

COMENTARIO

'High magma oxidation state and bulk crustal shortening: key factors in the genesis of Andean porphyry copper deposits, central Chile (31-34°S)' (Garrido, I.; Cembrano, J.; Siña, A.; Stedman, P.; Yáñez, G., *Revista Geológica de Chile*, Vol. 29, No. 1, p. 43-54, 2002)

Estanislao Godoy

Servicio Nacional de Geología y Minería, Avda. Sta. María, 0104,
Casilla 10465, Santiago, Chile
egodoy@sernageomin.cl

En el trabajo de Garrido *et al.* (2002) se propone que una condición estructural favorable, asociada a una zona de alta densidad de fracturamiento de rumbo NEE y movimiento dextral (Zona de Falla El Teniente=ZFT) es un factor clave en la generación del yacimiento homónimo. Tanto en Río Blanco-Los Bronces como en Pachón-Los Pelambres, tal como ilustran en su figura 4, se daría un control

tectónico semejante: fallas dextrales interpretadas como de transferencia, esto es, estructuras que acomodan acortamientos diferenciales dentro de la faja plegada y corrida aconcagüina. Apoyado en mi conocimiento de la geología, tanto del área cercana a la mina como de un amplio marco regional, me permito discutir sobre este propuesto control estructural de la mineralización en El Teniente.

TECTONISMO Y PLUTONISMO DURANTE EL ENGROSAMIENTO CORTICAL

La mineralización en El Teniente (acotada entre 7.4 a 4.4 Ma) es contemporánea con un aumento del espesor cortical bajo la Cordillera Principal. Este engrosamiento se refleja, según Kay *et al.*, (1999) en el aumento de las razones $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y La/Yb , junto con un descenso en la razón $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, si bien Skewes *et al.* (2002) presentan otras alternativas para dicha evolución geoquímica. El engrosamiento es, además, contemporáneo con el emplazamiento de corrimientos fuera de secuencia, gatilla

dos por el ascenso de la Cordillera Frontal durante el Mioceno tardío (Giambiagi *et al.*, 2003).

Lo que permanece incierto, tal como hacen ver

Skewes *et al.* (2002), son los factores corticales y subcorticales que focalizaron la actividad magmática en el yacimiento durante ese lapso de tiempo.

Garrido y colaboradores asignan esta focalización al hipotético desarrollo de 'codos dilatacionales ahora obliterados' dentro de su ZFT. Como equivalente a escala regional de las fallas de borde de la ZFT ilustran, en su figura 4, una falla de transferencia que, *in E. Godoy*¹, desplazaría en un kilómetro dextralmente a la traza del Corrimiento del Fierro. Tanto esta falla, como otra adyacente que desplazaría sinistralmente en tres kilómetros a la mencionada traza fueron el resultado de una interpretación sobre imágenes satelitales en áreas

¹ 1993. Geología del área entre los ríos Claro del Maipo y Cachapoal (Inédito), *Servicio Nacional de Geología y Minería-Corporación del Cobre*, p. 68.

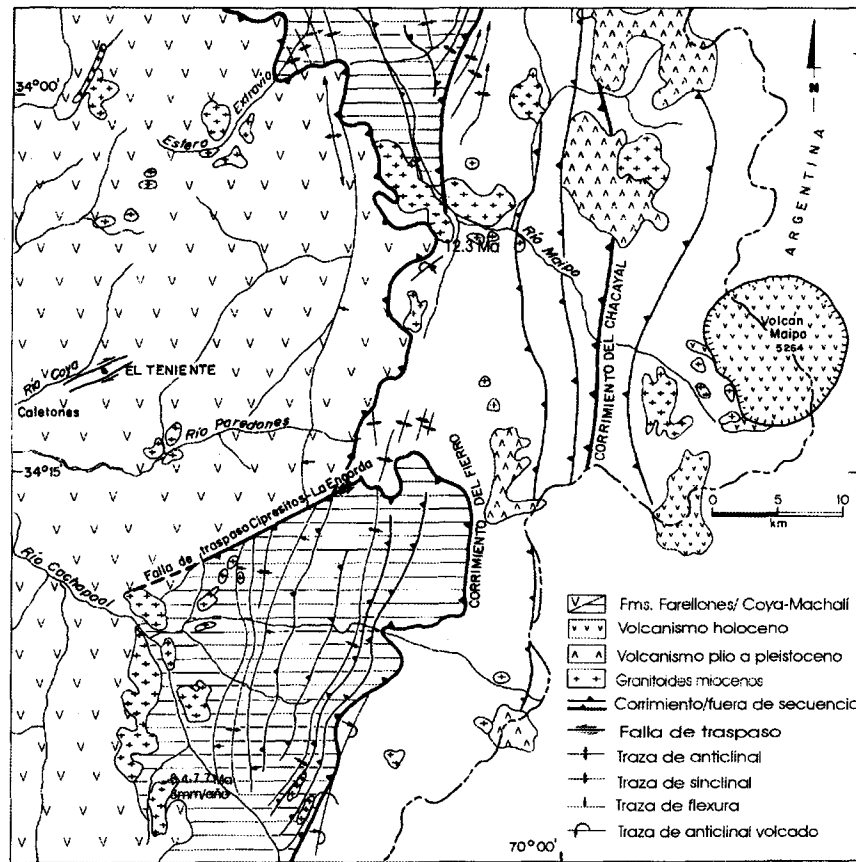


FIG. 1. La faja plegada y corrida aconcagüina-neuquénica al este de El Teniente. Edades de granitoides según Kurtz *et al.*, 1997.

