



ESTUDIO PALEOMAGÉTICO DE ROCAS DEL ARCO MAGMÁTICO MESOZOICO DEL NOROESTE DE LA PENÍNSULA ANTÁRTICA

Alejandro Tassone¹, Nicolás Cosentino^{1,2}, Horacio Lippai¹, Juan F. Vilas¹

¹CONICET IGEBA Dpto. Cs. Geológicas. FCEyN. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

²Dept. of Earth Atmospheric Sciences, Cornell University, Ithaca, NY, 14853 USA.

Resumen

Se ha realizado un relevamiento paleomagnético sobre rocas plutónicas, efusivas y volcánicas ácidas del antiguo arco magmático mesozoico, en el área de la costa de Danco en el Noroeste de la Península Antártica. Como resultado del estudio paleomagnético se encontró que existe una rotación hacia la izquierda con respecto a un eje vertical de 61° a 47° entre los 150-120 Ma y la finalización entre 100-90 Ma. Su interpretación en relación al conocimiento previo de la región y los diferentes modelos de reconstrucción paleogeográficos propuestos, nos permite interpretar dos escenarios posibles para el sector estudiado. El primer escenario, teniendo en cuenta la comparación entre los polos de referencia de Sudamérica y Antártida y los promedios de los polos en este estudio y el modelo de Ghidella et al., (2002) para la región del mar de Weddell, sugieren una rotación local, mientras que un segundo escenario que coincidiría con modelos propuestos por König y Jokat (2006) y Dalziel y Elliot (1982), nos permitiría proponer una rotación regional de la Península Antártica con respecto a la Antártida oriental, después de lo cual no hay más movimiento relativo.

Abstract

A thorough paleomagnetic sampling of the Late Jurassic–Early Cretaceous rocks at Cierva Point (NW of the Antarctic Peninsula -AP-) has been carried out. The area's outcrops consist of plutonic rocks emplaced in acid volcanoclastic rocks of the the Antarctic Peninsula Volcanic Group widespread in the northern AP. The age of the volcanoclastic rocks is assigned to the interval 162-153 Ma, based on a correlation with similar outcrops of that age, in an area close to Cierva Point. The plutonic intrusion is inferred younger because of its field relations with the host rock, and older than 95 Ma.

Several rigid-plate cinematic models have been proposed for Antarctica since Gondwana's break-up. One of these calculates its rotation poles from four interval poles between 160 and 83 Ma, which are obtained from magnetic and gravimetric lineations in western Weddell under the assumption that they represented movement between Antarctica and South America (SAM). Considering this model to be correct, the comparison between SAM's reference poles and this study's average poles suggests a net local counter-clockwise rotation with respect to a vertical axis of 61-47° between 150-120 Ma and 100-90 Ma. If, on the other hand, the poles obtained in this study are considered trustful paleomagnetic poles, the comparison between these and the reference East Antarctica (EANT) paleopoles of the same age suggests a regional counter-clockwise rotation of AP with respect to EANT between 150-120 Ma and 100 Ma, after which no relative motion would have taken place

Introducción

La evolución paleogeográfica de Península Antártica desde la fragmentación del Gondwana aún hoy es tema de debate por dos motivos principales:



a) millones de años después de la ruptura de Gondwana se interpuso la placa de Scotia entre las placas de Sudamérica y Antártida, se destruyeron la mayoría de las evidencias de la separación entre las placas y no se encuentran indicios en forma de anomalías magnéticas de fondo oceánico.

b) la existencia de una reducida base de datos paleomagnéticos.

En el área de la base Primavera, en la zona de Punta Cierva, se realizó un muestreo paleomagnético sobre rocas del arco magmático de edad Jurásico Superior - Cretácico Inferior. El área de estudio se encuentra en la costa de Danco al NW de la PA, en las coordenadas $64^{\circ} 09'S$ y $60^{\circ} 57'W$ (Fig.1), dentro de un área protegida (ZAEP 134) donde se sitúa la Base Argentina del Ejército.

