

# Control estructural del Batolito de Tastil (Salta, Argentina) en el desarrollo de cabalgamientos andinos

*Structural control of the Tastil batholith (Salta, Argentina) on the development of Andean thrusts*

J. M. Tubía <sup>(1)</sup>, F. D. Hongn <sup>(2)</sup>, A. Aranguren <sup>(1)</sup>, N. Vegas <sup>(1)</sup> y R. Mon <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Geodinámica, Universidad del País Vasco, a. p. 644, 48080 Bilbao, España. e-mail: jm.tubia@ehu.es, goparira@lg.ehu.es, gobvetun@lg.ehu.es

<sup>(2)</sup> CONICET. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta. 4400-Salta, Argentina. e-mail: hongn@unsa.edu.ar

<sup>(3)</sup> CONICET Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán. 4000-Tucumán, Argentina. e-mail: monr@satlink.com.

## ABSTRACT

*This work deals with the structure of the Lower Cambrian batholith of Tastil (Salta, NW Argentina) and its influence on the development of younger Andean structures. Anisotropy of magnetic susceptibility data reveal a laccolithic intrusion spreading laterally from a central root zone. The N-S elongation of the batholith reflects the westward propagation of Andean thrusts through the sheeted domains of the intrusion, the root zone acting as a buttress that restricted the propagation of the Andean structures.*

**Key words:** magnetic susceptibility, structure, Tastil batholith, Salta, Andes

*Geogaceta*, 41 (2007), 243-246

ISSN: 0213683X

## Introducción

Los trabajos estructurales sobre granitoides han proliferado notablemente desde los años ochenta. La mayoría de ellos están enfocados a determinar la geometría tridimensional de los plutones, los mecanismos de emplazamiento de las rocas plutónicas o el carácter, sin- o post-tectónico, de la intrusión. En cambio, este trabajo incide en la influencia de la estructura de un batolito del Cámbrico Inferior, el Batolito de Tastil (Salta, Argentina), en la formación de cabalgamientos del Ciclo Andino.

## Encuadre geológico y zonación del Batolito de Tastil

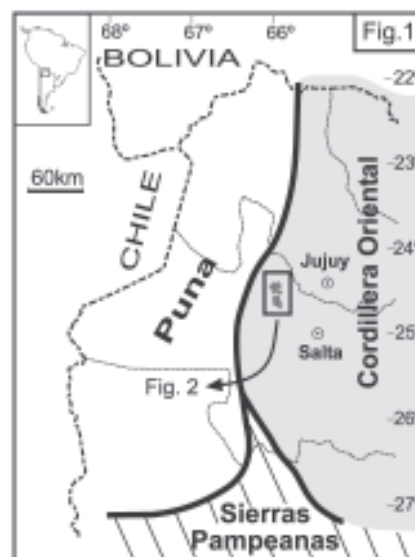
El batolito de Tastil (Salta) es clave para numerosas interpretaciones sobre la evolución geodinámica del basamento neoproterozoico-eocámbrico de los Andes Centrales, cubre una superficie superior a 500 kilómetros cuadrados y está emplazado en el basamento metamórfico de la Cordillera Oriental (Fig. 1). Kilmurray e Igarzábal (1971) diferenciaron dos facies petrográficas, granitos grises y granitos rojos, y realizaron el mapa geológico de referencia para los estudios posteriores.

Este trabajo combina datos de campo y observaciones microestructurales con un estudio de la anisotropía de la susceptibilidad magnética (ASM) en 91

puntos de muestreo (Fig. 2). La región de Tastil está formada mayoritariamente por un basamento neoproterozoico con turbiditas afectadas por metamorfismo de grado bajo a muy bajo, atribuidas a la Formación Puncoviscana (Turner, 1972; Aceñolaza *et al.*, 1990). Sobre ese basamento reposan discordantemente rocas sedimentarias eopaleozoicas pertenecientes a los grupos Mesón y Santa Victoria. Además, la región incluye calizas cretácicas de la formación Yacoraite y conglomerados de edad terciaria.

