



Estilos de mineralizaciones presentes en el Prospecto Agua Tapada, Complejo Volcánico Farallón Negro, Catamarca, Argentina

Ariana Carrazana^{*1}, Domingo Gimeno Torrente¹, Nicolás Montenegro²

¹Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona. Barcelona, 08028, España. ²Superintendencia de Geología, Mina Farallón Negro-Alto de la Blenda, YMAD. Catamarca, 4751, Argentina.

*email: ariana.carrazana@ub.edu

Resumen. El Prospecto Agua Tapada se asocia a cuerpos intrusivos subvolcánicos porfíricos no aflorantes de composición dacítica (sin y post-mineralización), emplazados en el interior de un domo volcánico con texturas de flujo (pre-mineralización) de igual composición. Las rocas de caja de todo el conjunto son andesitas. La intrusión de estos cuerpos estuvo acompañada de un importante evento de alteración hidrotermal que da como resultado un sistema constituido por un núcleo profundo de alteración potásica que grada hacia un extenso halo aflorante de alteración fílica y argílica intermedia. La alteración propilítica se desarrolla en el borde más externo. El Prospecto Agua Tapada es interpretado como un sistema tipo pórfido de Cu-Au con minerales predominantes tales como calcopirita, pirita, magnetita y oro en venillas capilares, diseminados y asociados a venillas de cuarzo. Superpuesto al evento de mineralización tipo pórfido se observan eventos de tipo epitermal de sulfuración intermedia con una mineralogía caracterizada por calcopirita, pirita, esfalerita, galena, sulfosales de plata y oro, en venillas de cuarzo y en menor medida carbonatos. Ambos estilos fueron estudiados con muestras de mano y de sondajes a través de análisis geoquímicos, petrografía, metalografía, estudios microtexturales y composicionales mediante SEM-EDS y geoquímica isotópica de elementos estables.

Palabras Claves: Agua Tapa, dacitas, pórfido Cu-Au, sulfuración intermedia.

1. Introducción

La zona de estudio se ubicada geográficamente en el Departamento Belén, Provincia de Catamarca, República Argentina. Sus coordenadas son 27°25' de latitud sur y 66°67' de longitud oeste. Agua Tapada, dista 60 Km al NO del departamento Andalgalá y 100 Km al NE de Belén. Se localiza en el sector NO de la mina Abel Peirano, a 2300 m.s.n.m. con una superficie de 344 Km² perteneciente a la empresa Yacimientos Mineros Agua de Dionisio (YMAD). El prospecto ocupa un área de 6.4 Km² y se localiza a 8 Km al NO de Bajo de la Alumbrera y 5 Km al N Farallón Negro-La Blenda (Carrazana, 2011). Forma parte del sistema mineralizado del Complejo Volcánico Farallón Negro (Figura 1), éste último relacionado a la evolución de un sistema magmático de volcanes andesíticos

desarrollados en una zona de debilidad cortical, asociado a cuerpos batolíticos de composición intermedia, donde se conjugan estructuras profundas de rumbo meridiano con estructuras este-oeste a noroeste, resultantes del cambio de inclinación de la placa oceánica que subduce bajo el continente sudamericano (Sasso y Clark, 1999). La actividad magmática asociada a la mineralización empezó hace unos 10 Ma y cesó hace 5 Ma, durante el Mioceno Superior. En su evolución se desarrollaron estratovolcanes, en cuya base se intruyeron apófisis de cuerpos intrusivos de mediana profundidad (pórfidos), a los que se asocia la mineralización metálica de cobre, oro y molibdeno. Estos cuerpos mineralizados conllevan alteración y mineralización de tipo cobre porfídico y mineralización distal epitermal aurífero-argentífera de baja sulfuración (Montenegro y Morales, 2004). Según Llambías (1970, 1972) la mineralización del distrito minero se divide en dos clases: la diseminada y la vetiforme. La mineralización diseminada del tipo cobre porfídico, presenta zonas de alteración hidrotermal ampliamente desarrolladas y se observa en los bajos (depresiones erosivas) de La Alumbrera, El Durazno, Las Pampitas, San Lucas, Agua Tapada, entre otros. La mineralización vetiforme consiste en filones de cuarzo y carbonatos que contienen mayormente minerales de oro, plata, y manganeso, representadas por las vetas de Farallón Negro, Los Viscos, Alto de la Blenda, Macho Muerto, Agua Tapada, Santo Domingo, La Josefá, Morro Bola, entre otros (Montenegro y Morales, 2004).

