

IX. DISCUSIÓN

Por su similitud con el yacimiento de Mulatos, el cual ha sido clasificado y reconocido previamente por varios autores, como el producto de un sistema epitermal de alta sulfuración (HS), entre ellos Staude, J.M., (2001) y Staude, J.G., (1994), se ha determinado que el proyecto La India pertenece al mismo tipo de sistema y que por lo tanto, es también un depósito epitermal de alta sulfuración. Pero, ¿qué evidencias geológicas nos aseguran y sostienen esta suposición? y ¿qué similitud y diferencias existen entre el depósito La India y otros de tipo HS?

Este yacimiento cuenta con múltiples características geológicas, las cuales pueden ser catalogadas como el producto de un sistema epitermal de alta sulfuración. Algunas de ellas son:

- 1) Secuencias de rocas volcánicas de composición intermedia a félsica como tobas y domos de edad terciaria relacionadas a un ambiente tectónico de subducción del tipo Margen Continental Activo.
- 2) El mineral de mena es oro con menores cantidades de plata y cobre. Los minerales de ganga se componen principalmente de sílice masivo de grano muy fino y sílice “vuggy” (oqueroso), barita, pirita, con ausencia de minerales carbonatados.
- 3) La alteración se presenta como un zoneamiento de sílice “vuggy” – Sílice Masivo - Alteración Argílica avanzada (S AI, SC) – Alteración Argílica y Propilitización
- 4) Los principales minerales de alteración son cuarzo, alunita, dickita, caolinita, illita y smectitas.

5) El control de mineralización es litológico y estructural, dando lugar a cuerpos irregulares y sub-estratificados, en ocasiones pequeñas vetas de cuarzo-hematita. zonas de cizalla y brechas hidrotermales.

Estas características también han sido mencionadas para otros depósitos de este tipo por Staude, J-M.G., (1994); Staude, J.M. (2001); Hedenquist, J.W., Arribas, A. Jr., Urien-Gonzalez, E., (2000); Lindgren, W., (1922); Sillitoe and Hedenquist (2003) y (Arribas, A jr., (1995), entre otros.

El estudio sistemático de la alteración utilizando la técnica de espectrometría de reflectancia SWIR, en el depósito La India, lleva a la determinación de 5 aspectos importantes que definen y se desarrollan en este tipo de depósitos: 1) Modelo de alteración y zoneamiento; Relación de Au vs. Alteración; 3) Profundidad; 4) Alunita K, Na y Ca; 5) Oxidación *supergénica*

1) Modelo de Alteración y Zoneamiento del proyecto La India

En la tabla 4 se muestran las diferentes zonas de alteración, que pudieron ser identificadas mediante la descripción de campo y el análisis con espectrómetro. Estas se encuentran dispuestas en un zoneamiento vertical, con un núcleo estratiforme de alteración sílice masivo (SM) y sílice masivo con alunita SM + Al de un espesor entre 10 – 30m, bordeado por zonas de alteración Argílica Avanzada (AA) y alteración argílica (A) con cloritización a débil propilitización en los bordes. Por observación de campo, a diferencia del núcleo de sílice, las demás zonas de alteración muestran un control tanto litológico como estructural. Se hallan presentes también, estructuras tabulares subverticales de sílice “vuggy” con espesores que

van desde varios centímetros hasta decenas de metros que son bordeadas por un halo de alteración sílice-dickita ó AA2 de no más de 5 m. La figura 32 es un modelo idealizado que muestra de forma esquemática la disposición y zoneamiento de las diferentes zonas de alteración y estructuras importantes.

2) Relación Au vs. Alteración

Por observación directa sobre mapas de alteración y anomalía de Au, además de la descripción geológica de muestras, se determinó que las zonas con alteración **AA1** se correlacionan mejor con valores de Au entre 0.3 a 3.0 ppm de Au, en su mayoría se hayan asociadas a zonas de brecha y oxidación moderada a fuerte. Una segunda zona de alteración que presenta una fuerte relación con mineralización de Au es la **AA2**, con fuerte brechamiento acompañado con una alteración SV moderada como es el caso de Cerro de Oro Norte y Cerro de Oro Este. Una tercera zona favorable se localiza en el área de Viruela, donde la alteración principal se identificó como AA3, esta zona presenta un moderado vetilleo de cuarzo-hematita. Por otro lado, los cuerpos estratiformes con alteración SM o SM + Al presentan valores de Au ligeramente anómalos, por debajo de 0.1 gr/t, cuyos valores pueden estar asociados a fracturas. Algunos afloramientos con alteración A2, son cortados por vetillas de cuarzo + óxidos, menores a 20 cm, en promedio de 0.5 – 1 cm de espesor.