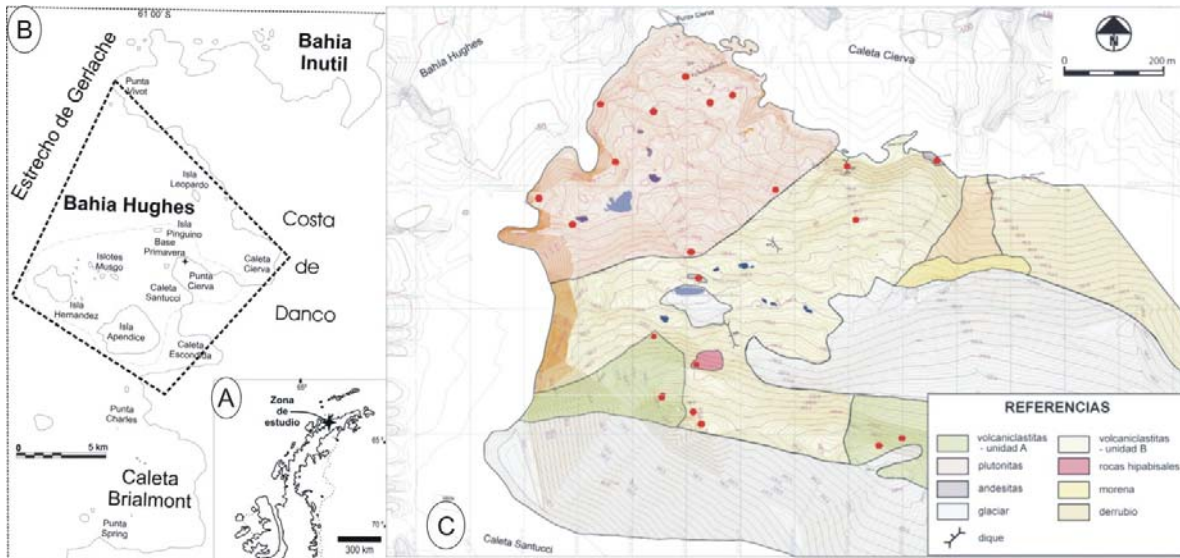


Figura 1 (A) Mapa regional indicando el área de muestreo en el contexto de la Península Antártica. (B) Mapa con la ubicación de zona de muestreo. (C) Mapa geológico con ubicación de sitios de muestreo de especímenes, modificado de Hormaechea et al; 2007.

En la zona, afloran rocas plutónicas (granodioritas, tonalitas y granitos) intruídas en rocas de caja constituidas por vulcanitas ácidas y volcánoclasticas (cristalinas y toba vítrea). Este vulcanismo predominantemente ácido pertenece al Grupo Volcánico Península Antártica (GVPA), que se hallan en otras zonas del norte de la PA. La edad de las rocas volcánoclasticas se asigna al intervalo de 162-153Ma, basada en una correlación con afloramientos similares, en una zona cercana a Punta Cierva (Pankhurst et al., 2000). Una datación realizada sobre las rocas intrusivas en el área de trabajo, por el método K/Ar sobre roca total, arroja una edad Cretácico tardío (95 Ma, Codignotto et al, 1978).

Metodología y resultados

Mineralogía magnética

Se determinó la mineralogía magnética del cuerpo plutónico y la roca de caja. Se realizaron curvas de remagnetización isotérmica (IRM) y se modelaron sus componentes individuales de coercitividad utilizando el algoritmo de maximización de expectativas (Fig.2). Con el objetivo de definir los minerales portadores de la remanencia magnética se llevaron a cabo diferentes estudios. Se realizaron ensayos de variación de la susceptibilidad magnética con la temperatura que permitieron determinar los dominios magnéticos (Fig. 3). Los resultados muestran un predominio generalizado de magnetita, de tamaño



magnético multidominio (MD) y tamaño pseudo dominio simple (PSD), con coercitvidades que varían en el rango de 15 a 54 mT.