En el área asignada por Kilmurray e Igarzábal (1971) al batolito de Tastil se distinguen cuatro facies principales (Fig. 2). Además de granodioritas grises y granitos rojos, hay pórfidos dacíticos en dos franjas de dirección N-S que ocupan la periferia del batolito. Por último, parte de los afloramientos cartografiados previamente como granodioritas grises son monzodioritas y gabros, denominados «monzodiorita de Las Burras» por Hongn *et al.* (2002). La diferenciación de las dacitas y las monzodioritas es un aporte relevante de esta contribución; las primeras están relacionadas genética y temporalmente con las granodioritas y los granitos, mientras que las segundas son una expresión del magmatismo neógeno de los Andes. Por ello, en lo que sigue restringiremos el término de batolito de Tastil a la asociación magmática integrada por granodioritas, granitos y pórfidos dacíticos.

Las granodioritas son rocas holocristalinas de grano grueso, compuestas por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita. El cuarzo es equidimensional y carece de deformación en estado sólido. Los granitos son de grano mediano y textura porfídica. La presencia de cavidades miarólicas indica un nivel de emplazamiento muy somero para los granitos. Los pórfidos dacíticos son rocas de grano fino y textura



**Fig. 1.- Localización del Batolito de Tastil dentro de la Cordillera Oriental del NO argentino.**

*Fig. 1.- Location of the Tastil batholith inside the Eastern Cordillera, NW Argentina.*

