



ANTECEDENTES Y MODELAMIENTO GEOLÓGICO DEL YACIMIENTO SUSANA, DISTRITO MINERO CAROLINA DE MICHILLA. II REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE.

JORGE ACEVEDO (*), HÉCTOR HERRERA (*), JORGE CAMACHO (*) y HUMBERTO ALFARO (*)

RESUMEN

El yacimiento Susana, se emplaza en rocas volcánicas de la Formación La Negra, en estrecha relación con cuerpos intrusivos del Batolito de la Costa. Este yacimiento, como sus similares en la franja de la Cordillera de la Costa, es conocido como volcanogénico, estratoligado o "tipo manto"(1). Presenta una mineralización cuprífera de mineralogía mixta, con importantes contenidos de Ag.

En este trabajo se entregan los antecedentes geológicos que permiten integrar los sectores de Lince, Estefanía y Susana, como un yacimiento (modelo genético), proponiendo tres etapas evolutivas principales.

INTRODUCCIÓN

El yacimiento cuprífero Susana, se localiza en el extremo nor-central del Distrito Minero Carolina de Michilla (DMCM), en el segmento de la Cordillera de la Costa, 120 Km al norte de la ciudad de Antofagasta (Fig. 1a).

El marco geológico distrital (Fig. 1b), está integrado por una secuencia volcano-clástica, con una potencia de 12.000 m (3), la cual se dispone con rumbo general N60°E y manteo de 40° al N; está constituida principalmente por flujos y brechas volcánicas andesíticas, con intercalaciones de tobas dacítico-riolíticas y felsarenitas; de edad Jurásica, pertenecientes a la Formación La Negra. La secuencia estratificada está intruida por stocks, apófisis y diques de composición intermedia, esencialmente dioritas, gabrodioritas y monzonitas; pertenecientes al Batolito de la Costa, de edad Jurásica-Cretácica Inferior; el emplazamiento y distribución de los cuerpos intrusivos presenta un marcado control estructural. Los últimos registros geológicos corresponden a depósitos sedimentarios no consolidados continentales y marinos, distribuidos en un rango de edad desde el Oligoceno al Cuaternario. El marco estructural está dominado por sistemas de fallas norte-sur (Mititus y Vinchuca); noreste (Tames, Muelle, Indio y Hornos); y un sistema noroeste, menos prominente.

CONTEXTO GEOLÓGICO DEL YACIMIENTO SUSANA

En el DMCM, el segmento de la Cordillera de la Costa se encuentra seccionado en bloques mayores de orientación norte-sur, alzados en los márgenes oriental y occidental, y un bloque

(*) MINERA MICHILLA S.A., Sucre 220 Of. 606, Antofagasta. FonoFax: 55-637520

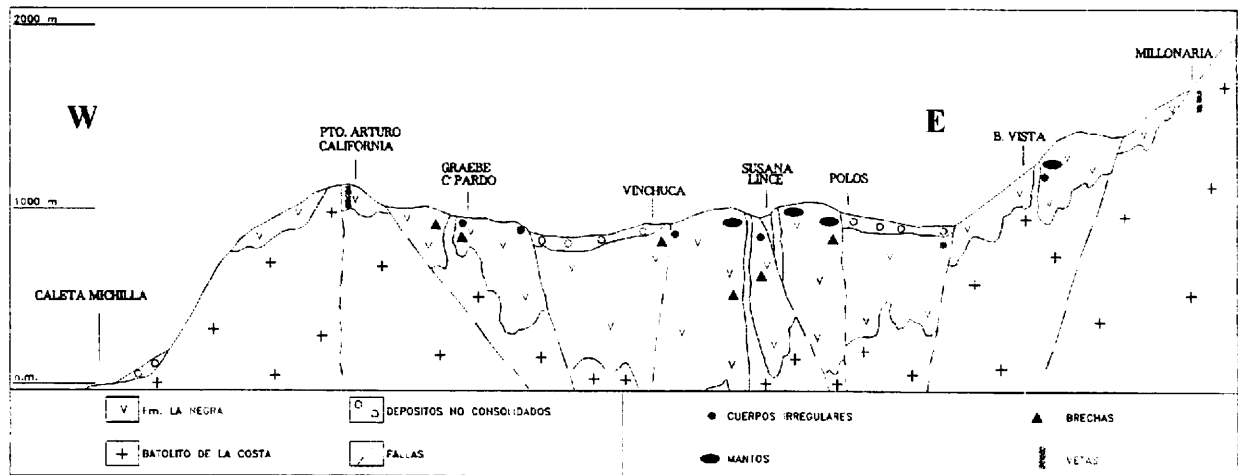


Fig. 2. Esquema de la distribución de los emplazamientos de mineralización.

intercalaciones de brechas y tobas andesíticas, de potencia variable entre 1m y 50 m. En la base de las volcanitas se emplaza un cuerpo intrusivo subvolcánico de carácter ocoítico, del orden de 300 m de potencia.

