



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

---

S7\_021

## **Geocronología K-Ar y antecedentes paleoambientales del volcanismo de óxido de hierro de El Laco**

Naranjo, J.A.<sup>1</sup>, Henríquez, F.<sup>2</sup>

(1) Servicio Nacional de Geología y Minería, Av. Santa María 0104, Providencia,  
Santiago, Chile.

(2) Departamento de Ingeniería en Minas, Universidad de Santiago de Chile, Casilla  
10233, Santiago, Chile.

[jnaranjo@sernageomin.cl](mailto:jnaranjo@sernageomin.cl)

### Introducción

El Complejo Volcánico El Laco (CVEL) (5.325 m s.n.m.), ubicado en los Andes del norte de Chile (23°49'S-67°30'W) está constituido por a lo menos seis centros de emisión del tipo estratovolcanes, fisuras y domos, cuyos productos emitidos corresponden a lavas andesíticas y dacíticas (subordinadas) de plagioclasa y piroxeno que se interdigitan con lavas y piroclastos de óxido de hierro. Estos materiales de texturas volcánicas han sido descritos en detalle [1-5]. Los centros de emisión han tenido un desarrollo independiente, aparentemente a partir de una fuente o cámara magmática pre-eruptiva común. Al norte del CVEL se distingue el volcán El Hueso (5.029 m s.n.m.; 2,5 km de diámetro basal; cráter de 1 km de diámetro). Al NW se localiza el volcán Puntas Negras (5.870 m s.n.m.), con gruesas lavas lobuladas de andesitas de plagioclasa, piroxeno, biotita y anfíbola.

En este trabajo se presenta el resultado de 11 dataciones radiométricas K-Ar de lavas del CVEL y su entorno, que servirán de base para una futura determinación de su evolución.

### Estructura volcánica del complejo

*Pico El Laco.* Se ubica en la parte central del CVEL y es una estructura alargada en sentido este-oeste (~1,5 x 1 km), formada por dos cimas (oriental, 5.325 m s.n.m. y occidental, 5.166 m s.n.m), el sector más elevado del complejo. De formas redondeadas, esta estructura corresponde a un domo exógeno andesítico porfírico de plagioclasa y piroxeno, que se eleva por aproximadamente 400 m sobre su entorno.



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

*Volcán Hueso Chico.* Es un pequeño volcán de estructura cónica, de 120 m de alto, que se ubica en el límite noroccidental del CVEL, cuyo cráter tiene 250 m de diámetro. Sus lavas corresponden a dacitas de plagioclasa y piroxeno con escaso cuarzo y biotita.

*Volcán 5.009.* Corresponde a un estratovolcán de 2,5 km de diámetro máximo, que se ubica inmediatamente al sur de Pico El Laco y muestra una fuerte erosión que deja al descubierto una alteración muy penetrativa. En su parte interior, exhibe una estructura de forma cómica, constituida de capas métricas de lavas y hialoclastitas (con fragmentos clásticos, posiblemente enfriados por hielo), con disposición anular. Localmente se observan lavas con diaclasamiento planar y estrías glaciales.

*San Vicente Alto.* Corresponde a un cono parásito elongado en dirección NE, de 0,6 x 0,35 km y ~150 m de alto, ubicado al NW de Pico El Laco. La cima tiene forma de cráter circular de 250 m de diámetro en cuyo interior se distinguen lavas, bombas y lapilli de magnetita.

*Laco Norte.* Corresponde a una estructura fisural curva-convexa al norte, de 0,8 km de largo. La estructura está constituida de lavas de magnetita (filón alimentador), bordeadas de acumulaciones de lapilli y ceniza de magnetita.

*Laco Sur.* Está constituido por al menos tres estructuras alimentadoras subverticales de lavas de magnetita, desde las cuales se han desarrollado depósitos piroclásticos (corrientes piroclásticas densas) del tipo 'bloques y cenizas' y oleadas de ceniza de octaedros de magnetita.

### Edades K-Ar

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Geocronología del Sernageomin (se informan con errores con  $2\sigma$ ); 8 fueron realizadas en roca total y 3 en biotita. Los resultados indican que las rocas más antiguas afloran en la parte norte del CVEL, donde se obtuvo una edad roca total de  $5,3\pm 1,9$  Ma. Un grupo de edades más jóvenes en roca total arrojó valores de  $3,9\pm 1,3$  Ma para el domo de Pico El Laco,  $3,8\pm 0,9$  Ma para lavas que subyacen el yacimiento de magnetita de San Vicente Bajo, al NW del centro de emisión de San Vicente Alto y  $3,7\pm 0,9$  Ma, para una lava del escarpe frontal al norte de la fisura Laco Norte.

Un cuerpo andesítico de plagioclasa, piroxenos y titanita del sector Cristales Grandes arrojó una edad roca total de  $2,6\pm 0,6$  Ma. Una edad en biotita de una dacita del volcán Hueso Chico entregó un valor de  $2,1\pm 0,4$  Ma. Este valor es concordante con aquéllos obtenidos para la parte baja ( $2,0\pm 0,6$  Ma) y alta ( $2,0\pm 0,3$  Ma) de la secuencia más joven de andesitas del sector septentrional de Laco Norte. Asimismo, estos datos también muestran cierta concordancia con una edad roca total de  $1,6\pm 0,5$  para una andesita proveniente del volcán 5.009.