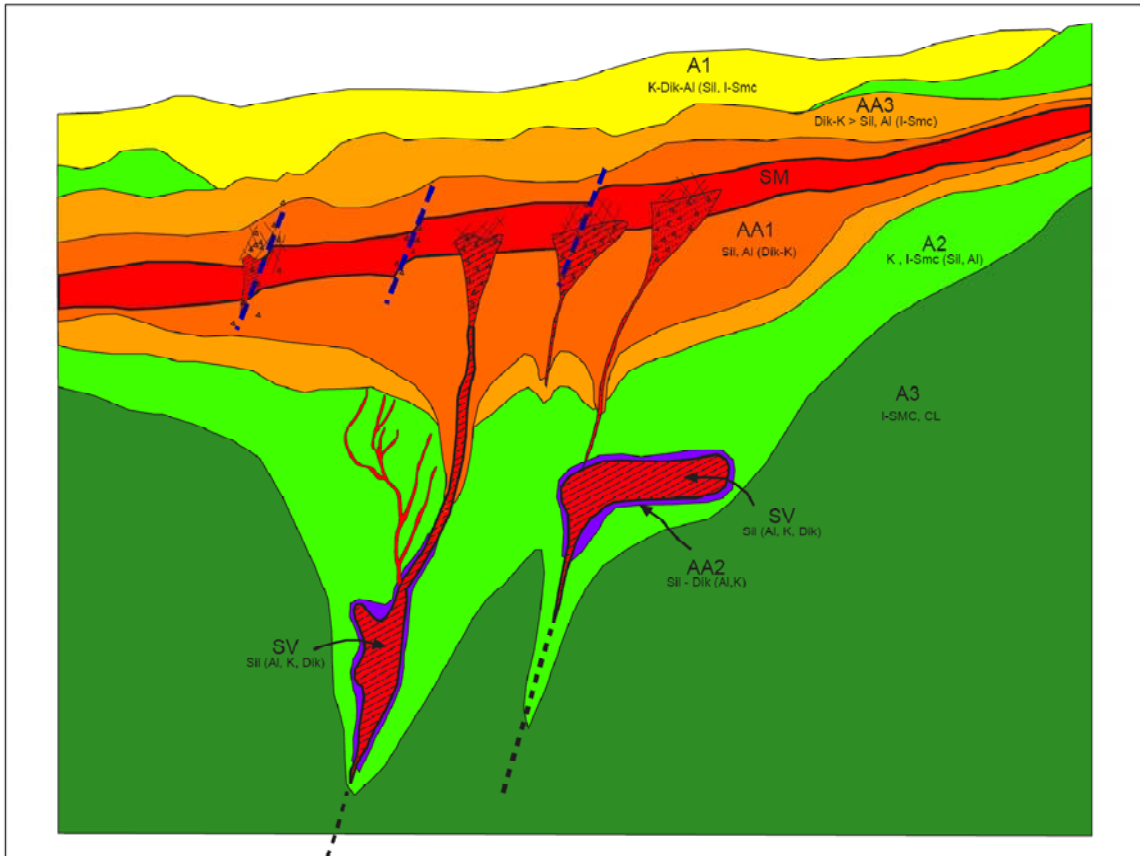


Figura 32. Sección del modelo de alteración idealizado sin escala que muestra las diferentes zonas de alteración. Proyecto La india Distrito minero Mulatos.

3) Profundidad de formación

De acuerdo a Corbett, (2002), la profundidad de formación en este tipo de depósito se puede estimar de acuerdo al arreglo mineralógico de alteración. El indica que *“En general, la alteración dominada por pirofilita-diásporo-dickita puede indicar condiciones de alta temperatura de formación mientras que, silicificación “pervasiva” (opalina, calcedonia) ó asociación de Caolinita-Alunita, son típicos arreglos de un sistema de menor temperatura que corresponde a niveles someros de formación”*.

De acuerdo con la figura 33 y considerando el párrafo anterior, se puede establecer que el sistema hidrotermal que dio origen a las diferentes zonas de alteración del área de estudio, corresponde a niveles de formación cercanos a la superficie. De todas las muestras analizadas con el espectrómetro no se identificó presencia alguna de pirofilita, por el contrario, sí se encontraron alunita y caolinita en la mayoría de las rocas analizadas. A partir de estas observaciones se sugiere que el depósito Mulatos donde la pirofilita es el principal mineral de alteración, corresponde a un sistema más profundo de formación y de mayor temperatura que el de La India.

