

EL CAMPO MAGNETICO DIPOLAR TERRESTRE

Julio César Gianibelli(1)

(1) Departamento de Geomagnetismo y Aeronomia, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque S/N, 1900. La Plata. Email: geofisicogianibelli@yahoo.com.ar

INTRODUCCION. El campo magnético del planeta Tierra es principalmente dipolar. Las Observaciones absolutas de los elementos geomagnéticos (Declinación D, Inclinación I, Componentes Norte X, Este Y, Horizontal H, Vertical Z, e Intensidad total F), realizadas en la superficie terrestre muestran que el 95% de sus magnitudes es de origen interno incluyendo el efecto de la corteza y el 5% restante de origen externo, (Gianibelli 2006 y sus referencias). Los modelos matemáticos (Langel 1987) basados en el desarrollo en esféricos armónicos hasta el orden 10 representan el campo generado en el núcleo terrestre. Barraclough (1987) compila los coeficientes de estos modelos desde 1550 hasta 1970, y desde 1945 hasta la actualidad la Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía publica cada 5 años los coeficientes del modelo del Campo Geomagnético Internacional de Referencia. En un estudio previo Gianibelli 2006 determinó la evolución de las energías correspondientes a los efectos dipolares y cuadrupolares del campo geomagnético, utilizando todos los modelos desde 1550 hasta el 2005, y proyectando sus valores hasta el año 2500, resultando que el efecto de la energía cuadrupolar crecía desde 1.8% en el 2005 a un valor de 15.5% en el 2500 respecto de la energía dipolar.

OBJETIVOS. En el presente estudio se analiza para el intervalo 1550-2005 la magnitud del momento geomagnético dipolar reducido M_0 (Lanza y Meloni 2006 lo llaman H_0) y el cambio de la posición del eje dipolar para todos los modelos de campo geomagnéticos de referencia existentes hasta el 2005 y su evolución en el tiempo hasta el año 2500.

MATERIALES Y METODOS. La metodología utilizada consistió en representar los coeficientes g_{10} , g_{11} y h_{11} , que caracterizan el efecto en la superficie terrestre del campo del dipolo, por funciones no lineales. Se representan luego los valores de los coeficientes cada 5 años para disponer una serie homogénea y efectuar un análisis espectral no lineal. Las series temporales de estos coeficientes son reconstruidas en base a sus períodos más representativos desde el 1550 hasta el 2005 y pronosticados hasta el 2500. De esta serie entonces es posible calcular el momento dipolar reducido M_0 de las expresiones del desarrollo del potencial geomagnético V dado por:

$$\text{EN LOS MODELOS EN ESFERICOS ARMONICOS: } V(\tau, \theta, \phi) = R_E \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{R_E}{\tau} \right)^{n+1} (g_n^m \cos m\phi + h_n^m \sin m\phi) P_n^m(\cos \theta)$$

ORDEN $n=1$ EFECTO EN SUPERFICIE: DIPOLAR

ORDEN $n>1$ EFECTO EN SUPERFICIE. NO DIPOLAR

$n=1$ g_1^0, g_1^1, h_1^1 , son los coeficientes que caracterizan el efecto dipolar en la superficie de la Tierra.

El momento dipolar reducido tiene la expresión:

$$M_0 = ((g_1^0)^2 + (g_1^1)^2 + (h_1^1)^2)^{1/2}$$

Y la Colatitud θ y la Longitud λ al este de la posición del eje dipolar que pasa por el centro de la Tierra se expresan como:

$$\theta = \text{arctang} [((g_1^0)^2 + (h_1^1)^2)^{1/2} / (g_1^0)] \text{ y}$$

$\lambda = \text{arctang} (g_1^1 / h_1^1)$; son los parámetros fundamentales del campo dipolar de la Tierra.

En la figura 1 se muestran las características del campo geomagnético en superficie. Las figuras 2 y 3 muestran los resultados para M_0 , la colatitud y la longitud de la posición del polo geomagnético norte a través del tiempo.