La falla Muelle es la mayor estructura asociada al depósito, tiene una expresión superficial de carácter distrital, con rumbo N65°E y manteo 55°al SE. Se ha determinado que la falla tuvo movimientos post-mineral de tipo normal-dextral con un importante salto (700 m?) en el manteo y de 200 m en el rumbo. Otros sistemas de fallas, cortan y desplazan, mediante rechazos normales, a todas las unidades geológicas, en magnitudes del orden de 10 m a 20 m.

Un stock gabrodiorítico intruye la pila volcánica, aflorando a ambos lados de la falla Muelle, por efecto de un movimiento normal-dextral. En el bloque pendiente, su sección en planta es elipsoidal, elongado en la dirección norte-sur, con el eje mayor de 200 m y menor de 100 m; presenta bordes irregulares y cae en profundidad con buzamiento de 70° al suroeste, hasta acuñarse contra la falla Muelle. En el bloque yacente, presenta la misma sección y disposición, pero sus contactos con las rocas volcánicas están controlados fuertemente por fallas; su distribución en profundidad es desconocida. Rodeando al stock gabrodiorítico, se dispone un cuerpo de brecha hidrotermal estéril denominado Susana, con fragmentos de andesitas y gabrodiorita en una matriz de agregado interfragmental fuertemente alterada por arcillas, con algo de clorita y epidota (2); presenta un ancho medio de 60 m, con contactos irregulares e interdigitalizados en niveles de brechas volcánicas y andesitas amigdaloidales. En profundidad, a partir del nivel 450, pierde continuidad y se subdivide en cuerpos menores e irregulares que tienden a ser lenticulares y concordantes con las volcanitas. En los flancos de la brecha Susana, se distribuye un cuerpo de brecha hidrotermal mineralizada, constituida por fragmentos de rocas andesíticas e intrusivas en una matriz fina de la misma composición y cementada por óxidos y sulfuros de cobre y hierro; tiene forma semi-anular con ancho variable entre 20 m y 30 m y una longitud de 170 m; representa una importante concentración de mineralización, con una zona superior de atacamita-crisocola y menores calcosina-covelina, una zona intermedia con predominio de calcosina sobre los óxidos, y una zona inferior de calcopirita-pirita; la mineralización se dispone como stock-work,

diseminación, en fracturas y poros, y como matriz de brecha. Asociada con la mineralización se distribuye una alteración dominada por silicificación y albitización.

La mayor concentración de mineralización está hospedada en las volcanitas y se distribuye en mantos, lentes y algunos cuerpos irregulares; conformando una envolvente al stock gabrodiorítico y brechas, de forma elipsoidal con un ancho variable de hasta 400 m y una longitud de 900 m. La mineralización se dispone como relleno de fracturas, vetillas, diseminación, en la matriz y clastos de brechas volcánicas, rellenando amígdalas y poros; presentando una zonación vertical con una sección superior de óxidos entre los niveles 850 y 500, una zona de mixtos entre los niveles 500 y 300, y una porción inferior de mineralogía primaria que alcanzaría hasta el nivel 0. Los mantos presentan potencias de entre 15 m a 20 m y pueden alcanzar hasta 100 m de corrida.

Un pórfido diorítico, de carácter subvolcánico, se distribuye por debajo del nivel 250 y en los márgenes del stock gabrodiorítico; presenta bordes irregulares y está interestratificado con las volcanitas. En profundidad, el pórfido diorítico grada a una brecha intrusiva constituida por clastos de pórfido y del cuerpo ocoítico, en una matriz diorítica mineralizada por calcosina-bornita-calcopirita.

MODELO GEOLÓGICO

Los procesos geológicos que permitieron la formación del yacimiento Susana, son considerados en una distribución espacial y de ocurrencia (4).

Etapa I (Fig. 3). Durante el desarrollo de la Formación La Negra, el material magmático evoluciona a una fase menos fluida generando la intrusión de un pórfido diorítico que se emplaza a través del ducto volcánico y luego lateralmente, desarrollando sills andesíticos de textura ocoítica. En este estadio, la columna litológica es afectada por un metamorfismo regional de bajo grado, que da lugar a la formación de epidota, clorita y calcita.