Finalmente, se obtuvieron dos edades en biotita de las potentes lavas andesítica del volcán Puntas Negras, ubicado al norteste del CVEL, con valores de  $0,7\pm 0,3$  para una colada de aspecto más antiguo y  $0,3\pm 0,2$  para una colada de aspecto más joven.



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

---

### Discusión

El CVEL presenta un grado de erosión claramente mayor que su vecino el volcán Puntas Negras, el cual tiene lavas con edades del Pleistoceno Medio. Las nueve edades obtenidas para lavas y cuerpos subvolcánicos del CVEL caen en el intervalo 5,3 – 1,6 Ma, las que son concordantes con dos edades previamente publicadas. Efectivamente, al este de Pico Laco, Gardeweg y Ramírez [6] obtuvieron una edad K-Ar de  $2,0 \pm 0,3$  Ma y, posteriormente, Maksaev et al. [7] aportan una edad de trazas de fisión de apatita en magnetita con un valor de  $2.1 \pm 0.1$  Ma.

Los resultados revelan que la evolución del complejo volcánico ha tenido lugar en pulsos magmáticos durante el Plioceno inferior y superior-Pleistoceno inferior. Por su parte, pulsos magmáticos extrusivos de magnetita se presentarían en distintas etapas evolutivas del CVEL.

Las estructuras de lava y otros productos eruptivos hallados en las inmediaciones de la cima del volcán 5.009 son interpretadas como rasgos de interacción de lavas con hielo, lo que permite inferir un ambiente eruptivo subglacial. Esto concuerda con la presencia de depósitos anulares y laterales de morrenas inmediatamente bajo el sector aludido, lo que sugiere, a su vez, que parte de las estructuras del CVEL se desarrollaron durante glaciaciones del Plioceno Medio que, hasta ahora han sido reconocidas en el hemisferio norte [8, 9].

La alteración hidrotermal que muestra el CVEL es muy penetrativa y ha favorecido localmente la erosión. En consecuencia, las relaciones de contacto entre diferentes unidades de estructuras volcánicas han sido obliteradas, por lo que las dataciones radiométricas constituyen una buena herramienta para determinar la evolución del complejo volcánico.

### Conclusiones

El Complejo Volcánico El Laco (CVEL) muestra a lo menos seis centros de emisión de lavas principalmente andesíticas que se interdigitan con lavas y piroclastos de óxido de hierro. Nueve edades K-Ar indican que el complejo ha evolucionado desde el Plioceno temprano hasta el Pleistoceno Inferior a Medio, mediante diferentes estructuras volcánicas y en pulsos.

Las relaciones de contacto de diferentes unidades permiten inferir que el volcanismo de productos de óxido de hierro ha coexistido con las erupciones de lavas silicatadas en el complejo. Parte de la evolución del CVEL se habría llevado a cabo en un ambiente con profuso desarrollo glacial, contemporáneamente con las glaciaciones reconocidas en el hemisferio norte.



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

---

### Agradecimientos

Este trabajo es una contribución del Proyecto Fondecyt 1070428.

### Referencias

- [1] Park, C.F. Jr. (1961) A magnetite "flow" in northern Chile. *Economic Geology* vol. 56, 431-436.
- [2] Henríquez, F., Martín, R.F. (1978) Crystal-growth textures in magnetite flows and feeder dykes, El Laco, Chile. *Canadian Mineralogist* vol. 16, 581-589.
- [3] Nyström, J.O., Henríquez, F. (1994) Magmatic features of iron ores of the Kiruna type in Chile and Sweden: ore textures and magnetite geochemistry. *Economic Geology* vol. 89, 820-839.
- [4] Naslund, H.R., Henríquez, F., Nyström, J.O., Vivallo, W., Dobbs, F.M. (2002) Magmatic iron ores and associated mineralisation: example from the Chilean High Andes and Coastal Cordillera. In: Porter, T.M. (Ed.), Hydrothermal iron oxide copper-gold & related deposits: a global perspective, vol. 2. *PGC Publishing*, Adelaide, pp. 207-226.
- [5] Henríquez, F.; Naslund, R.; Nyström, J.O., Naranjo, J.A. (2004) Igneous textures in Magnetite eruptive products at El laco, Chile. *IAVCEI General Assembly*, Pucón 2004.
- [6] Gardeweg, M., Ramírez, C.F. (1985) Hoja Río Zapaleri, II Región de Antofagasta. *Servicio Nacional de Geología y Minería*, Carta Geológica de Chile N°66, escala 1:250.000, 89 p.
- [7] Maksaev, V., Gardeweg, M., Ramirez, C.F., Zentilli, M. (1988) Aplicación del método trazas de fisión (fission track) a la datación de cuerpos de magnetita de El Laco e Incahuasi en el Altiplano de la Región de Antofagasta. *Actas 5th Congreso Geológico Chileno* (Santiago) 1, B1-B23.
- [8] Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., Billups, K. (2001) Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science*, vol. 292, 686-693.
- [9] Lawrence, K., Liu, Z., Herbert, T.D. (2006) Evolution of the Eastern Tropical Pacific Through Plio-Pleistocene Glaciation. *Science*, vol. 312, 79-83.