de difícil acceso. Ambas estructuras son, sin embargo, menores si se las compara con la gran falla de traspaso sinistral y componente inversa Cipresitos-La Engorda (Fig. 1). Al sur de esta falla afloran, con apretado plegamiento, rocas de la Formación Coya-Machali mientras, hacia el norte, se reconoce un amplio sinclinal de rampa en rocas asignadas a la Formación Farellones.

Se ha propuesto otra falla de transferencia sinistral NE a lo largo de la mitad inferior del valle del río Yeso (G. Godoy y L. Lara²; Giambiagi *et al.*, 2003), la cual limitaría hacia el norte un apretado retroplegamiento de la Formación Abanico. Es probable que esta falla de traspaso marque, en la lámina inferior, el extremo norte del acortamiento ligado al Corrimiento del Fierro.

LA ZFT

En las figuras 2a y 2b se compara el diseño propuesto para la ZFT (*in* Garrido *et al.*, 1994), con el mapa geológico del sector respectivo (Morel y Spröhnle, 1992, *in* Skewes *et al.*, 2002). Destaca en esta comparación que el área cubierta por la ZFT coincide en gran parte con los afloramientos de gabros, diabasas y pórfidos basálticos a andesítico-basálticos que Skewes y colaboradores han denominado Complejo Máfico Intrusivo (CMI).

La estructura de borde sur de la ZFT (falla Agua Amarga de Morel y Spröhnle) coincide parcialmente con el margen respectivo del CMI y, en la cartografía

² 1994. El Teniente 2ª Fase. (Inédito), Servicio Nacional de Geología y Minería-Corporación del Cobre, p. 40.

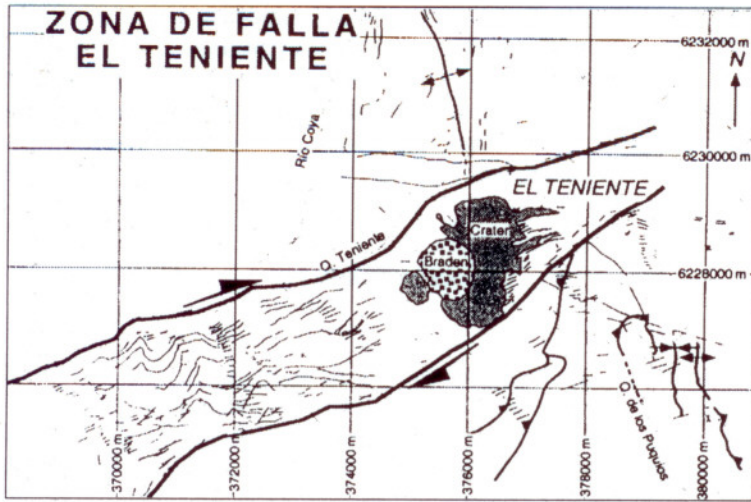


FIG. 2a.- Diseño de la ZFT (Garrido *et al.*, 1994).

