

EL VECTOR PERTURBACION DE LAS TORMENTAS GEOMAGNETICAS
EN ISLA AÑO NUEVO

Maria del Carmen Vecchi (1) y Otto Schneider (1)(2)

(1) Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Técnicas

(2) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

1) Introducción

En un estudio anterior (Vecchi, Van Zele y Schneider 1984; en adelante: VZS) se analizaron algunos aspectos de la morfología de las tormentas geomagnéticas en Isla Año Nuevo (lat. geogr. $-54^{\circ}6'$; long. geogr. $295^{\circ}9'$; lat. geomag. $-43^{\circ}2'$), en adelante: (AN, manifiestos en la componente horizontal H, la más claramente sensible a estas perturbaciones en latitudes no polares. El presente trabajo complementa aquel análisis considerando también los dos restantes elementos magnéticos, la declinación (D) y la componente vertical (Z), con miras a verificar el comportamiento del vector perturbación durante el desarrollo de una tormenta tipo en sus fases inicial, principal y residual.

2) Antecedentes

En las tormentas plenamente desarrolladas de latitudes no polares se observa (Sugiura y Chapman 1960): a) un comienzo brusco o marcado, seguido de un período de muy pocas horas en las que H es incrementada, en tanto que Z experimenta cambios menores no muy definidos; b) una fase principal, con un marcado descenso de H en ambos hemisferios, durante un lapso del orden de unas 12 horas, acompañado de un incremento numérico de Z, o sea una inclinación más acentuada, en ambos hemisferios; c) una fase residual, que se extiende por varios días, caracterizada por una recuperación de ambas componentes, más lenta en Z que en H. Los cambios en D, durante las tres fases, son menos definidos.

Los signos y valores específicos que asumen las componentes durante el desarrollo de la tormenta son expresión de un hecho ya señalado en forma parcial a fines del siglo pasado (Van Bemmelen 1895 y trabajos posteriores) y luego demostrado de un modo más elaborado durante la primera mitad del nuestro, en estudios, entre otros, de Schmidt (1924), Bartels (1931), McNish (1933) y Slaucitajs y McNish (1937), a saber que el vector perturbación durante las fases principal y residual tiende a alinearse en el

plano del meridiano geomagnético del lugar. No coincide, sin embargo, con la dirección paralela a la del eje del campo dipolar, sino que asume una inclinación menor (numéricamente) que la correspondiente a dicho campo. Esta desviación no es despreciable, siendo en latitudes medias del orden de los 20° a 30°, sugiriendo la presencia, en el campo global de la perturbación, de efectos otros que el de la corriente anillo ecuatorial, ya sea ionosféricos o internos.

3) Datos

Con el fin de posibilitar la combinación de los aportes de Z y D con el de H, ya disponible este último como resultado del trabajo VZS, el presente estudio se limita también al análisis de las 25 tormentas antes investigadas, siendo aquellas que durante el funcionamiento de IAN (1902 a 1917) se caracterizaron por un comienzo "brusco" (sc) o "abrupto" (a); para más detalles nos remitimos a VZS. Queda por resolver en estudios posteriores la conveniencia, o no, de englobar en un solo conjunto las "tormentas pronunciadas" aquí contempladas, con las (3 veces más numerosas) de comienzo paulatino o desarrollo menos pronunciado. En efecto, algunos resultados de Sugiura y Chapman (1960) sugieren la posibilidad de que en tal conjunto el beneficio del mayor volumen de la muestra compense con creces la desventaja causada por la admisión de datos afectados por un mayor ruido estadístico.

Al igual que en VZS, se han utilizado sucesiones de 73 valores horarios instantáneos, aquí de Z y D, abarcando así tres días a partir del comienzo de cada tormenta.

4) Procedimiento de análisis

Las etapas del análisis y procedimientos adoptados para Z y D fueron los mismos que en el estudio previo VZS, comprendiendo: a) la determinación y eliminación de la variación solar tranquila S_q subyacente; b) la depuración en concepto de DS, el "disturbio en tiempo local"; c) el ordenamiento de los datos en tiempo tormenta y superposición de los 25 casos, con el fin de obtener la marcha media D_{st} , el "disturbio en tiempo tormenta". Las sucesiones resultantes para Z y D, combinadas con su análoga para H, permitieron estudiar la evolución del vector perturbación en tiempo tormenta.

5) Resultados

Denominaremos con h , z y d las componentes del vector perturbación, con origen en el nivel pre tormenta; aquí d , expresado en nanoteslas, es la componente normal (positiva hacia el E) a la proyección horizontal del vector no perturbado.

La marcha, en tiempo tormenta, $Dst(z)$ y $Dst(d)$, responde en su desarrollo y signo al esquema global hallado anteriormente en otras regiones del Hemisferio Sur*; en particular se verifica que z , después de unas tres horas correspondientes a la fase inicial pasa a asumir valores negativos (de unos $-15nT$) en las fases principal y residual, en tanto que d acusa en estas dos fases valores que oscilan alrededor de unos $+10nT$, magnitud ésta que a primera vista podría parecer elevada a la luz de hallazgos análogos anteriores (Sujiura y Chapman 1960), pero que es la apropiada para asegurar la disposición espacial del vector perturbación, como se verá.

