



ESTUDIO PRELIMINAR DE LA FÁBRICA MAGNÉTICA DE RIOLITAS Y DIQUES RIOLITICOS DE LA FORMACION SIERRA DE RIOS

Cecilia Pérez¹, Leda Sánchez Bettucci¹, Augusto Rapalini²

¹ Instituto de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

² Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGEBA), Facultad Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, CONICET, Argentina

RESUMEN

La Formación Sierra de Ríos constituida por riolitas, flujos riolíticos e ignimbritas fue definida por primera vez por Elizalde *et al.* (1970). La edad de estas secuencias es de *ca.* 580 Ma. Un rasgo típico en el cinturón orogénico Dom Feliciano es el desarrollo de cuencas extensionales y de antepaís periférico. Estas cuencas desarrollan importantes episodios volcánicos bimodales y uno de ellos está representado por esta formación. Para el desarrollo de este trabajo se tomaron muestras en dos zonas diferentes denominadas zona A y zona B. En ambas zonas el grado de anisotropía es bajo a moderado (P_j : entre 1.009 y 1.082), encontrándose los valores más bajos en la zona A. La foliación magnética es subvertical, con dirección NE en la zona A y dirección E-W en la zona B. Estas rocas presentan fábrica planar, la cual está representada por la foliación magnética. La lineación magnética es predominantemente subhorizontal con dirección NE en la zona A y dirección al E y WSW en la zona B.

Palabras Clave: Anisotropía de la susceptibilidad magnética, fábrica, foliación magnética, lineación magnética.

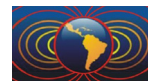
ABSTRACT

The Sierra de Ríos Formation is composed of rhyolites, rhyolitic flows and ignimbrites, and was first defined by Elizalde *et al.* (1970). The age of these sequences is *ca.* 580 Ma. A typical feature of the Dom Feliciano Belt is the development of extensional and foreland basins. These basins developed important bimodal volcanic episodes and one of them is represented by the Sierra de Ríos Formation. For this work, rock samples were taken in two different zones, called zone A and zone B. In both zones the degree of anisotropy is low to moderate (P_j between 1.009 and 1.082), with the lowest values in zone A. Magnetic foliation is subvertical, in zone A direction is NE while in zone B direction is E-W. These rocks show planar fabric which is represented by the magnetic foliation. The magnetic lineation is predominantly subhorizontal with NE direction in zone A and E and WSW directions in zone B.

Keywords: Anisotropy of magnetic susceptibility, fabric, magnetic foliation, magnetic lineation.

Introducción

El Ciclo Orogénico Brasileño-Panafricano está representado en Uruguay y en el sureste de Brasil por el Cinturón Dom Feliciano (Fragoso César, 1980) que se desarrolló entre 750 y 550 Ma atrás. El Cinturón Dom Feliciano está genéticamente relacionado a los episodios tectónicos que ocurrieron durante la convergencia de los cratones del Río de la Plata, Kalahari y Congo durante el Neoproterozoico. La etapa final de este ciclo orogénico se caracterizó por cuencas post colisionales (secuencias molásicas) y magmatismo extensional de la fase de relajación. La mayoría de estas secuencias de cobertura fueron afectadas por deformación y metamorfismo de bajo grado (Sánchez Bettucci *et al.*, 2009). La Formación Sierra de Ríos formaría parte de estos episodios post colisionales, estando representada por derrames ignimbriticos muy bien conservados, riolitas y gran cantidad de filones micrograníticos.



Bossi *et al.* (1993b), obtuvieron edades Rb/Sr en roca total (riolitas y filones) de 575 ± 14 Ma ($R_o = 0.7104$) para la Fm. Sierra de Ríos. Molina Garza *et al.* (2008) dataron cuatro muestras de rocas subvolcánicas ácidas por el método Ar-Ar y obtuvieron edades entre 469 Ma y 475 Ma, similares a las obtenidas por Loureiro (2007). Recientemente, Peel (2012) obtuvo edades de 645 ± 5 Ma, 593 ± 5 Ma y 560 ± 11 Ma utilizando el método U/Pb en circones. Actualmente se encuentra en discusión cuál de estas edades es la edad del magmatismo y, si las edades más recientes pertenecen a fenómenos tectono-térmicos (Bossi *et al.*, 1993b; Cingolani *et al.*, 1993; Loureiro, 2007; Peel, 2012).

En el marco de este trabajo se determinó la fábrica magnética de estas rocas a través de la medición de la anisotropía de la susceptibilidad magnética (ASM) con el objetivo de tomar conocimiento de las condiciones de emplazamiento y cristalización de las rocas pertenecientes a la Formación Sierra de Ríos. Esta técnica se basa en que las medidas de la ASM de las rocas son en la mayoría de los casos el reflejo de la orientación, distribución y anisotropía de los minerales magnéticos, estableciéndose de este modo una correlación entre la fábrica magnética y la petrofábrica de las rocas.

