

# Estructura del complejo alcalino de Rangel (Salta, Argentina)

## Structure of the Rangel alkaline complex (Salta, Argentina)

Néstor Vegas <sup>(1)</sup>, Fernando Daniel Hongn <sup>(2)</sup>, José María Tubía <sup>(1)</sup> y Nilda Menegatti <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco, apartado 644, Bilbao 48080.

<sup>(2)</sup> Conicet-Universidad Nacional de Salta. Buenos Aires 177. 4400-Salta. Argentina.

### ABSTRACT

This work deals with the structure and emplacement of the alkaline complex of the Sierra de Rangel, a Cretaceous stock intruding in Ordovician metamorphic rocks of the Puna region at Salta, northwest Argentina. Field structures and magnetic fabrics reveal a complex structure composed by multiple sheets and feeding channels. Both, the ascent and the lateral spreading of magma exploited old fractures in the country rocks.

**Key words:** structure and emplacement, magnetic susceptibility, Rangel stock, Salta, Argentina

Geogaceta, 45 (2008), 3-6  
ISSN: 0213683X

### Introducción

Los trabajos sobre la estructura y el emplazamiento de las rocas plutónicas han proliferado en las dos últimas décadas, debido, en parte, a los resultados obtenidos mediante la aplicación de técnicas geofísicas como la gravimetría (McCaffrey y Petford, 1997) y la anisotropía de la susceptibilidad magnética, ASM (Bouchez, 1997). La ASM permite medir la orientación de la fábrica magnética, que se expresa geoméricamente como un elipsoide con valores diferentes de la susceptibilidad magnética,  $K$ , a lo largo de sus tres ejes principales ( $K_1 > K_2 > K_3$ ).  $K_3$  corresponde al polo de la foliación y  $K_1$  a la lineación magnética. El interés de la ASM para la realización de estudios estructurales reside en el paralelismo existente, habitualmente, entre la fábrica magnética y las estructuras planares y lineares de las rocas (Bouchez, 1997). Sin embargo, algunos minerales frecuentes en las rocas plutónicas proporcionan fábricas magnéticas inversas, en las que  $K_1$  no está contenido en la foliación de las rocas sino que es perpendicular a ella (Tarling y Hrouda, 1993). Por ello, la interpretación de la fábrica magnética de las rocas debe apoyarse en observaciones petrográficas detalladas de las muestras medidas.

En este trabajo se analizan la estructura y mecanismos de emplazamiento del complejo alcalino de la Sierra de Rangel, localizado en el borde oriental de La Puna, dentro de la región andina de Salta (Argentina). El estudio integra datos petrográficos, estructurales y sobre la fábrica magnética de las rocas ígneas.

El stock de Rangel ocupa una superficie de unos 9 km<sup>2</sup> y está repartido en dos zonas de afloramiento separadas por materiales cuaternarios. Los afloramientos más extensos se extienden unos 8 km en dirección N30 °E y llegan a superar un kilómetro de espesor. Desde el punto de vista petrográfico, en esta intrusión se han llegado a distinguir ocho facies (Menegatti, 2001) que en este trabajo, a modo de simplificación, hemos agrupado en tres litotipos principales: granitos alcalinos al oeste y granitos y cuarzosienitas alcalinas al este. La segunda zona de afloramiento corresponde a tres cerros situados al este de la masa principal, en los que se concentra otra facies de sienitas (Fig. 1), que localmente contienen nefelina. Las edades Rb/Sr sobre roca total indican la existencia de al menos dos pulsos magmáticos, uno de 134±1,6 Ma para los afloramientos orientales de sienitas y para la facies de granitos y cuarzosienitas y otro de 122±1,5 Ma para los granitos alcalinos occidentales (Menegatti, 2001). Estos granitoides for-

man parte del magmatismo alcalino asociado al episodio de rifting continental que afectó a los Andes Centrales durante el Cretácico (Viramonte *et al.*, 1999; Zappettini, 2008); episodio que se ha relacionado tanto con la apertura del Atlán-