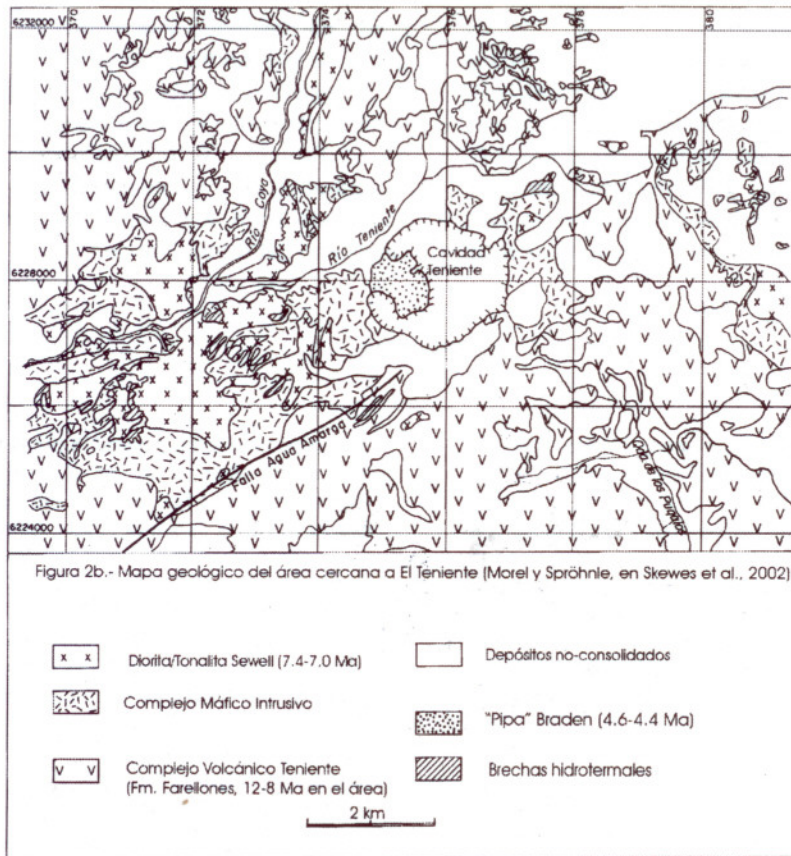


FIG. 2 b. Geología distrital de El Teniente, destacando el Complejo Máfico Intrusivo (CMI).

de E. Godoy', equivale al límite depositacional noroeste de las 'Tobas brechosas y depósitos laháricos superiores'. Ninguno de los autores antes mencionados reconoce una falla que pudieran constituir el borde norte de la ZFT.

Los contactos de las unidades definidas por Rivera y Falcón (2000) dentro de su 'subcuenca La

Juanita-El Azufre' no muestran, por otra parte, desplazamientos al cruzar la ZFT. Para dichos autores el volcanismo y la sedimentación oligocena a miocena tardía habrían sido controlados por fallas transtensionales dextrales que tendrían una orientación ortogonal con respecto a la ZFT.

CONCLUSIONES

Se propone en este comentario que la concentración de un denso fracturamiento en el área denominada ZFT no se asocia a la actividad de una cupla de cizalle. Si las microfallas estudiadas por Cladouhos se restringen a dicho sector es porque se habrían formado, más bien, dentro de los diferentes cuerpos hipabisales del CMI. Es habitual que durante el emplazamiento de lacolitos, filones mantos, diques y stocks (tales como los reconocidos dentro del CMI) se generen, no solo abundantes contactos intrusivos, sino que también densos diaclasamientos subparalelos a sus planos de flujo. Estas superficies, notoriamente menos frecuentes y sin 'lubricación' hidrotermal fuera del CMI (=ZFT), serían las que habrían jugado en forma restringida dentro del complejo durante los eventos tectónicos regionales asociados al engrosamiento cortical

del mioceno tardío.

No se reconocen fallas de transferencia dextrales de rumbo NE-SW alrededor del yacimiento El Teniente. Las dos fallas regionales de traspaso aquí descritas son sinistralas y están ligadas al emplazamiento del Corrimiento del Fierro, estructura fuera de secuencia responsable de solo parte del engrosamiento cortical ocurrido a fines del Mioceno. Ambas estructuras, si bien limitan áreas con distinto grado de despegue y acortamiento, no originan zonas de intenso fracturamiento.

De existir un control estructural para la repetida focalización de fluidos magmáticos e hidrotermales en El Teniente, éste sería profundo y no es comparable con el notoriamente expuesto en superficie para los yacimientos del Eoceno-Oligoceno del Norte Grande.

REFERENCIAS

- Garrido, I.; Riveros, M.; Cladouhos, T.; Espiñeira, D.; Allmendinger, R. 1994. Modelo geológico estructural yacimiento El Teniente. *In Congreso Geológico Chileno, No. 7, Actas*, Vol. 2, p. 1553-1558. Concepción.
- Garrido, I. Cembrano, J.; Siña, A.; Stedman, P.; Yáñez, G. 2002. High magma oxidation state and bulk crustal shortening: key factors in the genesis of Andean porphyry copper deposits, central Chile (31-34°S). *Revista Geológica de Chile*, Vol. 29, No. 1, p. 43-54.
- Giambiagi, L.; Ramos, V.; Godoy, E.; Álvarez, P.; Orts, S. 2003. Cenozoic deformation and tectonic style of the Andes, between 33° and 34°S. *Tectonics*, 22, 4, 15-1/15-18.
- Kay, S.M.; Mpodozis, C.; Coira, B. 1999. Neogene magmatism, tectonism and mineral deposits of the Central Andes (22°-33°S). *In Geology and ore deposits of the Central Andes* (Skinner, B.J., editor). *Society of Economic Geologists*, Special Publication 7, p. 27-59.
- Kurtz, A.; Kay, S.M.; Charrier, R.; Farrar, E. 1997. Geochronology of Miocene plutons and exhumation history of the El Teniente region, Central Chile (34-35°S). *Revista Geológica de Chile*, Vol. 24, 1, p. 73-90.
- Rivera, O.; Falcón, F. 2000. Secuencias de relleno de cuencas volcánico-tectónicas transversales oligo-miocenas en los alrededores del yacimiento El Teniente (33°45'-34°30'). *In Congreso Geológico Chileno, No. 9, Actas*, Vol. 1, p. 819-823. Puerto Varas.
- Skewes, A.; Arévalo, A.; Floody, R.; Zúñiga, P.; Stern, C. 2002. The giant El Teniente breccia deposit: hypogene copper distribution and emplacement. *Society of Economic Geologists*, Special Publication 9, p. 299-332.