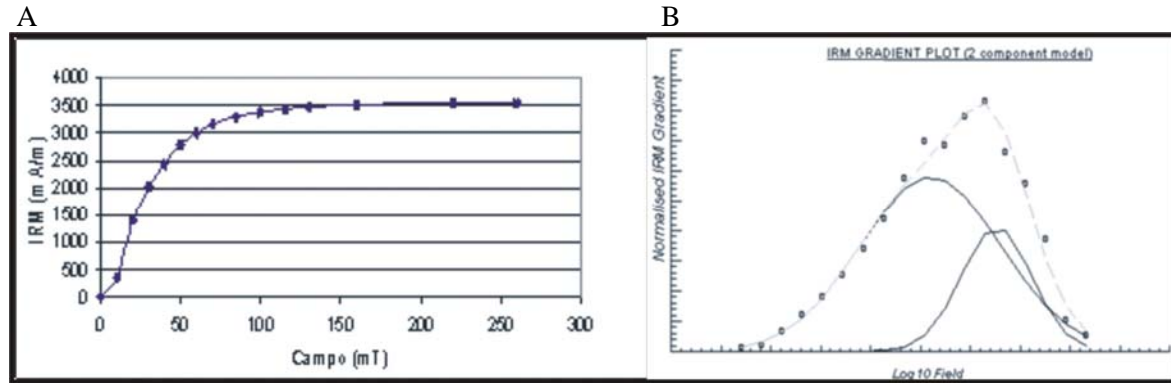


Figura 2 (A) La curva de adquisición de IRM muestra una rápida saturación a valores de ~ 200 mT. (B) curvas ajustadas numéricamente de acuerdo a dos fases mineralógicas con intervalos de coercitividad definido. El número de fases es interactivo y se calcula utilizando el algoritmo de maximización de expectativas.

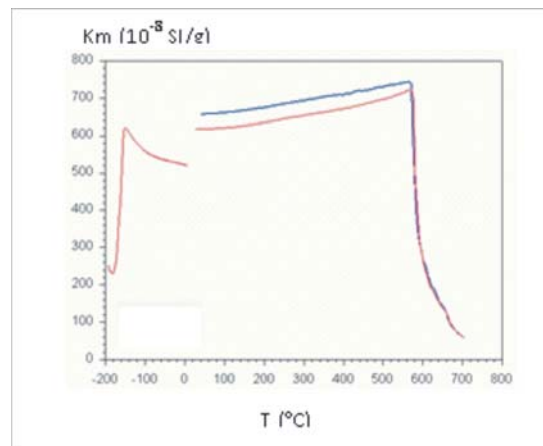


Figura 3: Gráfico que muestra la relación de la susceptibilidad magnética en función de la temperatura. Se observan dos tramos, en el primero la temperatura aumenta de -200°C a temperatura ambiente y se observa claramente la transición de Verwey. El segundo tramos corresponde a la curva continua del ciclo de calentamiento (en atmósfera de Ar) desde temperatura ambiente a 600°C y en la discontinua el ciclo de enfriamiento hasta temperatura ambiente, en la misma se observa la drástica caída de susceptibilidad a $\sim 580^{\circ}\text{C}$ sugiriendo la presencia de magnetita MD.

Paleomagnetismo

Las muestras se desmagnetizaron por el método de campos alternos linealmente decrecientes (AF). En casi todas las muestras se pudo definir la magnetización remanente característica (MRC) (Fig.4A). Se determinaron dos poblaciones de acuerdo a la intensidad de la remanencia, medida por el campo en el que la mitad de la MRN original desapareció (Fig.4B).

Poblaciones de remanencias duras coinciden con rocas volcánicas, rocas de caja y las blandas con rocas plutónicas. Los estudios realizados por (Valencio et al., 1979) en la misma zona muestran un comportamiento magnético similar al de las rocas volcánicas del presente trabajo. Por lo tanto, se



definió en este caso una única población.

Se calcularon dos polos promedio a partir de estas dos poblaciones: 76.5° S, 49.2° E, $dp = 7.6^\circ$, $dm = 8.7^\circ$, $N = 11$ (con una población dura) y 82.4° S, 148.3° E, $dp = 3.6^\circ$, $dm = 4.1^\circ$, $N = 19$ (con una población blanda).

