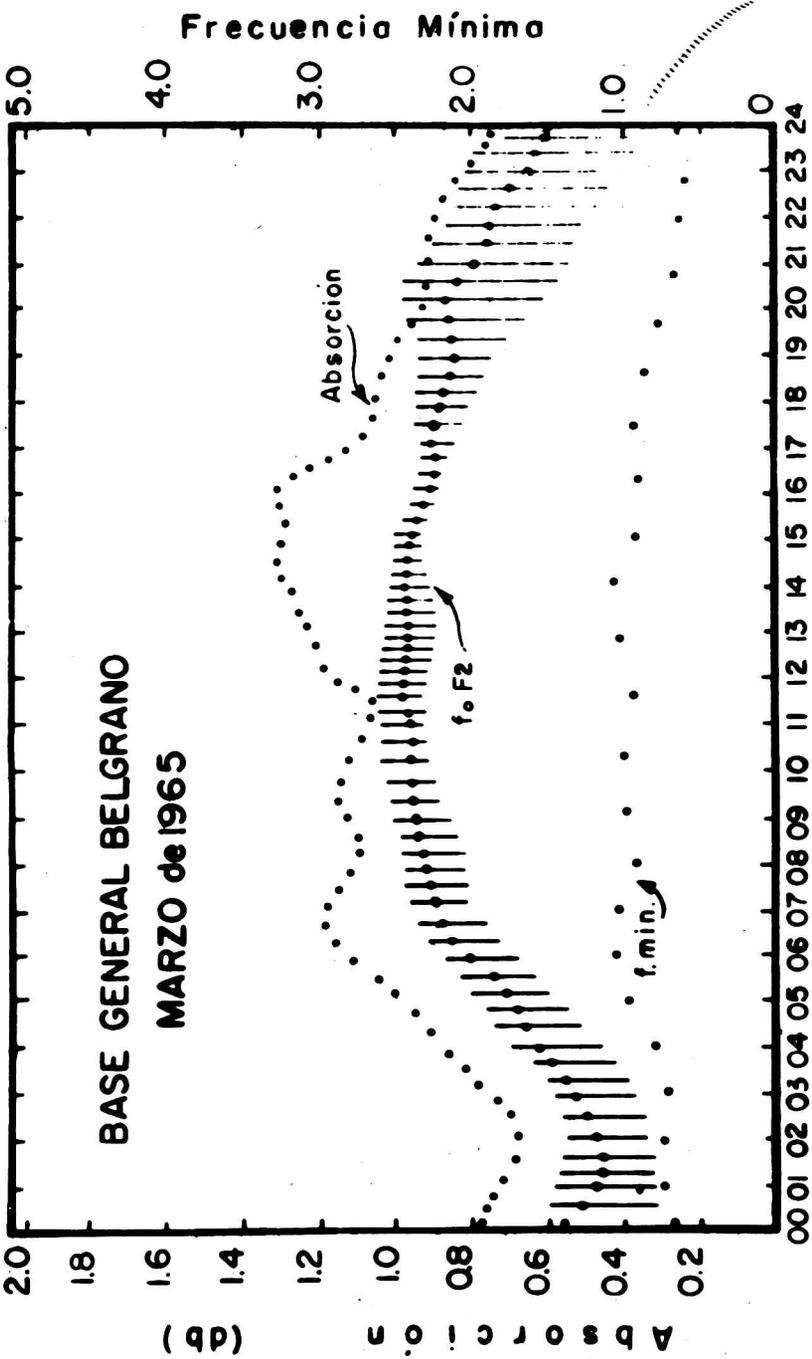
Esto significa que, a medida que aumenta la densidad electrónica o la frecuencia de colisiones, la distribución de electrones de la capa F_2 se hace inestable. Este redistribución de ionización debe corresponder a desplazamientos con una componente vertical dominante. Durante estos movimientos debe desaparecer la estructura de capas en la región en que ocurre el evento, y la absorción debe ser homogénea en todos los niveles ionosféricos. Esta situación es inestable y se mantiene hasta que se recuperan las condiciones más estables de la ionósfera.

Este proceso corresponde al achatamiento del pico de la F_2 , compensado por la disminución del gradiente de densidad a ambos lados del máximo.

CONTRIBUCIONES A LA ABSORCION TOTAL

Finalmente, nos referimos a lo que parece ser uno de los resultados más importantes de este estudio. En los períodos perturbados, cuando la absorción alcanza su máximo, la f_{min} pasa por su mínimo y recíprocamente; además la $f_o F_2$ alcanza valores muy altos.