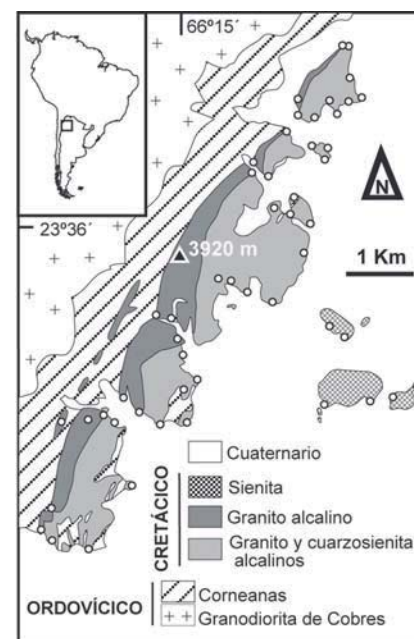
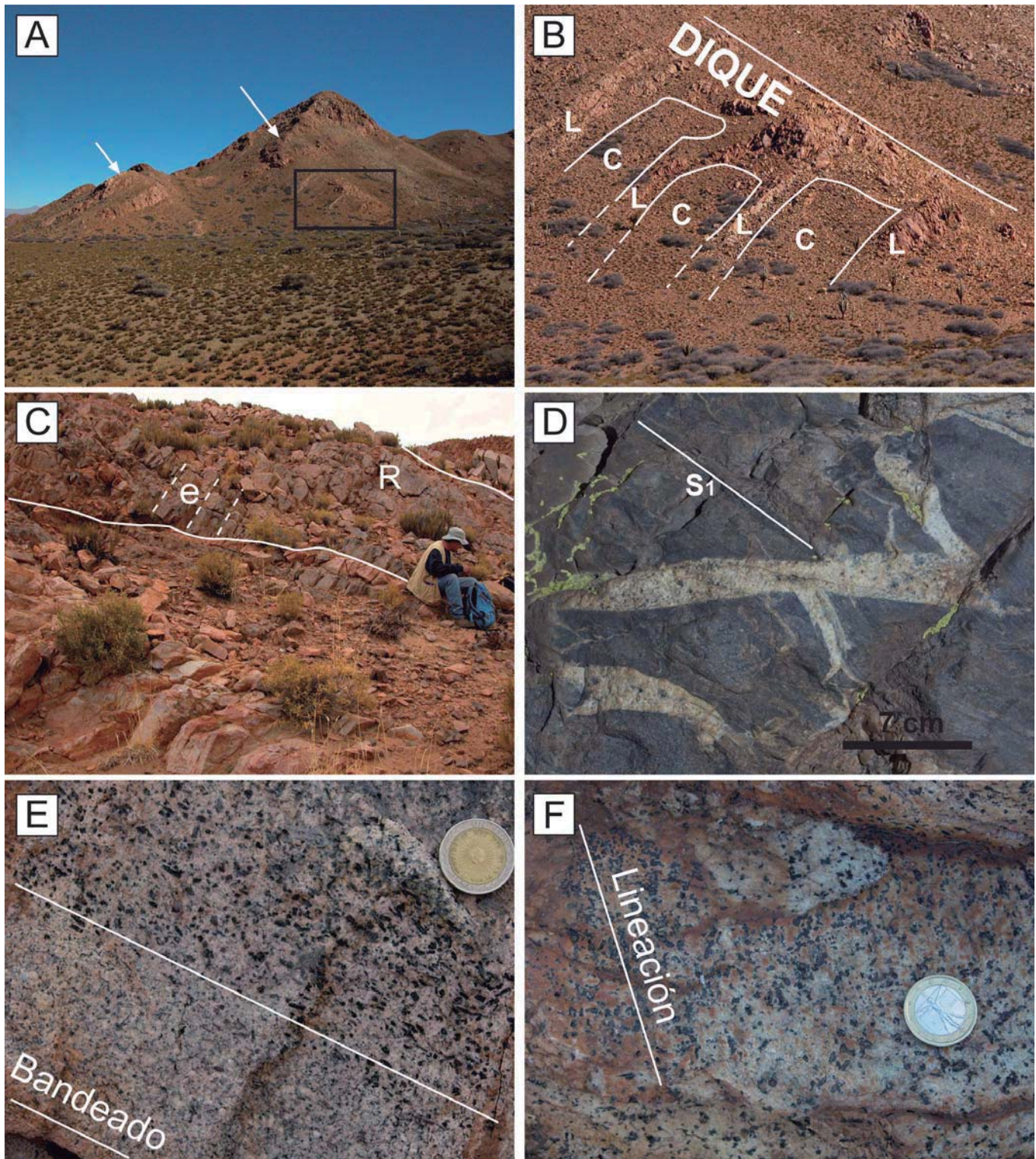


Fig. 1.- Mapa geológico simplificado del stock de Rangel.