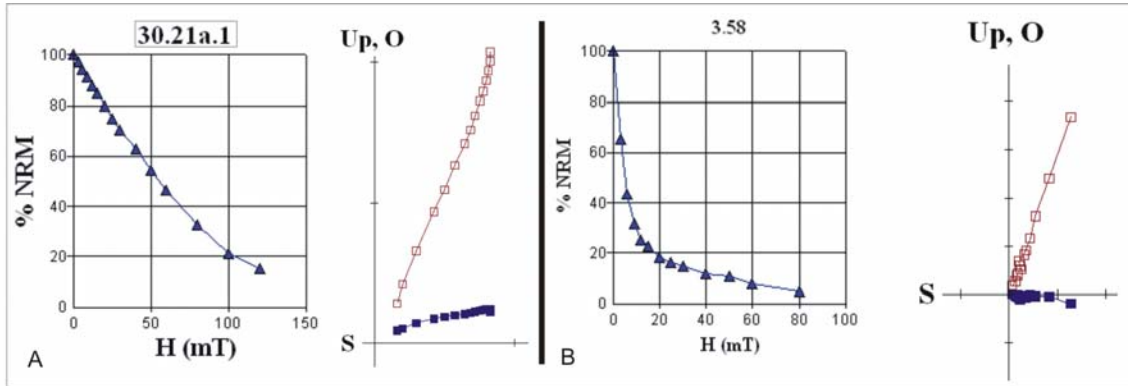


Figura 4 curvas de desmagnetización NRM y los diagramas de componentes del vector de una muestra correspondiente las poblaciones de la magnetización dura (A), y blanda. (B). Símbolos sólidos y abiertos indican los puntos finales del vector proyectado sobre el plano horizontal y vertical, respectivamente.

La dispersión de los valores de VGP S $\sim 14.3^\circ$ y 9.6° para las poblaciones de alta y baja coercitividad, respectivamente, indican una adecuada variación paleosecular del muestreo en el primer caso. En el segundo caso, el valor de la variación paleosecular extremadamente bajo de S se puede explicar bien por un muestreo inadecuado o por un muestreo adecuado pero en el nivel intra sitio. Los sitios correspondientes a la población blanda tienen polaridad normal, mientras que algunos de los lugares de población dura tienen polaridad inversa. Sin embargo, estos últimos consisten en muy pocos especímenes para definir direcciones bien agrupadas.

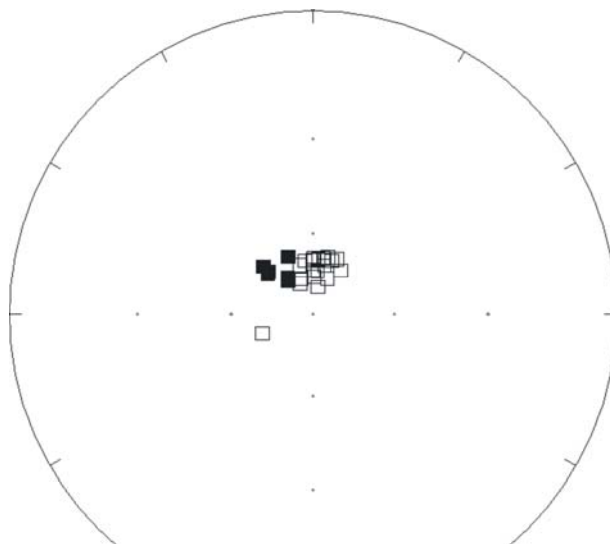


Figura 5: proyección en igual área de las 26 direcciones. Las direcciones en negro corresponden a las direcciones de remanencia duras, mientras que las blancas corresponden a las direcciones de remanencia blandas. El promedio de este último es distinto de la dirección de GAD con un índice de confianza del 95%.



