

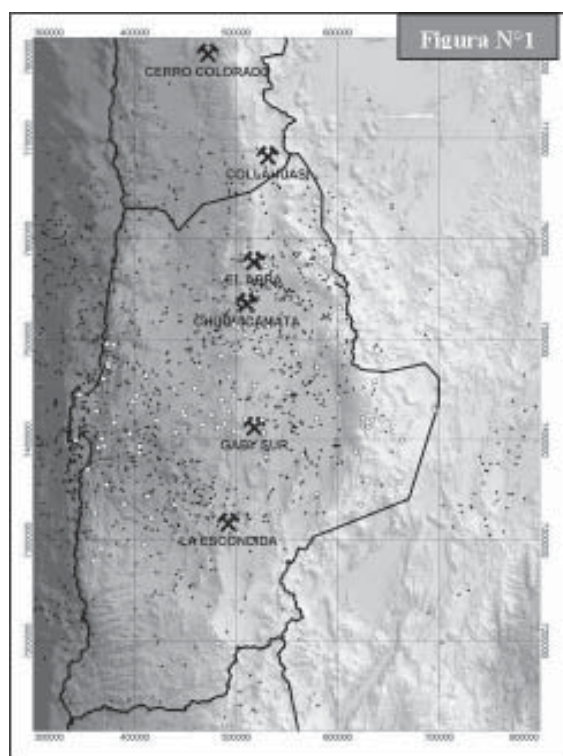


COMPLEJOS INTRUSIVOS DEL PALEÓGENO EN LA CORDILLERA DE DOMEYKO Y SU RELACIÓN CON ZONAS ACTIVAS DE DEFORMACIÓN SEGÚN REGISTROS DE SISMICIDAD INTRAPLACA, II REGIÓN, CHILE

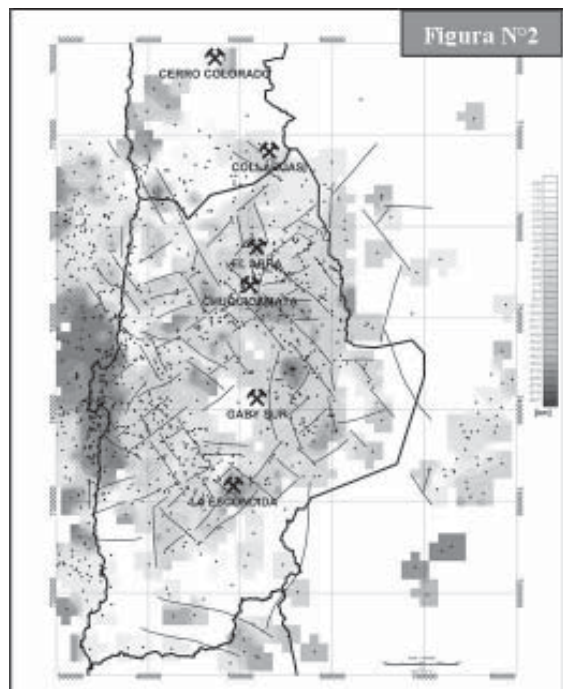
ORLANDO RIVERA (*Exploraciones Mineras Andinas S.A. Filial Codelco, orive005@em.codelco.cl*); GONZALO YÁÑEZ (*Gerencia Corporativa de Exploraciones Codelco-Chile, gyane003@codelco.cl*); LUIS BAEZA (*Exploraciones Mineras Andinas S.A. Filial Codelco, lbaez002@em.codelco.cl*); DIANA COMTE (*Departamento de Geofísica Universidad de Chile, dcomte@dgf.uchile.cl*)

Estudios recientes (Handy & Brun, 2004) demuestran que la sismicidad intraplaca puede ser usada para localizar zonas de debilidad dentro de la litósfera continental y que, combinada con estudios de la distribución y geometría de zonas de falla exhumadas, puede ser útil para determinar la dirección y magnitud de las fuerzas que actúan sobre bloques corticales en sistemas activos de fallas intraplaca. Asimismo, es una idea aceptada que la sismicidad cortical está asociada a la reactivación de estructuras antiguas del registro geológico, en respuesta a modificaciones de los campos de stress intraplaca (p. ej. Belmonte, 2004). En efecto, se ha demostrado que las zonas de debilidad activas se concentran en torno a zonas de fallas pre-existentes las cuales actúan nucleando episodios sísmicos a través de mecanismos focales normales o inversos. Por otra parte, evidencias recientes sugieren que los magmas son transportados vía enjambres de diques actuando como canales alimentadores a través de fallas de alto ángulo dentro de la corteza superior rígida (e.g., McCaffrey & Petford, 1997; Petford et al., 2000).