Fig. 1.- Simplified geological map of the Rangel stock.





**Fig. 2.-** Estructuras de campo en las rocas plutónicas de Rangel. A: Superposición de láminas graníticas con buzamiento hacia el Este (lado izquierdo de la fotografía). Las flechas señalan terminaciones en bisel de algunas láminas. El recuadro marca la posición de la figura 2B. B: Láminas graníticas (L) con buzamiento hacia el este que se expanden a través de las rocas de caja (C) desde un dique de alimentación. C: «Roof-pendants» (R), con contactos oblicuos a la esquistosidad (e) de las rocas encajantes, en el techo de una lámina granítica. D: Ejemplo a la escala de afloramiento de ascenso y expansión lateral de magma a favor de dos sistemas de fracturas oblicuas a la esquistosidad ( $S_1$ ) de las rocas encajantes. E: Bandeado composicional y textural en sienitas con anfíbol. F: Lineación magmática definida por la orientación preferente de cristales de anfíbol.

*Fig. 2.-* Field structures in the Rangel plutonic rocks. A: Stacking of eastward-dipping granite sheets. Arrows mark the location of wedge-shaped ends in some granite sheets. The insert shows the location of figure 2B. B: E-dipping granite sheets (L) spreading through the country rocks (C) from a feeding dyke. C: Roof-pendants (R) with contacts at high angle to the schistosity (e) in the country rocks in upper levels of a granite sheet. D: Outcrop-scale example of ascent and lateral spreading of magma through two sets of fractures oblique to the schistosity ( $S_1$ ) in the country rocks. E: Compositional and textural magmatic layering in amphibole-bearing sienites. F: magmatic lineation defined by the parallel arrangement of amphibole crystals.