Estas variaciones relativas revelan el acoplamiento que existe en la dinámica de las distintas regiones ionosféricas, y nos llevan al resultado de que la contribución de la región F a la absorción integrada es mucho mayor de lo que indica



TIEMPO LOCAL

Figura 1: Variaciones de la absorción, la frecuencia mínima y la frecuencia crítica f₀F₂, en el período de mínima actividad solar.

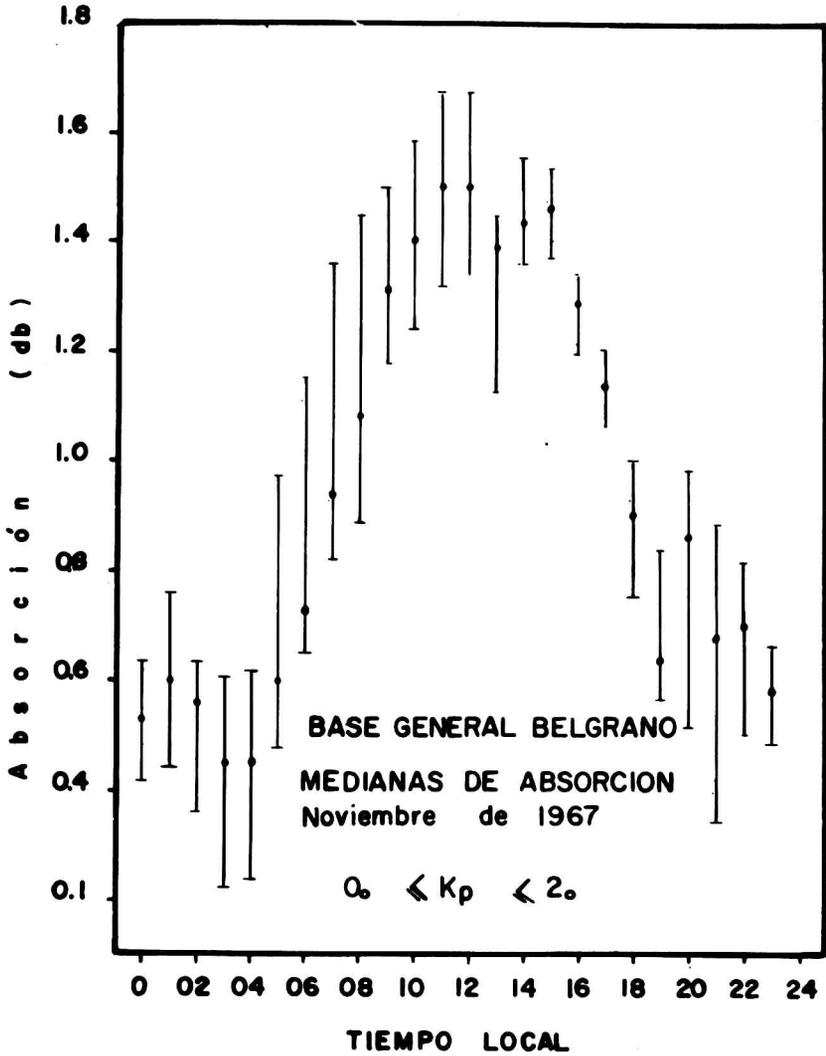


Figura 2: Distribución de medianas de absorción y su dispersión, para valores bajos del índice planetario K_p .