Metodología

La zona de estudio se ubica a unos 50 kilómetros al este de la ciudad de Melo (fig. 1). El trabajo de campo consistió en la toma de muestras en dos zonas diferentes. Las cuales se denominan en este trabajo como zona A y zona B, respectivamente. La primera incluye los sitios SR 1 al SR 7 y la segunda del SR 8 al SR 14. Se tomaron 85 muestras orientadas en 14 sitios diferentes. Las muestras son cilindros de roca de 2.54 cm de diámetro y de 5 a 9 cm de largo. Algunas muestras se fracturaron durante su extracción y fueron adheridas nuevamente con un pegamento no magnético para evitar cualquier tipo de influencia durante la medición. Para su orientación fueron necesarias las medidas del ángulo azimutal con respecto al norte magnético y el ángulo de inclinación con respecto a la normal. La orientación con respecto al norte se obtuvo de dos maneras diferentes, una con brújula magnética y otra con brújula solar, debido a la posible existencia de un campo magnético local que modifique la lectura de la brújula magnética.

Las mediciones de ASM se realizaron en el Laboratorio Daniel Valencio del IGEBA (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires). El instrumental utilizado es un MFK1-

FA Multi Function Kappabridge de AGICO. Los datos se procesaron con el programa controlador del instrumento, Safyr 1.5 y el software específico Anisoft 4.0 (Agico), el cual brinda los tensores de susceptibilidad de cada testigo a partir de las 15 mediciones realizadas.

Resultados

Las zonas A y B además de haber sido separadas por ubicación geográfica presentan resultados de ASM que también se pueden dividir de la misma forma.

A continuación se muestran los resultados de ASM obtenidos para las rocas pertenecientes a la Formación Sierra de Ríos (Tablas 1 y 2)

Las proyecciones estereográficas, al igual que los gráficos de P vs. Km y T vs. P, se obtuvieron para los 14 sitios. En este trabajo se muestran sólo dos sitios representativos, uno de cada zona (figs. 3 y 4).

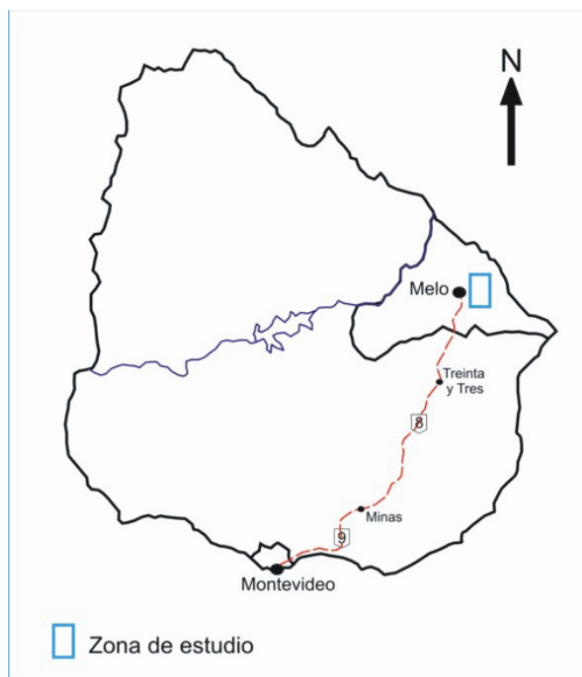


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio



Zona A

Sitio	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7
N	8	6	5	7	9	5	4
D/I - K1	88.6/37.5	230.0/0.7	63.2/33.3	47.4/86.6	312.6/86.3	199.6/54.0	-
e1/e2 - K1	44.0/9.7	11.7/2.4	30.3/23.5	46.1/13.6	38.2/15.1	55.2/9.1	-
D/I - K2	185.9/9.3	322.4/72.9	327.2/9.0	260.7/2.9	211.5/0.7	9.8/35.6	-
e1/e2 K2	71.2/10.2	10.7/2.3	65.7/16.5	60.2/22.1	37.3/20.1	55.4/9.5	-
D/I - K3	287.6/51.0	139.7/17.1	224.1/55.2	170.6/1.9	121.5/3.6	103.1/4.7	-
e1/e2 - K3	72.0/12.5	11.5/0.6	65.4/28.7	55.8/14.7	26.5/11.9	192/2.6	-
Km	1.85^{-4}	5.99^{-3}	3.95^{-3}	1.32^{-4}	3.53^{-4}	4.35^{-3}	1.84^{-3}
σ	1.28^{-4}	9.36^{-3}	3.64^{-3}	2.57^{-5}	7.94^{-4}	2.63^{-3}	1.45^{-3}
Pj	1.009	1.049	1.023	1.018	1.021	1.045	1.053
T	0.627	0.499	-0.256	0.070	0.165	0.924	0.488

Tabla 1. Datos promedio de la ASM de Sierra de Ríos (zona A). N es el número de testigos por sitio. D/I es la orientación de los ejes (declinación/inclinación). e1 y e2 son los ángulos de confianza para cada una de las direcciones principales. Km es la media geométrica de la susceptibilidad volumétrica del sitio expresada en unidades SI. σ es la desviación estándar de $\ln$ Km. Pj es el grado de anisotropía y T es el parámetro de forma.