Como hipótesis de trabajo planteamos que las estructuras alimentadoras del magmatismo asociado a intrusivos Paleógenos de la Cordillera de Domeyko corresponden a fallas mayores de alto ángulo las cuales permanecerían activas hasta el presente. Dicha hipótesis ha sido testeada a través de un experimento sismológico piloto en las proximidades del depósito Gaby. Este estudio



Modelo de elevación digital del área de estudio. Puntos negros distribución de sismicidad intraplaca. Círculos blancos distribución de estaciones sísmológicas.



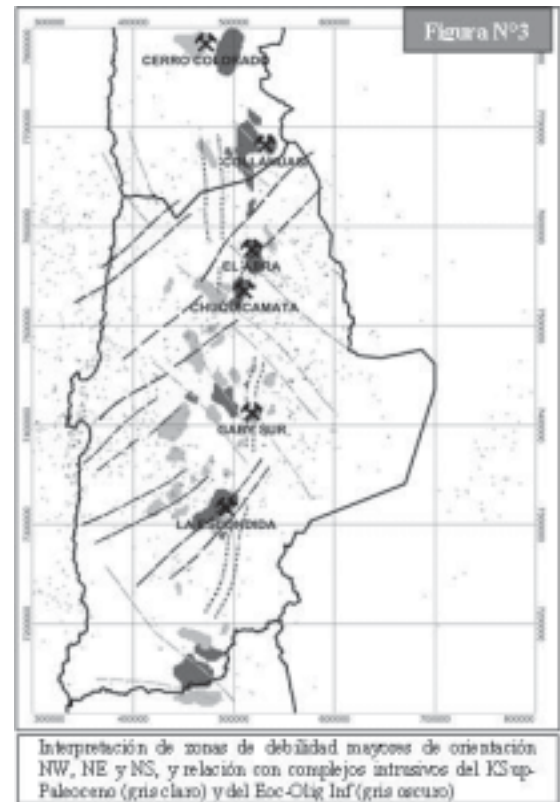
Zonación de profundidad de registros sísmicos, mostrando en gris oscuro las zonas de sismicidad profunda. Zonas de alto gradiente y presencia de sismos se interpretan como zonas de falla activas.

local se ha complementado con una compilación de registros sísmicos obtenidos de redes regionales previas.

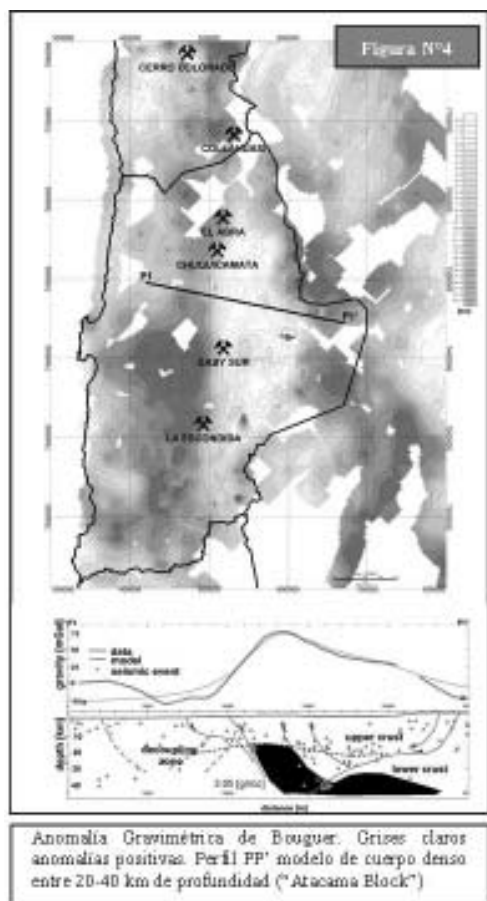
La compilación de sismicidad tuvo dos fuentes principales. Datos de la red telemétrica permanente de Antofagasta (1991-1995), con un total de 9 estaciones de período, 8 equipadas con sismómetros verticales Mark L4C y una estación de 3 componentes Mark L22 (22.7-24.2° S /69-70.5° W). La Red Pisco'94 (Belmonte, 2004) compuesta de 24 estaciones digitales operando durante 100 días y cubriendo una superficie de 230x180 km² (22-24° LatS/69-67° LongW). El experimento piloto fue llevado a cabo en las proximidades del depósito Gaby con 4 estaciones portátiles entre Septiembre-Diciembre 2004, cubriendo una superficie de 20x20 km², y entre Enero-Marzo 2005 con 6 estaciones portátiles cubriendo una superficie de 60x20 km². La determinación de hipocentros fue realizada utilizando el programa *Hypoinverse* (Figura N° 1).