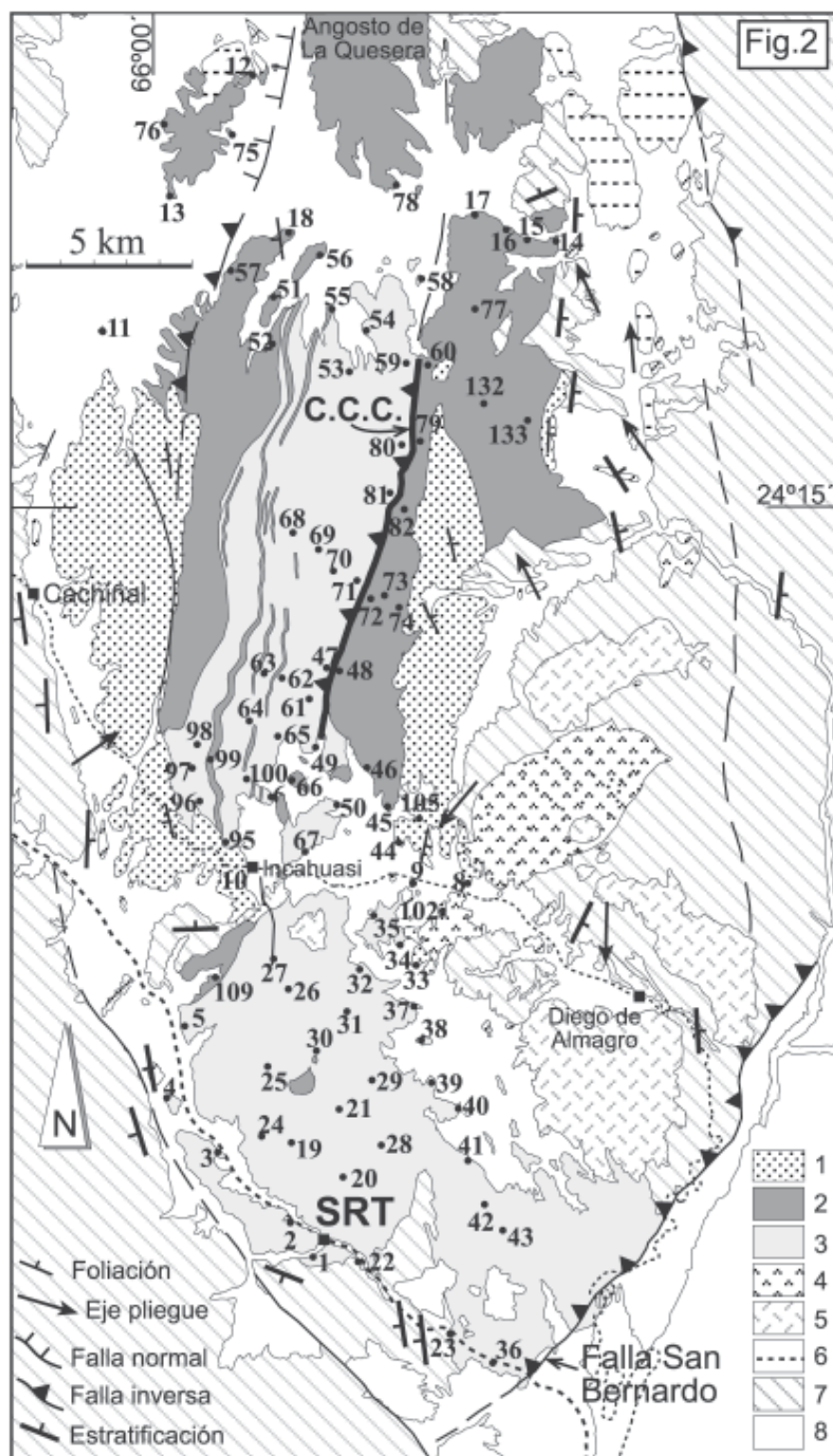


Fig. 2.- Mapa geológico del Batolito de Tastil. 1: pórfidos dacíticos; 2: granitos rojos; 3: granodioritas grises; 4: monzodioritas; 5: rocas efusivas ácidas; 6: sedimentitas eopaleozoicas; 7: Basamento leptometamórfico (Formación Puncoviscana); 8: sedimentos neógenos y cuaternarios. CCC: cabalgamiento del Cerro Chachayo; SRT: pueblo de Santa Rosa de Tastil. Los números indican la localización de los puntos de muestreo para el estudio de la susceptibilidad magnética.

Fig. 2.- Geological map of the Tastil Batholith. 1: dacite; 2: red granite; 3: grey granodiorite; 4: tertiary monzodiorite; 5: trachyte and rhyolite; 6: Eopaleozoic sediments; 7: Leptometamorphic basement (Puncoviscana Formation); 8: tertiary and quaternary sediments. CCC: Cerro Chachayo thrust fault; SRT: Santa Rosa de Tastil town. Numbers indicate sampling sites for the magnetic susceptibility study.

lamprofídica. Están compuestos por fenocristales de plagioclasa, biotita, anfíbol y/o piroxeno inmersos en una matriz, de grano muy fino a microcristalina, con cuarzo, plagioclasa y biotita. Se distinguen por presentar una marcada foliación, realizada por numerosas bandas microcristalinas, casi vítreas, con texturas fluidales. Los pórfidos dacíticos se apoyan discordantemente sobre el basamento, mientras que el granito intruye en dacitas y granodioritas. Esta cronología relativa concuerda con resultados de dataciones U/Pb en circones de los pórfidos dacíticos y de los granitos, que han proporcionado edades de  $526 \pm 2$  Ma y 520 Ma, respectivamente (Hongn *et al.*, 2001).

#### Datos estructurales

En la Formación Puncoviscana hay pliegues apretados que sólo localmente desarrollan cleavage de plano axial. Los ejes de los pliegues se hunden unos  $30^\circ$  hacia  $N350^\circ E$ . El cleavage presenta una dirección media N-S a NNE, concordante con el alargamiento del batolito (Fig. 2). En general, los cambios de buzamiento de la estratificación a lo largo de los bordes del batolito configuran un antiforme, de dirección axial  $N20^\circ E$ , en cuyo núcleo se aloja el batolito de Tastil. Turner y Méndez (1975) atribuyeron estas estructuras a la fase Tilcárica, a la que se asignan edades de finales del Neoproterozoico (Turner y Méndez, 1975; Mon y Hongn, 1991) o del Cámbrico medio terminal (Aceñolaza *et al.*, 2000).