El objetivo de este trabajo es definir las asociaciones minerales (menas productivas y paragénesis de alteración hidrotermal) del Prospecto Agua Tapada como una primera valoración de su interés; mediante mapeo y muestreo superficial así como por estudios (mineralógico y geoquímico) de 2800 metros de sondeos de diamantina realizados en el año 2001 y 2010. La información expuesta en este trabajo forma parte de la Tesis de Máster de Carrazana (2011).

2. Contexto geológico de Agua Tapada

La geología de Agua Tapada está relacionada con cuerpos intrusivos subvolcánicos porfíricos no aflorantes de composición dacítica (sin y post-mineralización, P1-P2-

P3), emplazados en el interior de un domo volcánico con texturas de flujo (pre-mineralización, P0) de igual composición. Las rocas de caja están conformadas por rocas volcánicas y volcanoclásticas de composición andesítica (pre-mineralización), entre ellas: lavas, diques, piroclastitas y tufitas. Asociado a cada estadio de intrusión de los pórfidos se encuentran diferentes brechas (sin-mineralización, B1 y B2), algunas de las cuales están vinculadas al contacto entre pórfidos o están asimiladas dentro de éstos. A su vez se distingue una brecha de origen hidrotermal (B3) que corta a todas las dacitas. Diques tardíos de composición dacítica (post-mineralización P4-P5) completan la secuencia de intrusión emplazándose de forma discordante en todo el conjunto; algunos de estos diques tienden a intruirse de manera radial y anular. Se identificaron en Agua Tapada importantes eventos de alteración hidrotermal y mineralización asociada, dando como resultado un sistema tipo pórfido constituido por un núcleo profundo de alteración potásica detectado sólo por perforaciones, que grada hacia un extenso halo aflorante de alteración destructiva de feldespatos, representado por alteración filica y rodeado por alteración argílica intermedia. Sobreimpuesta a la alteración argílica intermedia se observa (sólo en superficie, y en sectores muy localizados) alteración argílica avanzada donde el domo dacítico presenta textura de sílice oquerosa residual (*vuggy sílica*). La alteración propilítica en el borde más externo del sistema hidrotermal, afecta principalmente a las rocas andesíticas. Otro tipo de alteración identificada en sondajes, es la silicificación, interpretada como un evento de alteración hidrotermal de menor temperatura “epitermal”. La alteración supergénica es muy incipiente, con limonita como único óxido representativo (Carrazana, 2011).

3. Estilos de mineralizaciones en Agua Tapada

Agua Tapada presenta una mineralogía predominante formada por calcopirita, pirita, magnetita y oro, diseminada, en venillas capilares y asociada a venillas de cuarzo; expuesta en muestras de sondajes de los intrusivos dacíticos. Se identificaron cuatro tipos de venillas características de los sistemas de pórfidos de cobre-oro. Venillas tipo M, A, B y D. Las venillas tipo “M” están representadas por Qz+Mt asociadas con una alteración sódica de las plagioclasas cálcicas (andesina a albita), biotita ± hornblenda ± piroxenos (Walshe, 2004). Esta paragénesis ha sido descrita en la petrografía de las rocas de Agua Tapada, principalmente en el pórfido dacítico de grano fino (P1), donde las venillas de magnetita (tipo M) son el rasgo distintivo y predominante, lo que permite distinguirlo de su encajante (domo dacítico, P0) y del pórfido dacítico de grano grueso (P2). Las venillas de tipo “A” se componen de cuarzo rosado y gris en ocasiones con magnetita diseminada en los bordes, y trazas de calcopirita diseminada en el interior, tienen paredes irregulares y

espesor variable, pero generalmente predominan las de 2 cm de espesor. Las venillas tipo “B” se componen de cuarzo gris y blanco de hasta 1cm; son continuas y de paredes paralelas, con sutura central de $Py \pm Mt \pm Cpy$. Tanto las venillas tipo A como B están asociadas a la alteración potásica. Las venillas tipo “D” están compuestas exclusivamente por Qz+Py, son algo irregulares y tienen un característico halo filico destructivo de feldespatos ($Ser + Qz$). Se observan también venillas capilares de pirita, venillas de yeso fibroso y venillas de carbonatos. Las últimas dos suelen cortar a las venillas tipo “D” (Figura 2).