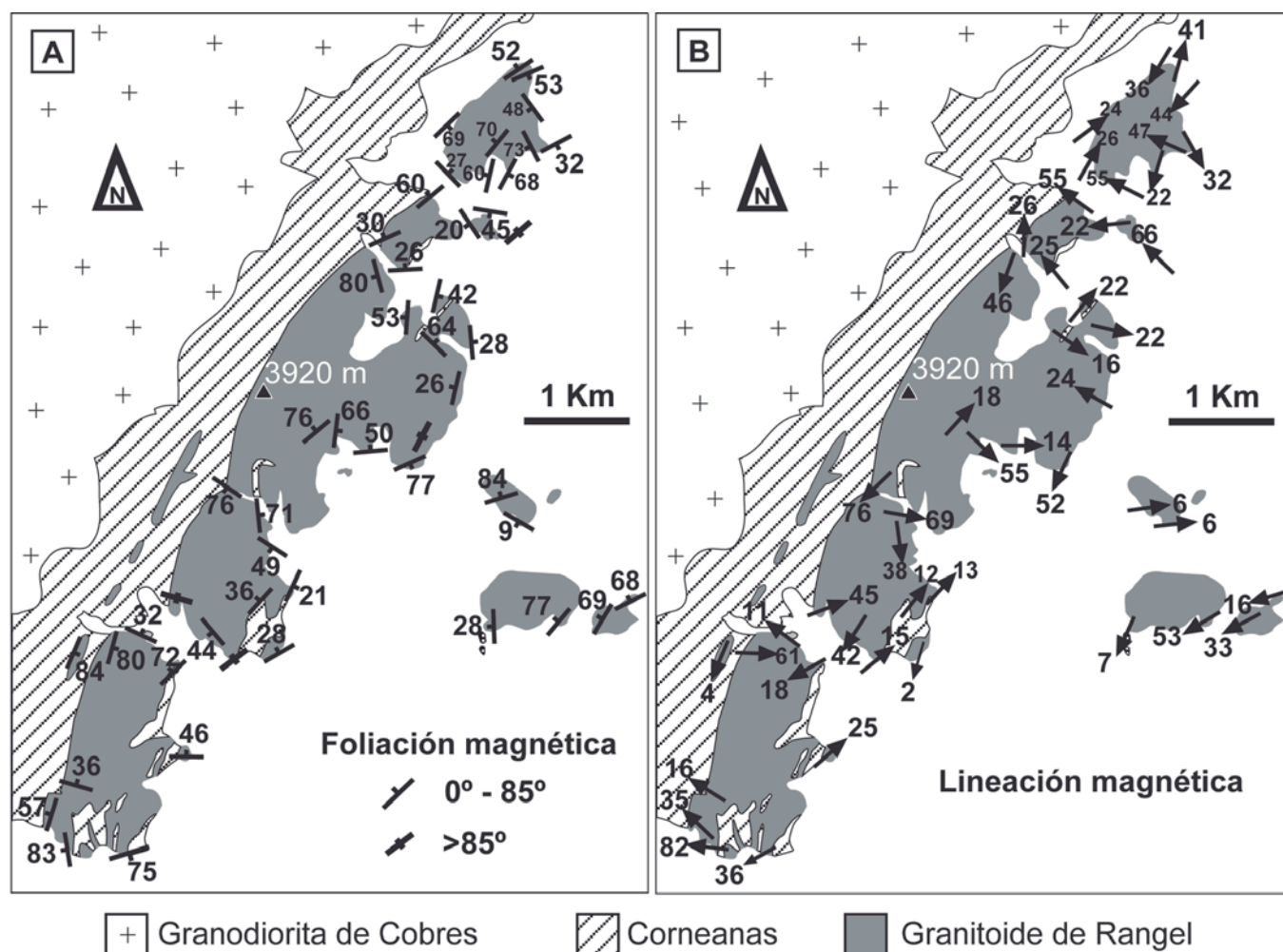


Fig. 3.- Mapas de la foliación (A) y de la lineación (B) magnéticas.

Fig. 3.- Maps of magnetic foliations (A) and lineations (B).

tico Sur (Fletcher y Litherland, 1981) como con un ambiente de transtensión similar al descrito en el norte de Chile en relación con la subducción de litosfera oceánica bajo la placa de América del Sur (Scheuber *et al.*, 1994).

### Estructuras de campo

El complejo de Rangel está emplazado en cuarcitas y metapelitas ordovícicas integrantes de la aureola metamórfica de los plutones ordovícicos de la Sierra de Cobres (Fig. 1). La estructura más común en las rocas encajantes es una esquistosidad de dirección N55 °E y con buzamientos de unos 60 °SE, paralela a la superficie axial de pliegues asimétricos cuyos ejes se hundían hacia el este. Las rocas ígneas se disponen sobre los materiales encajantes mediante un contacto basal neto, de dirección N30 °E y buzamiento de unos 40° al SE, que coincide con la dirección de alargamiento de las dos facies occidentales (Fig. 1).

La organización interna del *stock* de Rangel es compleja debido a que está formado por multitud de láminas paralelas al contacto basal del mismo (Fig 2A) y por numerosos cuerpos tabulares, con buzamientos elevados y direcciones NE-SO o NO-SE, que, en algunos casos, han servido de canales de alimentación para las intrusiones laminares (Fig 2B). Además, se observan numerosas cuñas laterales de intrusiones laminares (Fig. 2A) y «roof pendants» de rocas encajantes (Fig 2C). Las características descritas, junto con la oblicuidad entre el contacto basal del *stock* y la esquistosidad de las rocas encajantes sugieren que se trata de una intrusión discordante que tanto para el ascenso como para la expansión lateral del magma ha utilizado la red de fracturas de las rocas encajantes. La figura 2D muestra un ejemplo a escala de afloramiento que apoya esta interpretación.

En algunas intrusiones laminares se aprecia un bandeo composicional definido por variaciones texturales y/o distin-

tas proporciones de anfíbol (Fig. 2E). Habitualmente el bandeo composicional es concordante con las intrusiones laminares y en las facies porfídicas con feldespato potásico se aprecia que también es paralelo a la foliación magmática. Las sienitas ricas en anfíbol presentan fábricas lineares, con la lineación magmática bien definida pero en las que no se reconoce la foliación (Fig. 2F). Como resultado de todas las variaciones estructurales mencionadas previamente, las medidas de la foliación magmática y del bandeo composicional experimentan variaciones significativas de un afloramiento a otro.

### Fábrica magnética

El estudio de la fábrica magnética del complejo de Rangel está basado en la medida de 184 muestras orientadas, procedentes de 52 estaciones de muestreo (Fig. 1). Las medidas se han realizado en un aparato Kappabridge KLY-2, que tra-

baja en un campo magnético débil, con intensidad de  $4 \times 10^{-4}$  T y frecuencia de 920 Hz. La mineralogía magnética se ha determinado a partir de curvas termomagnéticas de enfriamiento hasta -192 °C y de calentamiento hasta 700 °C en urnas CS2-L y CS2, respectivamente, conectadas al Kappabrigge KLY-2.