Los eventos sísmicos superficiales, entre 0 y 40 kilómetros dentro de la corteza, permiten una zonación de sismicidad en profundidad (Figura N° 2). La presencia de zonas de alta concentración de epicentros distribuidos en profundidad, se interpretan como zonas de

deformación, potencialmente ligadas con zonas de alto ángulo. Las principales orientaciones para aquellos dominios de deformación son NNE-NE, NNW-NW, NS, y escasas EW. Los complejos intrusivos del Paleógeno muestran una estrecha relación espacial con la distribución de zonas de sismicidad media a profunda, ubicadas entre 5 y 40 kilómetros bajo la superficie, indicando que las actuales zonas de deformación al parecer representan la reactivación de estructuras antiguas y profundas que actuaron controlando el ascenso de dichos complejos (Figura N° 3). El análisis detallado de la distribución de los intrusivos permite indicar que aquellos de edad Cretácico Superior-



Paleoceno se asocian a zonas de sismicidad ubicadas a profundidades medias entre 5 y 20 kilómetros, mientras que los de edad Eoceno-Oligoceno Inferior, en general, se ubican en zonas de sismicidad profunda entre 20 y 40 kilómetros, o en el entorno de las mismas. Dicha relación empírica apuntaría a la existencia de extensas heterogeneidades corticales que determinan la existencia de zonas de comportamiento frágil que alcanzan distintas profundidades dentro de la corteza. Las anomalías gravimétricas regionales, que caracterizan este sector del norte de Chile, representarían dichas heterogeneidades. En efecto, los eventos sísmicos muy superficiales (< 5 km de profundidad) se localizan sobre la periferia de una extensa anomalía gravimétrica positiva ubicada al E de la Cordillera de Domeyko. La sismicidad a lo largo de los flancos de dicha anomalía es consistente con la presencia en profundidad de un cuerpo denso y rígido (“Atacama Block”, Schurr & Rietbrock, 2004), que concentra la deformación a lo largo de zonas de debilidad distribuidas sobre sus márgenes. El modelamiento gravimétrico directo de esta anomalía, indica la presencia de un cuerpo tabular de relativamente alta densidad (3,1 gr/cm³) a una profundidad variable entre 30 y 40 kilómetros (Figura N° 4). Este núcleo denso es consistente con la presencia de un antiguo complejo de subducción,



posiblemente del Ordovícico (Götze & Krause, 2002) bajo el Salar de Atacama. La sismicidad profunda sobre el “Atacama Block”, se interpreta como el plano de despegue de este pedazo compacto de corteza. La relación espacial entre deformación activa, actividad magmática Paleógena, y la distribución de un bloque de corteza media, de alta densidad y mayor competencia/rigidez que el entorno, ubicado al E de la Cordillera de Domeyko, sugiere la interrelación de procesos a gran escala. En ese sentido, la permeabilidad de la corteza parece ser el principal control de los procesos geológicos asociados con alimentadores magmáticos y deformación (e.g. Sibson, 1982, 2002). En particular, la alta concentración de depósitos minerales ubicados en este segmento de la Cordillera de Domeyko, al parecer esta relacionada con el ascenso de cuerpos intrusivos a lo

largo de las zonas de debilidad ubicadas sobre los márgenes del “Atacama Block”.

REFERENCIAS

- Belmonte-Pool, A., Giese, P., Asch, G. (2004). Crustal seismicity, rheology and structure in the upper plate between the Pre-Cordillera and the magmatic arc in northern Chile (22°-24°S), Submitted to Journal of Seismology.
- Götze, H.-J. & Krause, S. (2002). The central Andean gravity high, a relic of an old subduction complex? Journal of South American Earth Sciences, Vol. 14, p. 799-811.
- Handy, M.R. & Brun, J.-P. (2004). Seismicity, structure and strength of the continental lithosphere. Earth and Planetary Science Letters, Vol. 223, p. 427-441.
- McCaffrey, K.J.W. & Petford, N. (1997). Are granitic intrusions scale invariant? Journal of the Geological Society, London, Vol. 154, p. 1-4.
- Petford N., Cruden A.R., McCaffrey K. J. W., & Vigneresse J.-L. (2000). Granite magma formation, transport and emplacement in the Earth's crust. Nature, Vol. 408, p. 669-673.
- Schurr, B. & Rietbrock, A. (2004). Deep seismic structure of the Atacama Basin, northern Chile, Geophys. Res. Lett., 31, L12601, doi:10.1029/2004GL019796.
- Sibson, R.H. (1982). Fault zone models, heat flow, and the depth distribution of earthquakes in the continental crust of the United States. Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 72, p. 151-163.
- Sibson, R.H. (2002). Geology of the Crustal Earthquake Source. International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Vol. 81A, Cap. 29, p. 455-473.