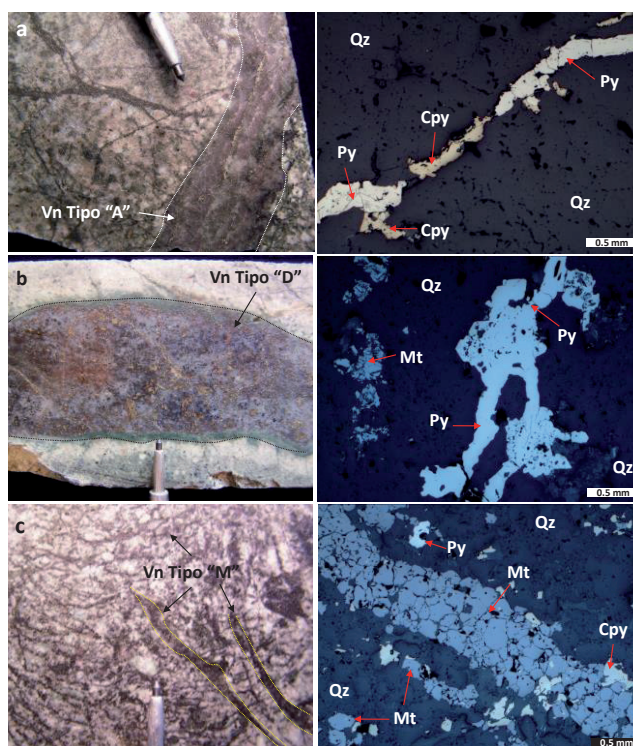


Figura 2: Mineralización tipo pórfido en muestras de sondajes a la izquierda. Tipos de Vn “A”, “D” y “M”. A la derecha la mineralogía de sulfuros y óxidos detallada mediante microscopio óptico (luz reflejada). La secuencia cronológica corresponde a Vn M y Vn A asociadas a los estadios de mayor temperatura. Las Vn D corresponden a etapas tardías de menor temperatura. Referencias: Qz-cuarzo. Cpy-calcopirita. Py-pirita. Mt-magnetita. Vn-venilla.

En la etapa de mineralizaciones de tipo pórfido se han identificado, mediante microscopio electrónico, minerales como ilmenita, magnetita con contenido de titanio, hematita sobre magnetita y abundante apatita asociada a zonas con fuerte magnetita y hornblenda. El oro identificado (10-5µm con contenido de Ag) según el espectro medido con SEM-EDS, podría definirse como electrum y se encuentra sobre calcopirita o en el contacto entre granos de magnetita-calcopirita (Figura 3). Superpuesto al evento de mineralización tipo pórfido se observa un proceso de mineralización epitermal de sulfuración intermedia con una mineralogía caracterizada por la presencia de calcopirita, pirita, esfalerita y galena, en venillas de cuarzo.

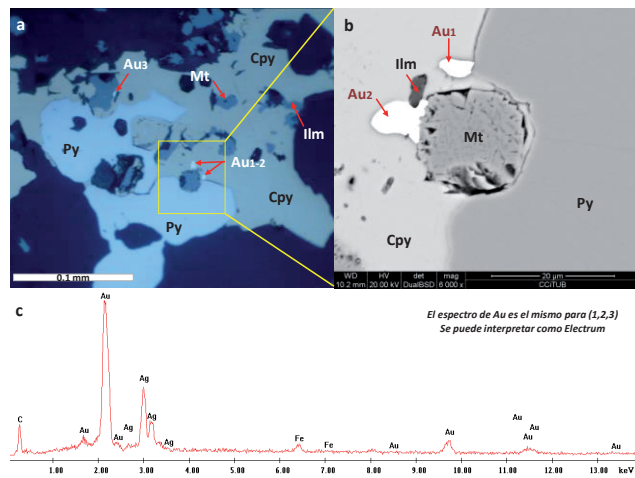


Figura 3: Mineralización tipo pórfido. a) Foto con microscopio óptico, cuadro amarillo corresponde a imagen en foto (b). b) Foto con SEM-EDS. c) Espectro cualitativo de oro con pico de plata (Au1-2-3: electrum). Referencias: Cpy-calcopirita. Ilm-ilmenita. Py-pirita. Mt-magnetita.