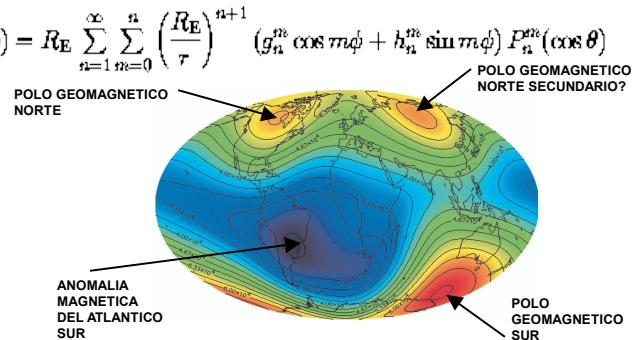
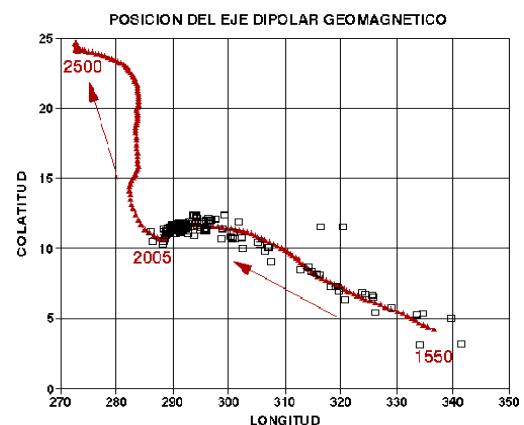
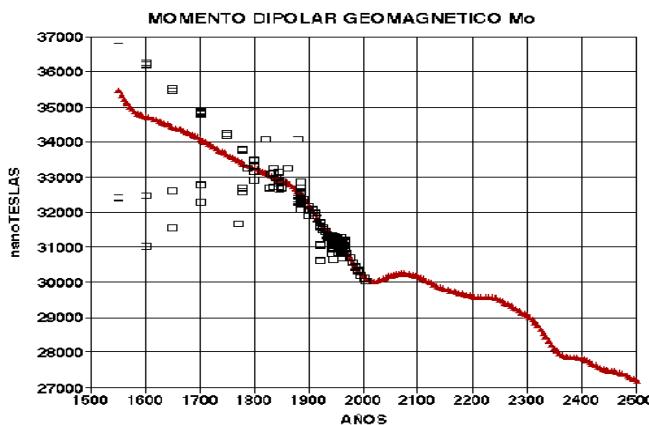


FIGURA 1



CONCLUSION. Se concluye que el momento del efecto dipolar del campo magnético de la Tierra disminuye constantemente desde 1550 hasta el 2005, posiblemente se recupere en los próximos 100 a 120 años, pero luego continuará su continuo decrecimiento. Este proceso se encuentra acompañado por un cambio notable de la posición del eje del dipolo respecto del eje de rotación. Los cambios observados en los últimos 130 años mostrados en la Figura 2 demuestran que posiblemente los efectos de la reducción del momento dipolar se encuentren acompañados por una aproximación en el futuro, a regiones más ecuatoriales del polo magnético norte. Esto indicaría una posible excursión del campo dipolar acompañado con una expresión en superficie de un campo cuadrupolar de mayor intensidad como se citó más arriba.

REFERENCIAS

- Barraclough D. R., 1978. Spherical Harmonics Models of the Geomagnetic Field. Institute of Geological Sciences Geomagnetic Bulletin 8:1-66.
Gianibelli J. C., 2006. Sobre la Evolución Temporal del Dipolo y Cuadrupolo del Campo Geomagnético. GEOACTA 31:175-181
Langel R. A., 1987. The Main Field. Ed by Jacobs Academic Press N.Y. Geomagnetism 1:249-512.
Lanza R. and Meloni A., 2006. The Earth's Magnetism. Springer Berlin. 66p.