Granodioritas, granitos y pórfidos dacíticos forman láminas concordantes, alargadas en dirección NNE. En el lado occidental del batolito, los granitos reposan sobre granodioritas por medio de un contacto magmático, que buza unos  $40^\circ$ . La concordancia entre la foliación magmática de las granodioritas y filonescapa de granitos rojos intrusivos en ellas avalan la naturaleza ígnea de dicho contacto (Fig. 2). En la franja oriental del granito la textura dominante es granular, por lo que es difícil reconocer la foliación magmática. No obstante, en esa zona hay numerosos xenolitos tabulares de la Formación Puncoviscana. La dirección media de los xenolitos es  $N15^\circ E$  y su buzamiento medio  $50^\circ E$ , orientación concordante con la del contacto entre el granito y la Formación Puncoviscana. La abundancia de xenolitos y las dimensiones hectométricas de muchos de ellos sugieren que esa zona corresponde a la cúpula de un lacolito basculado posteriormente.

El batolito de Tastil está cortado por fallas inversas de dirección NNE, buzamiento hacia el oeste y desplazamiento del bloque de techo hacia el Este. Por ejemplo, en la terminación sureste del batolito, las granodioritas se colocan sobre conglomerados terciarios por medio de la falla inversa de San Bernardo (Fig. 2). Ramos (1974) reconoció el cabalgamiento de granitos rojos sobre calizas cretácicas de la Formación Yacoraite en el lado occidental del batolito. Durante la realización de este trabajo se reconoció un nuevo cabalgamiento al este del cerro Chachayo (Fig. 2) que provoca la superposición de las granodioritas grises sobre los granitos rojos. Este contacto, de dirección N20°E y buzamiento de 30°O, también desplaza el bloque de techo (la granodiorita) hacia el E. Como su orientación y cinemática son similares a las de las fallas inversas citadas previamente, el cabalgamiento de Chachayo también puede relacionarse con la Tectónica Andina.

#### Análisis de la susceptibilidad magnética

Este estudio de susceptibilidad magnética está basado en la medida de más de 750 muestras, procedentes de 146 puntos de muestreo en el batolito de Tastil. El interés de la susceptibilidad magnética,  $K$ , se debe a su idoneidad para detectar estructuras planares y lineares en plutones carentes de deformación en estado sólido, en los que tales estructuras apenas son reconocibles a simple vista (Bouchez, 1997). La anisotropía de la susceptibilidad magnética corresponde a un tensor de segundo orden, que queda representado geoméricamente por un elipsoide de ejes  $K_1$ ,  $K_2$  y  $K_3$ , en el que  $K_1$  es la lineación y  $K_3$  el polo de la foliación magnética de las rocas. La orientación de la fábrica magnética coincide generalmente con la de las estructuras planares y lineares de las rocas.

La susceptibilidad magnética es elevada en las tres facies del batolito, obteniéndose valores medios de  $K = 8,77 \times 10^{-3}$  SI para las granodioritas,  $9,13 \times 10^{-3}$  SI en los granitos y  $22,86 \times 10^{-3}$  SI en los pórfidos dacíticos. Esos valores de  $K$  son característicos de granitoides cuya susceptibilidad magnética está controlada por minerales ferromagnéticos (Bouchez, 1997), lo que concuerda con la presencia de magnetita en las tres facies del batolito. Las observaciones microestructurales de muestras frescas revelan que los cristales de magnetita son ligeramente alargados y se presentan mayoritariamente como inclusiones en