Las venillas epitermales se pueden dividir en 2 grandes grupos: venillas de cuarzo con sulfuros y venillas prácticamente de sulfuros masivos con muy escaso cuarzo (Figura 4). Éstas últimas Vn Sulf (Py+Cpy+Spl+Gn>>Qz) están caracterizadas por el predominio de pirita y calcopirita sobre esfalerita y galena. En estas venillas se ha identificado galena argentífera, mediante estudio con SEM-EDS. A su vez, las venillas en donde predomina el cuarzo, pueden agruparse en 3 tipos diferentes, según los sulfuros presentes en mayor proporción. De ello resulta la siguiente clasificación: Vn Qz 1 (Qz+Py>>Cpy), sulfuros tales como esfalerita y galena también se observan pero en mucha menor proporción. Vn Qz 2 (Qz+Py>>Spl), solo hay trazas de calcopirita además de los sulfuros principales. Vn Qz 3 (Qz+Spl+Gn>>Py±Cpy), la pirita y calcopirita está en mucha menor proporción, los sulfuros grises son de gran tamaño.

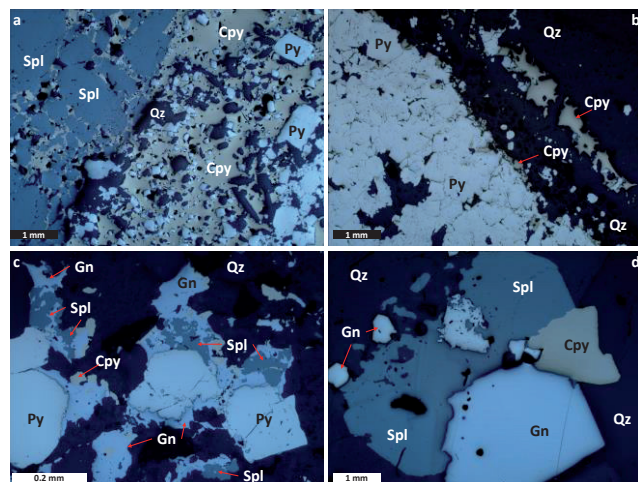


Figura 4: Estilos de venillas Epitermales de Agua Tapada, determinadas con microscopio óptico (luz reflejada). a) Vn Sulf masivos. b) Vn de Qz 1. c) Vn de Qz 2. d) Vn de Qz 3. Referencias: Cpy-calcopirita. Py-pirita. Spl-esfalerita. Gn-galena. Qz-cuarzo.

La determinación mediante SEM de mineralización epitermal se basó en la caracterización de sulfosales que contienen plata, bismuto, antimonio, cobre y arsénico, sumado a telururos que contienen plata, oro y antimonio. Las sulfosales se encuentran sobre calcopirita, pirita y galena, en fracturas de los cristales o en espacios vacíos entre los minerales. Es común encontrar las sulfosales de plata en el contacto entre los granos de pirita y calcopirita; en algunos granos también se observó plata nativa en los bordes del cristal de sulfosal. Los telururos se asocian principalmente a las sulfosales y están contenidos en ellas aparentemente como exoluciones. Según los elementos que componen los espectros se podría sugerir que los minerales pertenecen a los grupos de los sulfobismutidos como la Matildita, grupo de las sulfosales de plata como Pirargirita, Miargirita, Polibasita y a los telururos tales como Hessita, Calaverita, Silvanita, entre otros. El electrum sólo fue identificado con microscopio electrónico a diferencia del electrum presente en la mineralización tipo pórfido que podía ser identificado con microscopio óptico como grano de oro. El tamaño de la partícula de electrum no supera $1\mu\text{m}$ en el estadio epitermal (Figura 5). Para corroborar la paragénesis mineral de las sulfosales y telururos es necesario realizar análisis de difracción de rayos x.