En la Figura 2 correspondiente al sitio SR 2 perteneciente a la zona A, se observa una muy buena agrupación de los tres ejes. La lineación magnética, representada por el eje K1, es subhorizontal y de dirección NE-SW. La foliación magnética es de alto ángulo y de rumbo NE-SW, y se encuentra muy bien definida. El grado de anisotropía para este sitio al igual que en los sitios restantes de la zona A, es bajo ($P_j = 1.019$). A su vez, el gráfico de T vs. P indica que el parámetro de forma es prolado.

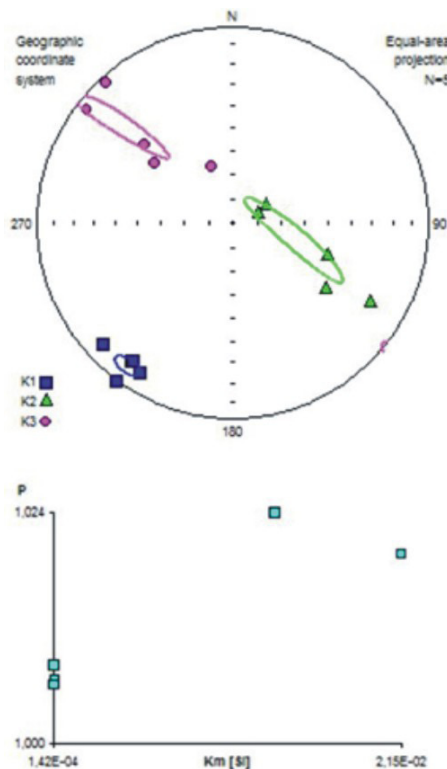
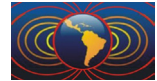


Figura 2. Sitio: SR 2.

Proyección estereográfica de los elipsoides de cada testigo con la correspondiente estadística de Jelinek (las elipses representan las elipses de confianza para los ejes del sitio). Gráfico P vs. Km. Gráfico T vs. P



La Figura 3 representa al sitio SR 14 de la zona B. En este caso se observa que los tres ejes se encuentran bien definidos. La foliación magnética es subvertical con dirección WSW. La lineación magnética es de ángulo moderado a bajo y apunta hacia el WSW. Según el gráfico de T vs. P el parámetro de forma es oblado.

Zona B

Sitio	SR8	SR9	SR10	SR11	SR12	SR13	SR14
N	5	5	5	5	7	5	9
D/I K1	95.4/41.3	212.6/55.9	90.0/47.8	105.7/ 36.4	244.9/8.4	252.9/35.9	240.5/37.7
e1/e2 K1	31.9/5.0	23.9/11.9	14.4/9.5	68.6/15.5	130.3/70.6	83.7/53.6	20.3/2.7
D/I K2	242.9/43.8	71.3/27.8	267.1/42.1	228.2/36.1	130.3/70.6	83.7/53.6	82.6/50.2
e1/e2 K2	42.6/7.1	23.9/22.3	42.4/9.2	68.5/15.8	9.9/4.9	44.9/9.8	20.1/4.3
D/I K3	349.9/17.0	331.4/18.0	358.4/1.4	346.8/33.3	337.6/17.4	346.7/5.2	339.2/11.0
e1/e2 K3	36.5/2.3	22.5/11.7	42.2/12.6	20.3/13.7	5.2/2.4	9.9/4.2	5.8/3.0
Km	8.58^{-3}	2.18^{-4}	4.13^{-4}	2.82^{-3}	7.41^{-3}	3.80^{-5}	3.17^{-3}
σ	2.50^{-6}	3.11^{-4}	2.94^{-4}	2.83^{-3}	4.49^{-3}	9.85^{-6}	2.51^{-3}
Pj	1.039	1.032	1.035	1.012	1.082	1.022	1.048
T	0.104	0.177	0.116	0.731	0.786	0.544	0.404

Tabla 2. Datos promedio de la ASM de Sierra de Ríos (zona B). Referencias como en Tabla 1