Análisis y discusión

Diferentes modelos cinemáticos de placas rígidas se han propuesto para Antártida desde la ruptura de Gondwana. Uno de ellos (Ghidella et al., 2002) calcula la rotación de los polos en cuatro intervalos de entre 160 y 83 Ma, obtenidos de lineaciones magnéticas y gravimétricas en el oeste del mar de Weddell y suponen que representaban el movimiento entre la PA y Sudamérica (SAM). Este modelo considera que para esa edad la posición relativa entre la PA y la Antártida Oriental era aproximadamente la actual y no genera ningún solapamiento entre las masas continentales. Teniendo en cuenta que este modelo sea el correcto, la comparación entre los polos de referencia del SAM y los promedios de los polos en este estudio (Fig.6) sugieren una rotación local hacia la izquierda con respecto a un eje vertical de 61° a 47° entre los 150-120 Ma y la finalización a los 100- 90 Ma.

Si por el contrario se utiliza la reconstrucción paleogeográfica de acuerdo con el modelo de placas de König y Jokat (2006) y Livermore y Hunter (1996) y la CDPA de la Antártida oriental (Torsvik et al. 2008) y se los compara con los polos paleomagnéticos obtenidos en este estudio, y los PPS de referencia de la misma edad surge una segunda interpretación u escenario, en donde existiría una rotación de 61 - 47° regional hacia la izquierda de la PA con respecto a EANT entre 150 a 120 y 100 Ma, después de lo cual no hay más movimientos relativos. (Fig7).

Dalziel y Elliot (1982) proponen que durante el Jurásico había una configuración paleogeográfica distinta a la actual. Esto estaría mas en concordancia con la opción de una rotación regional.

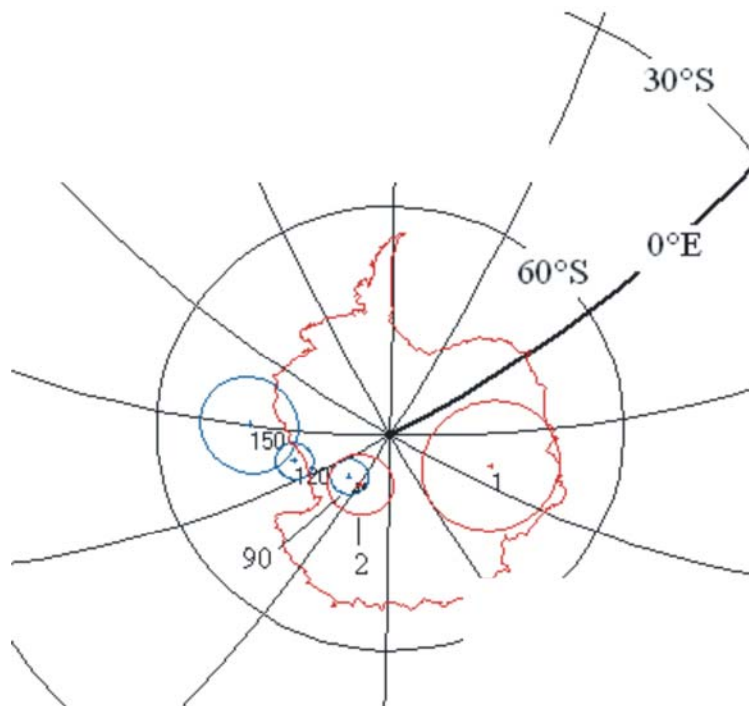


Figura 6: polos paleomagnéticos de referencia del Sur de Estados Unidos (Somoza y Zaffarana, 2008; Besse y Courtillot, 2002) fueron rotados utilizando el SAM con respecto a la PA polo de Euler (de edad) y se indican con sus respectivas edades. También se muestran los polos medios obtenidos en este estudio (1: Población dura, 2: Población blanda) y las coordenadas de la Antártida en la actualidad.