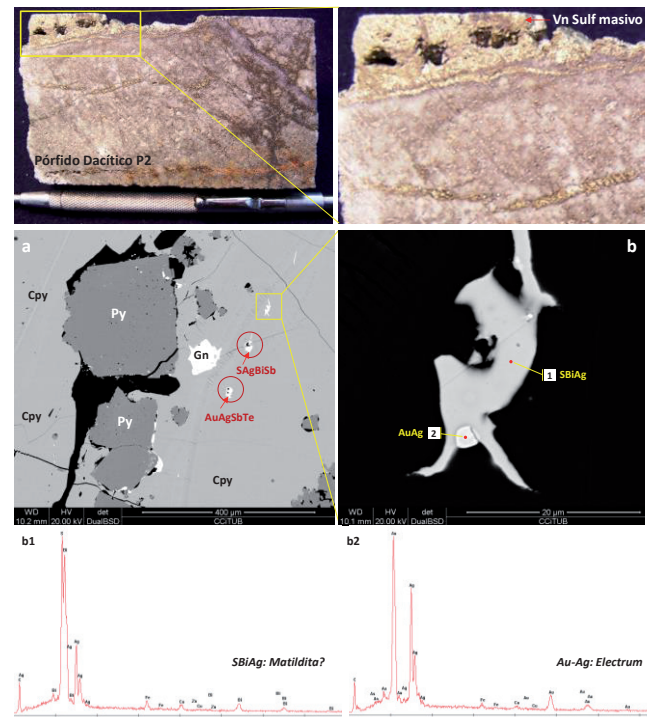


Figura 5: Venilla de Sulfuros Py+Cpy>>Qz en muestra de mano. Determinación cualitativa de mineralogía con SEM-EDS en: a) presencia de galena, sulfosales y telururos sobre calcopirita y en bordes de contacto con granos de pirita; b) detalle de una sulfosal de plata y bismuto sobre calcopirita, adosado un grano de electrum. b1 y b2 corresponden al espectro cualitativo SEM-EDS. Referencias: Py-pirita. Cpy-calcopirita. Gn-galena. Qz-cuarzo.

4. Conclusión

Agua Tapada es un sistema tipo pórfido de Cu-Au que se preserva en su totalidad (completo), es decir que no está afectado por procesos de erosión que permitan la exhumación de los intrusivos subvolcánicos; alcanzándose el núcleo de alteración potásica por debajo de los 300 metros de profundidad desde la superficie topográfica actual. Este pórfido presenta una mineralogía predominante formada por calcopirita, pirita, magnetita y oro (electrum); diseminada, en venillas capilares y asociada a venillas de cuarzo. Superpuesto al evento de mineralización tipo pórfido se observa un proceso de mineralización epitermal de sulfuración intermedia con una mineralogía caracterizada por la presencia de calcopirita, pirita, esfalerita, galena, sulfosales y telururos de oro y plata más electrum, en venillas de cuarzo y como venillas de sulfuros masivos. Los últimos pulsos de mineralización están asociados a venillas capilares de yeso fibroso y carbonatos que cortan toda la secuencia descrita anteriormente y que además pertenecen a pulsos estériles desde el punto de vista económico.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen a la empresa Yacimientos Mineros Agua de Dionisio (YMAD) Catamarca, Argentina por permitir la publicación de este trabajo. A los Serveis Científic Tècnics y Servei de Làmina Prima de la Universitat de Barcelona, donde se realizaron los estudios de SEM-EDS y a la empresa Minera Alumbreira Ltd. por financiar parte de estos estudios.

