

Estructura interna de la granodiorita Antena, Chuquicamata, norte de Chile

Claudia ZAFFARANA^{1,2}, Rubén SOMOZA¹ y Andrew TOMLINSON³

¹ CONICET. E-mail: czaffarana@unrn.edu.ar

² IIPG (Universidad Nacional de Río Negro-CONICET). Roca 1242 (8332), General Roca, Río Negro.

³ SERNAGEOMIN.

La granodiorita Antena es un cuerpo somero que se intruyó en la precordillera del norte de Chile durante la fase orogénica Incaica (Eoceno medio – tardío). El cuerpo es angosto y alargado, con un desarrollo de unos 20 km en dirección NNE-SSO y una relación de aspecto 1-5. En esta exposición se presentan resultados de estudios de anisotropía de la susceptibilidad magnética (ASM) y de petrofábrica, y se discute el modo de emplazamiento del plutón.

El estudio microestructural señala fábricas que preservan el arreglo adquirido en estado magmático-submagmático, y otras que muestran variable intensidad de sobreimposición de deformación en estado sólido de alta y de baja temperatura. Los estados más avanzados de la deformación en estado sólido muestran interconexión entre los subgranos de cuarzo, feldespatos, anfíbol y biotita definiendo claramente una foliación tectónica. Entre los rasgos distintivos se observan porfiroclastos fracturados de plagioclasa y de feldespato potásico con deformación intracristalina, los cuales siempre presentan bordes indentados. Algunas muestras presentan agregados de granos equigranulares indeformados de cuarzo y feldespatos con contactos mutuos a 120°, lo que sugiere que experimentaron un proceso de recuperación estática probablemente posterior al evento de deformación en estado sólido. La manifestación más importante de deformación en estado sólido está dada por bandas de milonitas que ocupan el sector central del plutón.

La fábrica magnética está gobernada por magnetita. La mayoría de los sitios muestran elipsoide ASM triaxial dominado por la componente planar ($F > L$). El parámetro P (grado o intensidad de anisotropía) muestra dispersión con un valor promedio de $P = 1,163$ (16.3%). La intensidad de anisotropía no muestra relación con la susceptibilidad total, con lo que se deduce que P en la granodiorita Antena no tiene dependencia composicional (ej. alteración, formación o pérdida de magnetita). En contraste, los resultados señalan que existe una correlación positiva entre la deformación interna y el parámetro P, con mayores valores de anisotropía en muestras afectadas por deformación en estado sólido. A nivel especulativo consideramos que este comportamiento podría estar asociado, por un lado, a que la deformación podría haber producido un aumento de la orientación preferencial de los granos de magnetita, y/o a que la deformación habría favorecido el aumento de las interacciones magnéticas entre magnetitas. Estudios previos en rocas cristalinas demostraron que los granos de magnetita se pueden orientar preferencialmente mediante rotación pasiva en una matriz que se está deformando (ej. Mamtani *et al.* 2011). También se han observado casos donde los granos de magnetita se deforman plásticamente según el régimen de reptaje de dislocaciones ("*dislocation creep*", véase Housen *et al.* 1995). Por otra parte, las magnetitas de este plutón podrían haber experimentado el desarrollo de sub-granos, también observado en otros minerales de las muestras estudiadas, lo que podría producir un aumento en las interacciones magnéticas entre granos de magnetita, provocando un aumento de la intensidad de ASM (ej. Grégoire *et al.* 1995). Se tiene planeado desarrollar estudios para investigar el origen de esta correlación entre P y deformación interna en estas rocas fuertemente ferromagnéticas.

Los resultados direccionales de ASM muestran un patrón coherente de foliaciones de alto ángulo paralelas al rumbo del plutón, que además son paralelas a la foliación mineral débilmente definida por hornblenda y plagioclasa. Esta orientación de la foliación se observa en todas las rocas, es decir en aquellas que exhiben solamente fábrica magmática, en las que registran sobreimposición de deformación en estado sólido, y también en las milonitas. El hecho de que la deformación en estado sólido haya modificado la intensidad del elipsoide magnético sin modificar la orientación de la foliación magnética sugiere que todo el proceso, desde la deformación de flujo magmático hasta el desarrollo de milonitas, se produjo bajo campos direccionales invariantes, lo que se interpreta como que las fábricas asociadas al emplazamiento y al enfriamiento del cuerpo estuvieron controladas por esfuerzos regionales de similar orientación.

Las lineaciones magnéticas presentan en general una orientación más variable que las foliaciones magnéticas. Sin embargo, se observa que los sitios con lineaciones magnéticas de inclinación baja tienden a mostrar petrofábrica de tipo magmático, sugiriendo que quizás las fábricas originadas por flujo magmático son aquellas con lineaciones someras y de baja intensidad de P. De ser así, las inclinaciones altas, que dominan en las rocas que muestran deformación en estado sólido, podrían deberse al cambio de un elipsoide de deformación primario asociado a flujo magmático a un típico elipsoide de deformación transpresiva.

El plutón es portador de remanencias paleomagnéticas de polaridad normal y reversa (Somoza *et al.* 2015). En particular, una transecta E-O de 4 km que abarca el ancho del plutón a la altura de Chuquicamata, mostró una sucesión N-R-N-R de polaridades paleomagnéticas. Los datos paleomagnéticos indican entonces que el plutón se formó por amalgamamiento de pulsos de magma suficientemente separados en tiempo, de manera que la roca de caja de los pulsos de magma más jóvenes habría sido el mismo plutón en estado avanzado de enfriamiento. Esto implica que nunca existió una cámara magmática somera que haya evolucionado mediante entradas sucesivas de magma que finalmente enfriaron juntas. Asimismo, la estructura interna definida por la petrofábrica y la magnetofábrica sugiere que los pulsos magmáticos que formaron la granodiorita Antena, se intruyeron formando diques sub-verticales de orientación NNE-SSO. El marco tectónico permitiría suponer que el emplazamiento de los diques habría aprovechado estructuras de acortamiento activas en el Eoceno, que además correspondían a estructuras extensionales mesozoicas del norte de Chile.

Grégoire, V., de Saint Blanquat, M., Nédélec, A. y Bouchez, J.L. 1995. Shape anisotropy versus magnetic interactions of magnetite grains: experiments and application to AMS in granitic rocks. *Geophysical Research Letters* 22: 2765-2768.

Housen, B.A., Van der Pluijm, B.A. y Essene, R.J. 1995. Plastic behavior of magnetite and high strains obtained from magnetic fabrics in the Parry Sound shear zone, Ontario Grenville Province. *Journal of Structural Geology* 17: 265-278.

Mamtani, M.A., Piazzolo, S., Greiling R.O., Kontny A. y Hrouda F. 2011. Process of magnetite fabric development during granite deformation. *Earth and Planetary Science Letters* 308: 77-89.

Somoza, R., Tomlinson, A.J., Zaffarana, C.B.; Singer, S.E., Puigdomenech, C.G., Raposo, M.I.B. y Dilles, J.H. 2015. Tectonic rotations and internal structure of Eocene plutons in Chuquicamata, northern Chile. *Tectonophysics*, en prensa.