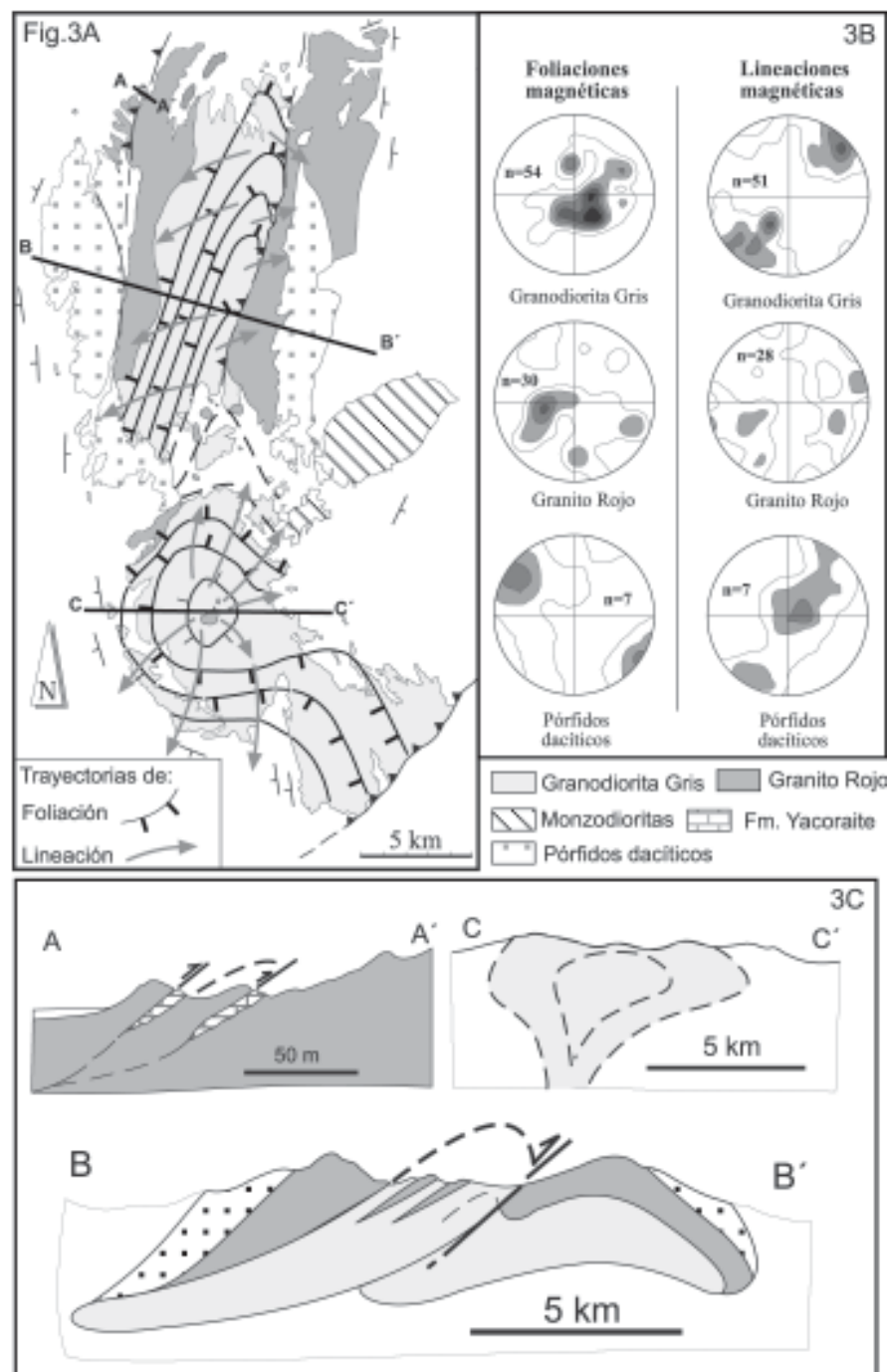


Fig. 3.- A: Mapa de trayectorias de las foliaciones y lineaciones magnéticas en la granodiorita gris. Las flechas indican hacia donde se hunden las lineaciones. B: estereogramas de los valores de  $K_3$ , polo de la foliación magnética, y de  $K_1$ , lineación magnética, de las tres facies del batolito. C: Cortes geológicos del batolito de Tastil.

Fig. 3.- A: map of foliation and lineation trajectories in the grey granodiorite. The arrows show the plunge of the lineations. B: stereoplot of  $K_3$ , poles of the magnetic foliation, and  $K_1$ , the magnetic lineation, of the three compositional facies of the batholith. C: cross sections of the Tastil batholith.

cristales de biotita. Al ser las inclusiones paralelas al cleavage (001) de la biotita, la foliación magnética reproduce la orientación media de ese mineral, el cual determina la foliación magmática en ausencia de deformación en estado sólido.