6. Bibliografía

- Bain N. 2001. Petrological and Geochemical Contribution to the Farallón Negro Volcanic Complex, NW-Argentina. Diploma thesis (M.Sc. - Unpublished) Swiss Federal Institute of Technology ETH Zürich. Department of Earth Sciences. Institute of Isotope Geology and Mineral Resources: 3-96 p.
- Carrazana A. 2011. Análisis petrológico, geoquímico y mineralógico del Proyecto Bajo Agua Tapada, Provincia de Catamarca, República Argentina. Tesis de Master (Unpublished). Universidad de Barcelona, Facultad de Geología. Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica: 46 p.
- Llambías E. 1972. Estructura del Grupo Volcánico Farallón Negro Catamarca, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica. Tomo XXVII, N° 2 (Abril-Junio, 1972) 61-169 p.
- Llambías E. 1970. Geología de los yacimientos mineros de Agua de Dionisio, provincia de Catamarca, República Argentina. Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología 1:2-32, Buenos Aires.
- Montenegro N. y Morales F. 2004. Guía de Campo. In Curso Latinoamericano UNESCO-SEG 2004. Yacimientos Mineros Aguas de Dionisio. 20 p. Catamarca, Argentina.
- Sasso A. y Clark A. 1999. El Grupo Farallón Negro: Evolución Magmática, Hidrotermal y Tectónica e Implicancias para la Metalogénesis de Cobre-Oro en el Retroarco Andino, Catamarca. In Recursos Minerales de la República Argentina. (Ed. E. O Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 3. Buenos Aires, Argentina.

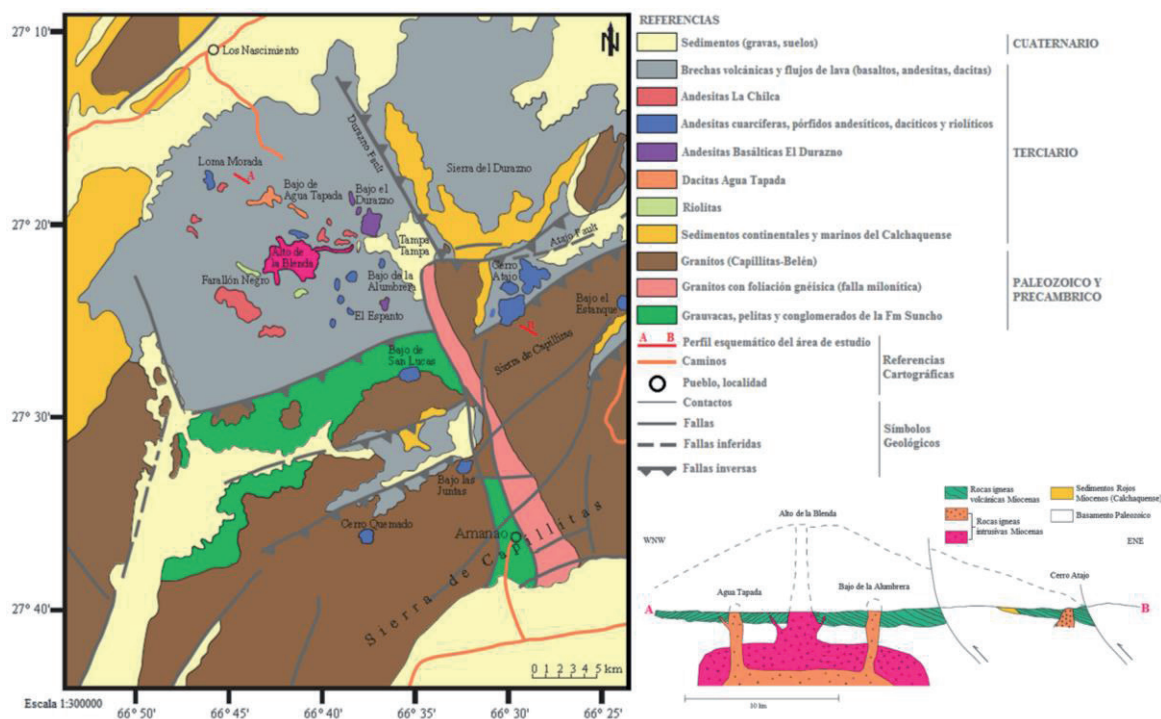


Figura 1: Ubicación de Agua Tapada en el contexto geológico del Complejo Volcánico Farallón Negro, Departamento Belén, Provincia de Catamarca, República Argentina. Tomado y modificado de Bain (2001).