Dicha orientación espacial está representada en la figura 1, hora por hora, mediante los ángulos acimutal (ϵ) y de altura (α) de los puntos que en la bóveda celeste resultan de prolongar hasta ella el vector perturbación. Los puntos correspondientes a la fase inicial están numerados de I a 3, mientras que el 4 representa la entrada a las fases principal y residual. En ellas el vector perturbación tiende a asumir alturas α sobre el horizonte generalmente inferiores a los 30° , ubicándose en acimutes cercanos al Sur, que en la posición geográfica de IAN coincide prácticamente con el meridiano geomagnético. Esto se visualiza en la figura 2, donde el punto I representa la orientación media del vector durante las primeras tres horas de tiempo local; el punto II el promedio análogo correspondiente a las 48 horas de perturbación residual, (a partir de la hora 24 de tiempo tormenta) y el III el promedio de todo el proceso.

El resultado fundamental es el que surge de considerar, por último, el punto A, que marca el Polo Geomagnético Austral (polo del campo dipolar no perturbado). En efecto, los ángulos mencionados son, respectivamente:

* Chapman y Bartels (1940) dan una reproducción fiel del mapa mundi de Slautitajis y McNish (1936), pero en su epigrafe está invertido el signo de z .

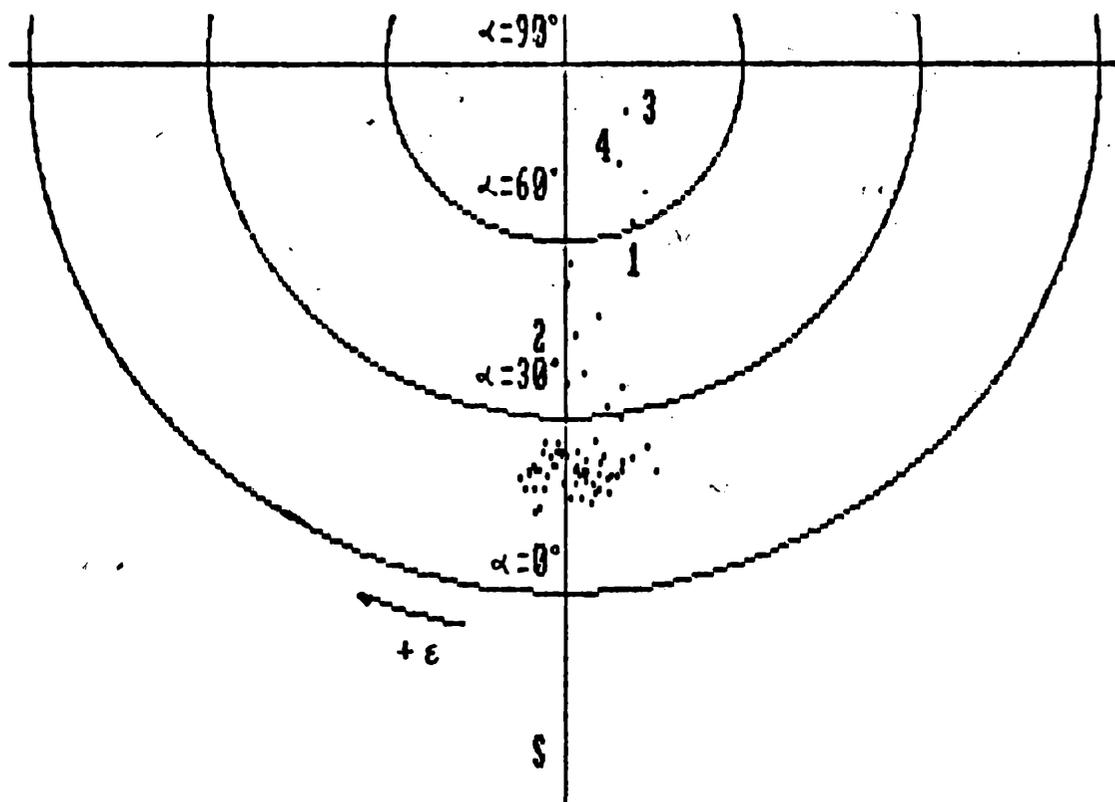


Figura 1: Isla Año Nuevo- Altura y azimut del vector perturbación, tormentas pronunciadas.