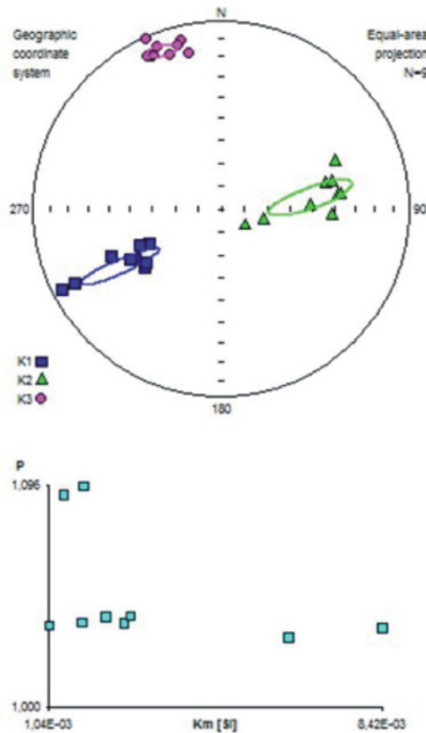
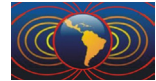


Figura 3. Sitio: SR14.

Proyección estereográfica de los elipsoides de cada testigo con la correspondiente estadística de Jelinek (las elipses representan las elipses de confianza para los ejes del sitio). Gráfico P vs. Km. Gráfico T vs. P



Conclusiones

Se puede concluir que en los 14 sitios en los que se realizó la ASM, presentan en general un grado de anisotropía bajo. La zona de estudio, dividida en dos zonas A y B, fue diferenciada por su ubicación geográfica dentro de la Formación Sierra de Ríos y adicionalmente, los resultados de ASM presentaron ciertas diferencias.

En los siete sitios pertenecientes a la zona A (muestras SR 1 a SR 7), el grado de anisotropía es bajo (Pj: entre 1.009 y 1.053). En la zona B (muestras SR 8 a SR 14), el grado de anisotropía es en general bajo a moderado, pero ligeramente mayor a la zona anterior (Pj: entre 1.012 y 1.082).

Se puede decir que estas rocas presentan fábrica planar, la cual está representada por la foliación magnética. En la zona A, la foliación magnética es subvertical, con dirección NE. En la zona B la foliación magnética es subvertical con dirección E-W.

La lineación magnética es predominantemente subhorizontal con dirección al NE en la zona A y dirección al E y WSW en la zona B.

El bajo grado de anisotropía y la variación observada en la dirección en las dos zonas relevadas sugieren que la fábrica observada está probablemente gobernada por los propios procesos de emplazamiento de las rocas de la unidad.

Referencias

- Bossi, J., Cingolani, C., Lambías, E., Varela, R. & Campal, N. (1993b). *Características del Magmatismo Post-orogénico Finibrasiliano en el Uruguay: Formaciones Sierra de Ríos y Sierra de Ánimas*. Revista Brasileira de Geociências 23(3): 282-288.
- Cingolani, C., Lambías, E., Varela, R., Campal, N., Bossi, J. (1993). *Avances sobre la Cronoestratigrafía del Magmatismo No-orogénico Finibrasiliano en el Uruguay: Formación Sierra de Ánimas y Formación Sierra de Ríos*. I Simposio Internacional del Neoproterozoico-Cámbrico de la Cuenca del Plata II. Actas de Resúmenes Ampliados. Montevideo. 63-68.
- Elizalde, G., Eugui, W., Verdesio, J., Stapff, M., Telechea, J. (1970). *Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000, 3, Segmento Aceguá, Sector XXX*. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- Fragoso César, A.R.S. (1980). *O Craton do Rio de la Plata e o Cinturao Dom Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul Riograndense*. XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, SBG. Camboriú. Anais 5: 2879-2891.
- Loureiro, J. (2007). *Estudio Petrológico y Geocronológico K-Ar de la Formación Sierra de Ríos, Noreste de Uruguay*. Tesis de Grado, Licenciatura en Geología. Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 155 pp.
- Molina Garza, R., Sánchez Bettucci, L., Rapalini, A. (2008). *Ar-Ar Geochronology of Sierra de Ríos extensional magmatism (NE Uruguay)*. VI South American Symposium on Isotope Geology. San Carlos de Bariloche, Argentina.
- Peel, E. (2012). *Petrografia, Geoquímica e Geocronologia do Complexo Paso del Dragón nordeste do Uruguai*. Tesis de Doctorado. Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectónica. Universidade de Sao Paulo. San Pablo, Brasil. 198 pp.
- Sánchez Bettucci, L., Peel, E., Oyhantcabal, P. (2009). *Precambrian geotectonic units of the Rio de la Plata craton*, International Geology Review, 52: 1, 32-50.