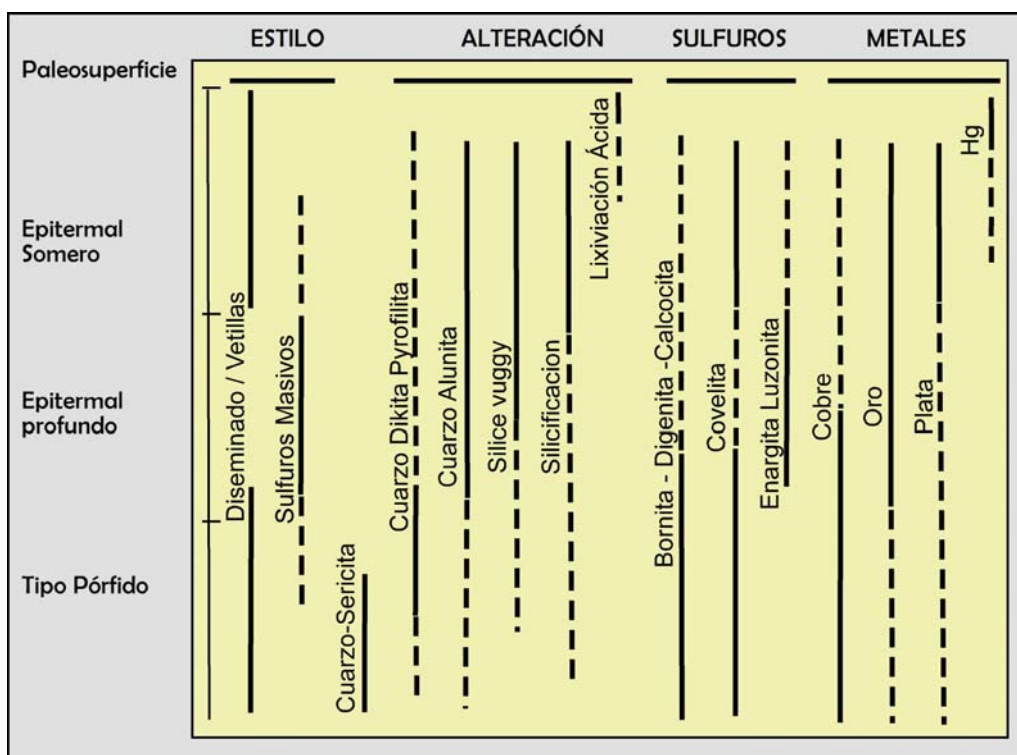


Figura 33. Principales características de zonamiento vertical de: estilo de mineralización, alteración, sulfuros y metales en sistemas de alta sulfuración (Sillitoe, 1999)

4) Alunita K, alunita Na y alunita Ca

Las variaciones químicas en el grupo de la alunita son manifestadas por cambios en la posición de los rasgos de absorción y la forma general del espectro, con valores que varían de ~1,478 nm para Alunita K y 1,496 para alunita Na, también Alunita Ca, figura 21. Las tres especies de alunita han sido identificadas en muestras de superficie y barrenos donde se observó que aquellas de composición más sódica (Na) están íntimamente asociadas con zonas mineralizadas. Mientras que alunita K se encuentra en vetillas, fracturas o reemplazando cristales. Sólo se han observado escasos afloramientos con alunita Ca.

5) Oxidación y alteración supergénica

El área ha sufrido procesos supergénicos que afectaron a la alteración pre existente. La oxidación y alteración supergénica es más reciente que la hidrotermal. De modo que las alteraciones presentes están enmascaradas por esta alteración supergénica.

Tanto jarosita, alunita y caolinita, pudieron ser identificadas con el espectrómetro y pueden ser minerales de alteración supérgena. Se observa alunita, de color amarillento a café claro en forma masiva o como porcelana, que forma vetillas irregulares y reemplaza fenocristales, en ocasiones asociada a caolinita, también se puede presentar como finas hojuelas o cristales. Sillitoe (1997) señaló que la ocurrencia de alunita en vetillas irregulares es característica de un origen supergénico y que algunas zonas con jarosita son producto de alteración de pirita,

que también nos indican la presencia de alteración supérgena. También las zonas con alteración de bajo grado como Illita, smectitas y clorita son susceptibles de ser caolinizadas de modo que las zonas de alteración hipogénica y supergénica que contienen caolinita pueden estar combinadas, Sillitoe, (1999)