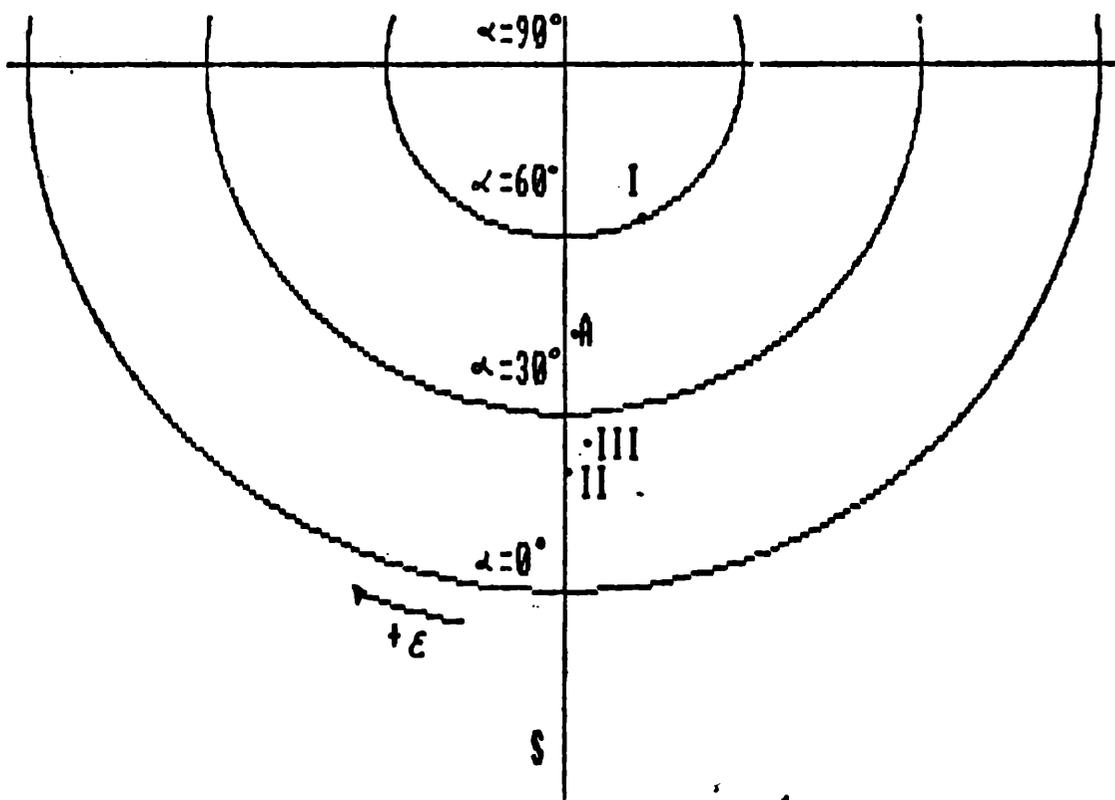


Figura 2: Isla Año Nuevo. Promedios vector perturbación de tormentas pronunciadas. I: fase inicial, II: fase residual, III: promedio general, A: polo geomagnético austral.

<u>Punto</u>	<u>Altura(°)</u>	<u>Acimut(°)</u>
I	60°8	-25°9
II	20°6	- 0°2
III	25°4	- 3°1
A	43°6	- 1°5

Se confirman, de este modo, los siguientes hechos: a) el vector perturbación se ubica con aproximación satisfactoria en el plano del meridiano geomagnético (el cual en IAN coincide prácticamente con el geográfico, como lo señala la pequeñez del ángulo acimutal de A); b) el vector perturbación está algo inclinado respecto de la dirección al polo A, y la discrepancia es de la magnitud esperada.

Reconocimiento

Este estudio fue realizado en el marco del proyecto PID 3095200 subsidiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Agradecemos al Instituto Antártico Argentino el acceso a los datos del Observatorio Isla Año Nuevo y la realización de una parte sustancial de los cálculos iniciales, tarea que estuvo a cargo de la Srta. Catalina T. Cano. La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, nos brindó amplias facilidades en el ámbito del Departamento de Ciencias Geológicas, que nos complacemos en reconocer. La Lic. María Andrea van Zele aportó valiosos comentarios constructivos, y la Srta. Miriam G. Nieto colaboró eficazmente en el procesado final de los datos.

BIBLIOGRAFIA

- Bartels, J. (1931).- Geophysical stereograms. *Terrestr. Magn.* 36, 187-198.
- Chapman, S. y Bartels, J. (1940).- *Geomagnetism*. Oxford.
- McNish, A.G. (1933).- Sudden commencements at Watheroo. *Comptes Rendus Assemblée de Lisbonne 1933. Assoc. Magn. Electr. Terr.*, Bull. N°9, 234-240.
- Schmidt, A. (1924). *Das erdmagnetische Aussenfeld.* *Zs.f. Geophysik*, 1, 3-13.
- Slaucitajs, L. y McNish, A.G. (1936).- The field of magnetic storms as deduced from the mean difference of magnetic intensity on quiet and disturbed days. *Int. Union Geod. Geoph.. Assoc. Terr. Magn. Electr.*, Bull. N°10, Edinburgh Meeting, 289-301.
- Sugiura, M. y Chapman, S. (1960).- The average morphology of geomagnetic storms with sudden commencement. *Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Math.- Phys. Klasse, sonderheft Nr.4.*
- Van Bemmelen, W. (1895).- Die erdmagnetische Naschstörung. *Meteorol. Zs.* 12, 321-329.
- Vecchi, M. del C., Van Zele, M.A. y Schneider, O. (1984).- Tormentas geomagnéticas en Isla Año Nuevo. Presentado en la XIIIa. Reunión Científica de Geofísica y Geodesia, Bariloche. A ser publicado en GEOACTA. (en prensa).