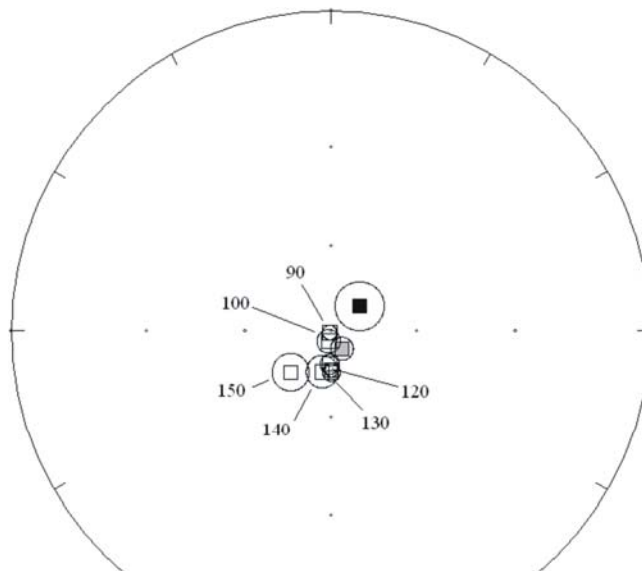


Figura 7: proyección estereográfica de igual área que muestra los polos medios obtenidos en este estudio (negro: la población dura, gris: la población blanda) y los paleopolos de referencia EANT entre 150 y 90 Ma (Torsvik et al, 2008).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido subsidiado por la ANCyP y la Dirección Nacional del Antártico, a través del PICTO 36177. Parte de los datos presentados forman parte del trabajo final de licenciatura de N. Cosentino. Las Fuerzas Armadas de Argentina han realizado la logística necesaria para tomar los datos en el terreno. A todas estas instituciones nacionales, nuestro agradecimiento.

Referencias

Besse, J., Courtillot, V. 2002. Apparent and true polar wander and the geometry of the geomagnetic field over the last 200 Myr. *Journal of Geophysical Research*, vol. 107, no. B11.

Codignotto, J. O., Llorente, R. A., Mendía, J. E., Olivero, E., Spikermann, J. P. 1978. Geología del Cabo Spring y de las islas Leopardo, Pingüino y César. *Contribución del Instituto Antártico Argentino* N° 216, Buenos Aires.

Dalziel, J.W.D., Elliot, D.H., 1982. West Antarctica: problem child of Gondwanaland. *Tectonics* 1: 3-19.

Ghidella, M. E., Yaniez, G., LaBrecque, J. L. 2002. Revised tectonic implications for the magnetic anomalies of the western Weddell Sea. *Tectonophysics* 6528.

Hormaechea, J. L., Lippai, H. F., Peroni, J., Tassone, A. 2007. Topografía de Punta Cierva, Costa Danco, Península Antártica. VI Simposio Argentino y III Latinoamericano sobre Investigaciones Antárticas. Dirección Nacional del Antártico/Instituto Antártico Argentino - 10 al 14 de Septiembre de 2007.

Konig, M. y Jokat, W. 2006. The Mesozoic breakup of the Weddell Sea. *Journal Geophysical Research* 111 (B12): 102, doi: 10.1029/2005JB004035.



Livermore, R.A., Hunter, R.J., 1996. Mesozoic seafloor spreading in the southern Weddell Sea. In: Storey, B.C., King, E.C., Livermore, R.A. (Eds.), *Weddell Sea Tectonics and Gondwan Break-up*. Special Publication, vol. 108. The Geological Society, London, pp. 227– 241.

Pankhurst, R.J., Riley, R. R., Fanning, C.M., Kelley, S. P. 2000. Episodic silicic volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of magmatism associated with the break-up of Gondwana. *Journal of Petrology*: 41(5): 605-625.

Somoza, R., Zaffarana, C. B. 2008. Mid-Cretaceous polar standstill of South America, motion of the Atlantic hotspots and the birth of the Andean cordillera. *Earth and Planetary Science Letters* 271, 167-277.

Torsvik, T., Gaina, C., Redfield, T. 2008. Antarctica and Global Paleogeography: From Rodinia, Through Gondwanaland and Pangea, to the Birth of the Southern Ocean and the Opening of Gateways.

Valencio, D. A., Mendía, J. E., Vilas, J. F. 1979. Palaeomagnetism and K-Ar Age of Mesozoic and Cenozoic Igneous Rocks From Antarctica *Earth and Planetary Science Letters*, 45 61-68.