

Estudio petrológico y mineralógico de la mineralización de Cu-(Ag) de tipo manto del prospecto Shaft 40 (Proyecto Minero Picachos, Chile)

Andrea Baza (1, 2, *), Rubén Piña (1), Lorena Ortega (1), Rosario Lunar (1), Isabel Fanlo (3)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España)

(2) Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà. Universitat de Barcelona, 08028, Barcelona (España)

(3) Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza, 50009, Zaragoza (España)

* Corresponding Author: a.baza@ucm.es / a.baza@ub.edu.

Palabras Clave: Depósitos tipo Manto, mineralización Cu-(Ag), petrografía, Cordillera de la Costa, Cretácico. | **Key Words:** Manto-type deposits, Cu-(Ag) mineralization, petrography, Coastal Range, Cretaceous.

INTRODUCCIÓN

El Proyecto Minero de Picachos (IV Región, Coquimbo, Chile) es una mineralización de Cu-(Ag) de tipo manto localizada en la Franja Cretácica de los Andes Centrales, y constituye un proyecto de exploración minera desarrollado por la empresa Herencia Resources. Cubre una superficie de unas 410 Ha y hasta la fecha se han definido 5 prospectos de Cu-(Ag), donde la mineralización de sulfuros y sulfosales tiene un claro control litológico y estructural, y aparece como cuerpos diseminados y vetas (Fig. 1a). Actualmente, en la zona se están llevando a cabo trabajos de explotación minera a pequeña escala, con una producción mensual que oscila entre 4000 y 10000 toneladas.

ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto está situado en la Cordillera de la Costa Chilena, 50 km al sudeste de la ciudad de La Serena. Los prospectos del Proyecto Picachos son los siguientes: Santa Rosa, Shaft 40, Leoncito, La Dura, Flor del Bosque y Rancho 4. Las rocas encajantes se corresponden con secuencias cretácicas representadas en este sector por la Formación Arqueros, que ha sido subdividida por Panca (2015) en una alternancia de secuencias marinas, que albergan la mineralización, secuencias ricas en chert, y brechas volcánicas, además de otras unidades volcano-sedimentarias e intrusivas. El entorno de Picachos está afectado por un sistema de fallas regional con orientación N-S, y otro sistema de fallas más local NW-SE, consideradas como vías de alimentación de los fluidos ricos en Cu y Ag. La mineralización está formada principalmente por sulfuros (pirita, calcopirita, bornita y calcosina) y sulfosales de Ag (tennantita), aunque se han descrito también mineralización de óxidos.

METODOLOGÍA

Este trabajo constituye el primer estudio científico en el área. Se han caracterizado las unidades encajantes y la mineralización mediante un estudio petrográfico detallado y análisis geoquímicos de uno de los sondeos realizados por la empresa Herencia Resources, el DDH14001. Este sondeo se localiza en el prospecto Shaft 40, el más interesante por las altas leyes obtenidas hasta la fecha (3.388 kt a 1.12% Cu y 9.62 g/t Ag). Se seleccionaron un total de 15 muestras, de las que se obtuvieron 21 láminas transparentes pulidas que fueron estudiadas mediante microscopía óptica (en luz transmitida y en luz reflejada), microscopía electrónica de barrido (MEB) y mediante la microsonda electrónica (ME). Para caracterizar la mineralización y geoquímica de la roca, también se han empleado otras técnicas analíticas como la difracción de rayos-X (DRX), la fluorescencia de rayos-X (FRX) y técnicas espectrométricas (ICP-Ms e ICP-OES). También se caracterizó el contenido de carbono orgánico total (TOC).

RESULTADOS

El sondeo DDH14001 representa dos litofacies de las descritas en el área: la Secuencia Marina de Picachos (Fig. 1b) y la Secuencia Rica en Chert I. Son unidades volcano-sedimentarias formadas por componentes sedimentarios detríticos y bioclásticos (carbonáticos y silíceos), y por componentes volcánicos piroclásticos, que alternan con pasadas más ricas en sílice o *bedded cherts*. Debido a la evidencia de elementos de distinta procedencia y composición se han clasificado según Zuffa (1980) como unidades de arenitas híbridas.

En estas unidades también se han identificado procesos diagenéticos (piritas framboidales, estilolitos y microfracturas; Fig. 1c), metamorfismo de enterramiento de grado bajo, y alteración hidrotermal propilítica, evidente por parches carbonáticos y diseminados de clorita. Respecto a la mineralización se han visto asociaciones algo distintas en ambas secuencias.

Secuencia Rica en Chert I (SRCI)

Petrográficamente, esta unidad presenta tanto facies masivas como bandeadas. La presencia de bioclastos es muy notable, principalmente espículas de esponja silíceas, foraminíferos, ostrácodos y bioclastos circulares similares a radiolarios y calcisferas. Los análisis de geoquímica total muestran altos contenidos en SiO₂ y CaO que oscilan entre 73% y 27.30%, y entre 37% y 11.31% respectivamente.