Los valores de  $K$  obtenidos se agrupan en dos poblaciones. El 50% de las muestras proporcionan valores de  $K < 400$  mSI, propios de fábricas magnéticas controladas por minerales paramagnéticos; el segundo grupo es propio de materiales ferromagnéticos y se caracteriza por la gran dispersión en las medidas de la susceptibilidad magnética ( $400 < K < 39.240$  mSI). En las muestras del primer grupo el principal mineral responsable de la fábrica magnética es el anfíbol y en las del segundo la magnetita. Hemos encontrado dos situaciones que complican la interpretación de la fábrica magnética en el *stock* de Rangel: 1) la presencia de fábricas magnéticas inversas ligadas a la abundancia de anfíbol en varias muestras paramagnéticas, y 2) la existencia de interacciones entre granos adyacentes de magnetita en algunas de las muestras ferromagnéticas. No obstante, el mapa de la foliación magnética reproduce la diversidad estructural detectada durante el estudio de campo, de manera que quedan bien representadas las orientaciones correspondientes a las intrusiones laminares con buzamiento hacia el SE, las variaciones locales debidas a las terminaciones en bisel de las intrusiones laminares y a los diques que buzan hacia el NO (Fig. 3A). El mapa de la lineación magnética (Fig. 3B) permite reconocer

dos familias, una de dirección NE-SO y otra aproximadamente perpendicular a la anterior compatibles con las orientaciones que cabría esperar en las intrusiones laminares y en sus diques de alimentación, respectivamente.

### Discusión

Las características estructurales descritas indican que el *stock* de Rangel es un cuerpo formado por la acumulación de multitud de láminas, de rumbo N30 °E y con buzamientos hacia el SE, alimentadas por diques de dirección NE-SO y buzamientos hacia el este. La oblicuidad entre el cuerpo intrusivo y las estructuras de las rocas ordovícicas encajantes indica que el ascenso a través de los diques y la expansión lateral del magma aprovechó fracturas pre-existentes en las rocas encajantes. El hecho de que las edades más antiguas procedan de las sienitas que ocupan la parte más alta del *stock* (Menegatti, 2001) sugiere que las intrusiones jóvenes se expandieron por debajo de las más precoces, de forma análoga a lo descrito recientemente en el plutón patagónico de Torres del Paine (Michel et al., 2008).

### Agradecimientos

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la financiación procedente de los «Grupos de Investigación del Sistema Universitario Vasco» IT-270-07 y del proyecto de investigación CGL 2007-600030/BTE (Ministerio de Educación y Ciencia) en España y de CIUNSa (P-1679) y FONCYT (PICT-381) en Argentina.

### Referencias

- Bouchez, J.L. (1997). En: *Granite: From Segregation of Melt to Emplacement Fabrics* (J.L. Bouchez, D.H.W. Hutton y W.E. Stephens, eds.). Kluwer Academic Publishers, 95-112.
- Fletcher, C. y Litherland, M. (1981). *Journal of the Geological Society*, 138, 541-548.
- McCaffrey, K.J.W. y Petford, N. (1997). *Journal of the Geological Society*, 154, 1-4.
- Menegatti, N. (2001). *El complejo alcalino Sierra de Rangel (Salta, Argentina)*. Tesis Doctoral de la Universidad Nacional de Salta, 157 p.
- Michel, J., Baumgartner, L., Putlitz, B., Schaltegger, U y Ovtcharova, M. (2008). *Geology*, 36, 459-462.
- Scheuber, E., Bogdanic, T., Jensen A. y Reuter, K.J. (1994). En: *Tectonics of Southern Central Andes. Structure and Evolution of an Active Continental Margin* (K.J. Reuter, E. Scheuber y P.J. Wigger, eds). Springer-Verlag, 121-139.
- Tarling, D.H. y Hrouda, F. (1993). *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. Chapman and Hall, 217 p.
- Viramonte, J.G., Kay, S.M., Escayola, M. y Novitski, I. (1999). *Journal of South American Earth Sciences*, 12, 109-121.
- Zappettini, E. O., 2008. El plutonismo mesozoico en Jujuy. En: Coira, B. y Zappettini, E. (Editores): *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. Relatorio del XVII Congreso Geológico Argentino. p. 244-253