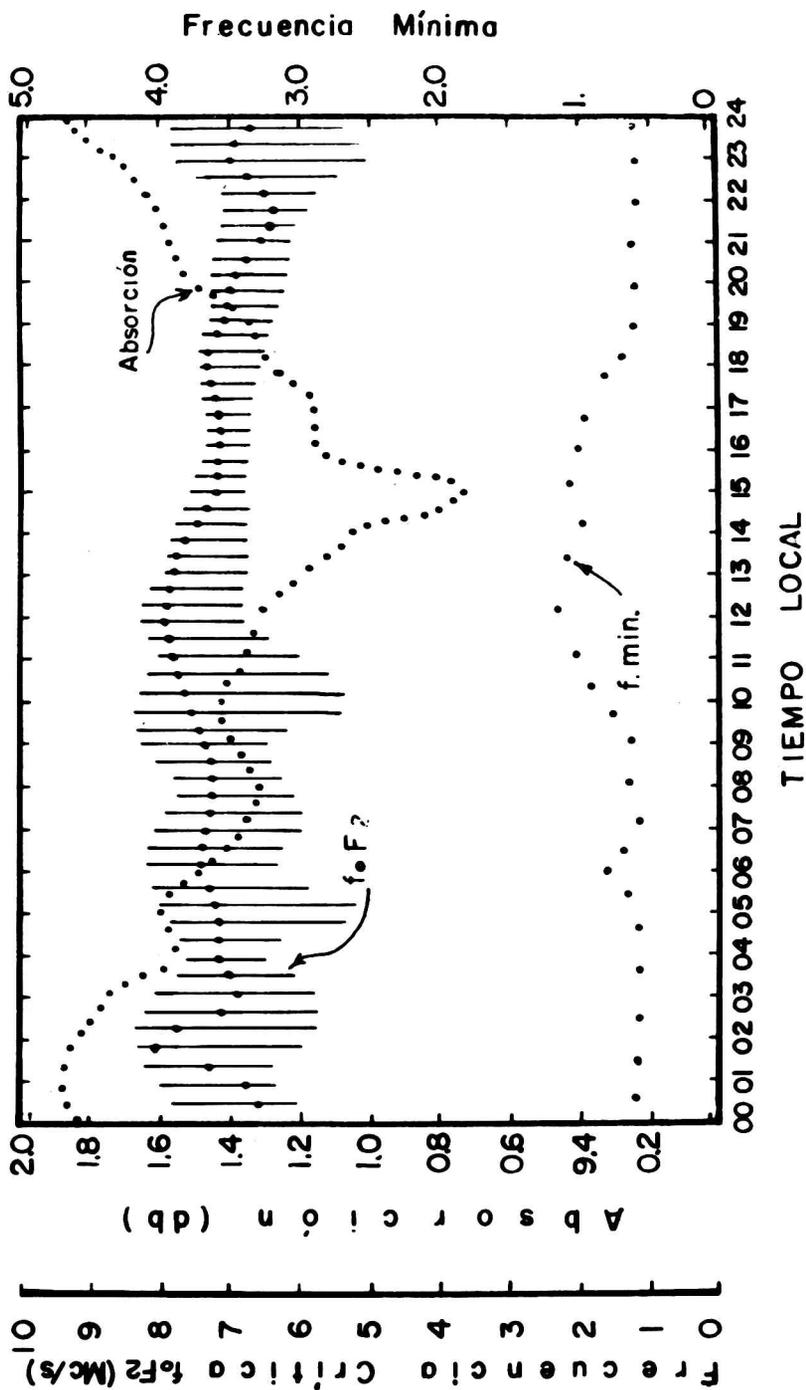


Figura 3: Variaciones de los mismos parámetros de la figura 1, tomadas en marzo de 1967, que corresponde al máximo de actividad solar.

la teoría clásica. Por otra parte, el hecho de que la contribución de la región D a la absorción total es preponderante aún durante la noche polar, muestra claramente que la misma no se extingue durante el período oscuro.

La determinación de la contribución de cada una de las capas ionosféricas no es inmediata, y estamos efectuándola con un método especialmente desarrollado.

CONCLUSIONES

En el estudio de la absorción ionosférica del ruido cósmico, en un observatorio de la zona auroral a través de medio ciclo solar, se encuentra que su variación se aparta considerablemente del comportamiento previsto por la teoría clásica. Las diferencias más notorias que hemos descrito en este trabajo son: La existencia de un nivel continuo de absorción, el cual varía durante el ciclo solar, y al que se superponen las variaciones diarias y estacionales; rasgos diferentes durante las fases ascendente y descendente del ciclo solar; inversión de los máximos de absorción durante la noche y el día polares; y evidencia de una fuerte contribución de la capa F₂ a la absorción total, y de la capa D durante la noche polar.

Estos resultados son difíciles de entender sobre la base de consideraciones clásicas, por lo cual se desarrollan métodos para la determinación de sus efectos, lo que será expuesto en otra publicación.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Prof. W. R. Piggott por las fructíferas discusiones sobre la interpretación de los fenómenos de absorción, y a la Sra. Adriana Fernández de Núñez, por haber conducido eficazmente los cálculos durante el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- CIG-IQSY COMMITTEE, IQSY, 1963: *Instruction Manual n. 4, Ionosphere.***
- Mesterman, I.; Trentini, F. y Fernández Sarmiento, N. G., 1963: *Planning of decametric waves telecommunications networks in the Antarctic; LIARA Report C-18.***
- Mesterman, I. Cazeneuve, H., 1972: *Ionospheric absorption measurements by the A-2 method obtained at "Base General Belgrano". Proceedings of the SCAR Symposium on Scientific Problems affecting Antarctic Telecommunications, Oslo.***