La mineralización se presenta en porcentajes similares entre diseminaciones y vetas. Los análisis químicos minerales no muestran diferencias entre ambos estilos de mineralización. La tennantita (Cu,Ag,Fe,Zn)₁₂As₄S₁₃ sólo ha sido observada en esta secuencia, aunque no muestra contenidos significativos en Ag (< 0.3%). La mineralización aparece con texturas muy llamativas, como calcopirita y bornita reemplazando bioclastos, e incluso pseudomorizando partes de la estructura interna de los mismos (Fig. 1d) en el caso de la calcopirita diseminados de calcopirita-bornita-tennantita, en agregados de granos alotriomorfos, con posibles texturas en caries entre tennantita y calcopirita, y texturas en coronas, con bornita rodeando a núcleos de calcopirita y posiblemente reemplazando a bioclastos.

Secuencia Marina de Picachos (SMP)

Se trata de una unidad de arenitas que sólo presenta facies masivas; además, los bioclastos no son tan abundantes como en la SRCI. Los análisis de geoquímica de roca total muestran que la sílice es el componente mayoritario (≈ 50% SiO₂) en esta secuencia.

La mineralización está caracterizada por diseminados de calcopirita, con cantidades menores de pirita. Los diseminados representan un 80-90% de la mineralización en esta secuencia, variando entre débil a muy intenso, siendo incluso una mineralización semi-masiva.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De acuerdo con la revisión de Hitzman *et al.* (2010), la formación de depósitos de Cu en rocas sedimentarias (*sediment-hosted copper deposits*) requiere la coincidencia de unos factores críticos: fuente de metales y azufre, salmueras capaces de presentar metales en disolución, factor hidrotermal que permita la movilización de esas salmueras y, por último, zonas favorables para la precipitación de sulfuros.

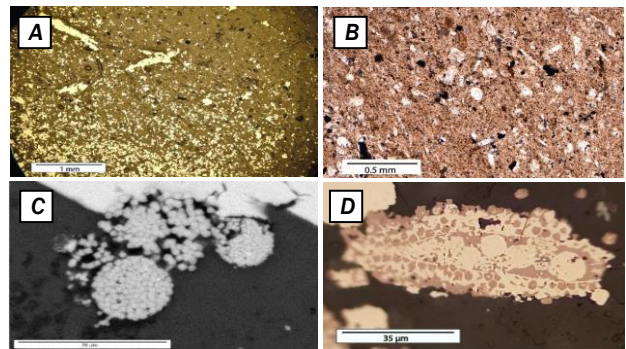


Fig 1. A) Aspecto de la mineralización diseminada y en vetas. B) Aspecto de la SMP. C) Imagen de Pirita framboidal tomada con MEB. D) Pseudomorización de un bioclasto.

Las unidades del prospecto Shaft 40 indican un ambiente marino transicional próximo a una zona volcánica. Este tipo de configuración es favorable para la formación de yacimientos tipo manto y, según se ha observado en este trabajo, estas condiciones favorables no se limitaron a las denominadas secuencias marinas por Panca (2015), sino que también incluyeron la Secuencia Rica en Chert I. El vulcanismo cogenético supuso una fuente de elementos como la sílice o el azufre, componentes esenciales en las capas ricas en *chert* y en las mineralizaciones respectivamente. Además, este vulcanismo aportó el calor necesario para activar el hidrotermalismo con fluidos mineralizadores ricos en distintos elementos (Fe, Cu, Pb...) que además alteraron las rocas por las que circulaban. La presencia de materia orgánica y de pirita y bornita framboidal (Fig. 1d) indican ambientes anóxicos y reductores (Sweeney y Kaplan, 1973), condición química favorable para la precipitación de los metales. El momento de la mineralización es impreciso, aunque el estudio petrográfico sugiere que los sulfuros se formaron en varios episodios, que incluyeron estadios diagenéticos y/o hidrotermales.

REFERENCIAS

- Hitzman, M. W., Selley, D., y Bull, S. (2010): Formation of sedimentary rock-hosted stratiform copper deposits through Earth history. *Economic Geology*, **105** (3): 627-639.
- Panca, F. (2015): Exploration program updates and drilling campaign results 214-II, Picachos Project, IV Region, Coquimbo, Chile. Technical Report. Herencia Resources, 75 pp.
- Zuffa, G.G. (1980): Hybrid Arenites: their composition and classification. *J. Sediment Petrology*, **50**: 21-29.
- Sweeney, R. E., y Kaplan, I. R. (1973): Pyrite framboid formation; laboratory synthesis and marine sediments. *Economic Geology*, **68**(5), 618-634.