La figura 3 sintetiza los resultados del estudio de la fábrica magnética del

batolito. Los diagramas estereográficos muestran que el rumbo medio de la foliación magnética es prácticamente coincidente, »N30°E, en granodioritas y pórfidos dacíticos. En los granitos se aprecia una notable variación direccional de la foliación, debida a la destrucción de la fábrica primaria durante las alteracio-



nes hidrotermales. La orientación de la lineación es comparable, NNE-SSO, en las granodioritas y dacitas. En ambos casos tienden a dibujar círculos máximos (Fig. 3), que denotan la estructura antiformal del batolito.

Los aspectos más destacables del mapa de las trayectorias de la foliación y de la lineación magnética de la granodiorita (Fig. 3) son los siguientes:

1) La presencia de un domo en la mitad meridional del batolito, con la lineación dispuesta radialmente. Esa geometría sugiere que dicho sector es la expresión superficial de la raíz a través de la cual ascendió el magma.

2) Hacia el norte y sureste del domo predominan las trayectorias de la foliación rectilíneas, lo que denota geometrías tabulares y sugiere que corresponden a zonas de expansión lateral del magma a partir de la raíz central.

3) La configuración de un antiformal asimétrico en la mitad norte del batolito. La traza cartográfica de la superficie axial es paralela al cabalgamiento de Chachayo. Consideramos que dicho pliegue está asociado a la formación del cabalgamiento.

#### Consideraciones finales

El estudio de la estructura del batolito de Tastil pone de manifiesto una geometría compleja, atribuible a la superposición de deformaciones frágiles del Ciclo Andino sobre su estructura magmática, del

Cámbrico Inferior. Tanto los datos de campo como los de la ASM confirman que el batolito tuvo en origen una geometría laminar. La interpretación de la fábrica magnética sugiere que la granodiorita gris se propagó lateralmente a partir de una zona de raíz situada en la mitad sur del batolito.

La Interpretación del batolito de Tastil como un lacolito, en origen, es un requisito prácticamente indispensable para explicar la propagación de fallas inversas, paralelas a la estratificación de la Formación Yacoraite, a través de las rocas ígneas. El hecho de que el cabalgamiento de Chachayo quede restringido a la mitad septentrional del batolito concuerda con esta interpretación, ya que su propagación hacia el sur se vería impedida por la forma columnar de la zona de raíz. La restauración de los cabalgamientos cenozoicos que afectan a la región mostraría la geometría lacolítica del batolito y daría lugar a una disminución importante del buzamiento de los pliegues de la Formación Puncoviscana, aspecto que ha de tenerse en cuenta al interpretar la estructura del basamento preandino.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por proyectos del Conicet (PEI-6090), del MEC (CGL2004-00701/BTE), subvención de la UPV/EHU para Grupos Consolidados y por el Programa de Formación de Investigadores del Gobierno Vasco.

#### Referencias

- Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli, A.J. (Eds.), (1990). *El Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino*. Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica, Tucumán, 4, 227p.
- Aceñolaza, F. G., Miller, H. y Toselli, A. J. (2000). En: *31st International Geological Congress*. Comunicaciones, 337-344.
- Bouchez, J. L. (1997). En: *Granite: From Segregation of Melt to Emplacement Fabrics* (Bouchez, J. L., Hutton, D. H. W. y Stephens, W. E. Eds.), 95-112.
- Hongn, F. D., Tubía, J. M., Aranguren, A. y Mon, R. (2001). *Boletín Geológico y Minero*, 112(3), 113-124.
- Hongn, F. D., Tubía, J. M., Aranguren, A. y Mon, R. (2002). En: *XV Congreso Geológico Argentino*, Tomo II, 128-133.
- Kilmurray, J. e Igarzábal, A. (1971). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 26(4), 417-438.
- Mon, R. y Hongn, F. D. (1991). *Geologische Rundschau*, 83, 745-758.
- Ramos, V. (1974). En: *V Congreso Geológico Argentino*, Ponencia, 4, 159-202.
- Turner, J.C. (1972). Puna. En: *I Simposio de Geología Regional Argentina*, 91-116.
- Turner, J. C. y Méndez, V. (1975). *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba*, 51(1-2), 11-24.