Posteriormente se habrían generado soluciones hidrotermales, producto del emplazamiento de un cuerpo hipabisal gabrodiorítico, relacionado al Batolito de la Costa. En una primera fase, la presión de fluido supera la presión litostática, generando actividad explosiva a través de conductos, en parte controlada por estructuras, provocando la brechización de las rocas volcánicas e intrusivas, desarrollando una brecha estéril (breccia pipe)(2). En una segunda fase, la brechización culminaría con una silicificación y albitización del sistema calcopirita, pirita y plata nativa); en los niveles porosos y permeables de las volcanitas (generando mantos) y cementando los clastos y matriz en los cuerpos de brechas, conformando la Brecha Mineral y la Brecha Intrusiva mineralizada.

Consecuentemente, en los niveles superiores de este sistema mineralizado, se produce la oxidación de las menas sulfuradas (depositando atacamita y crisocola), que en profundidad da paso a un horizonte poco desarrollado de enriquecimiento (covelina y calcosina). Probablemente en este mismo periodo, se sobreimpuso una alteración supérgena, cuyos minerales (yeso y limonitas) se depositaron en finas vetillas paralelas a la estratificación, rellenando cavidades en los mantos mineralizados y sellando fallas y fracturas abiertas.

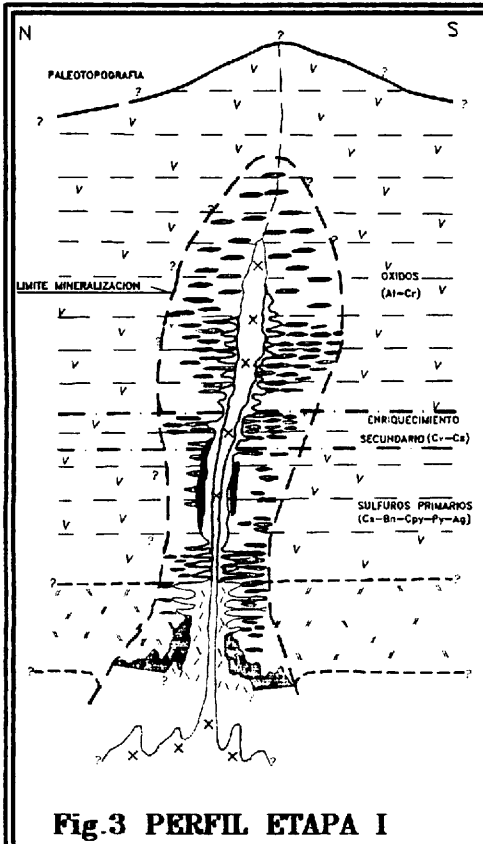


Fig.3 PERFIL ETAPA I

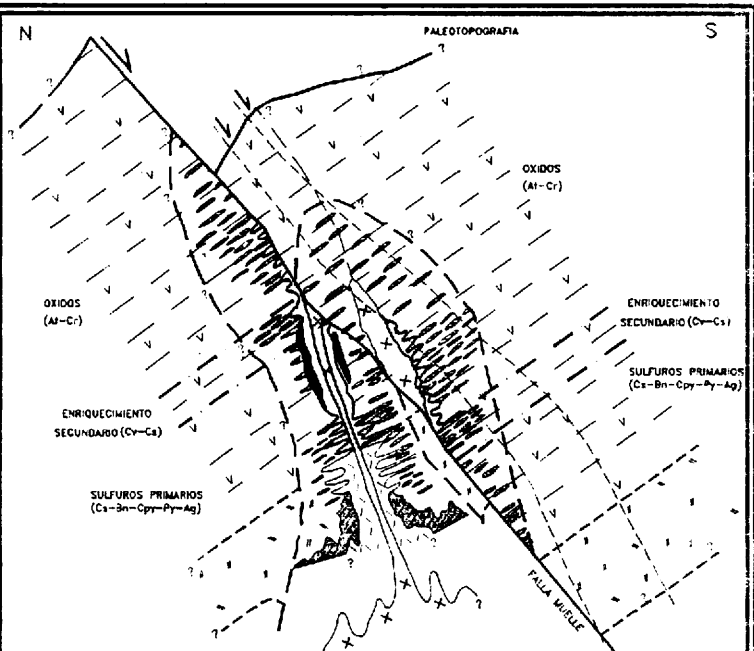


Fig.4 PERFIL ETAPA II

MODELO GEOLOGICO YACIMIENTO SUSANA

LEYENDA

- VOLCANTAS Fm. LA NEGRA
- PORFIDO DIORITICO
- ANDESITAS OCOITICAS
- INTRUSIVO GABRO-DIORITICO
- BRECHA HIDROTHERMAL ESTERIL
- BRECHA MINERAL
- BRECHA INTRUSIVA MINERALIZADA
- MANTOS
- FALLAS MENORES
QUIEBRES DIORITICOS-DACITICOS

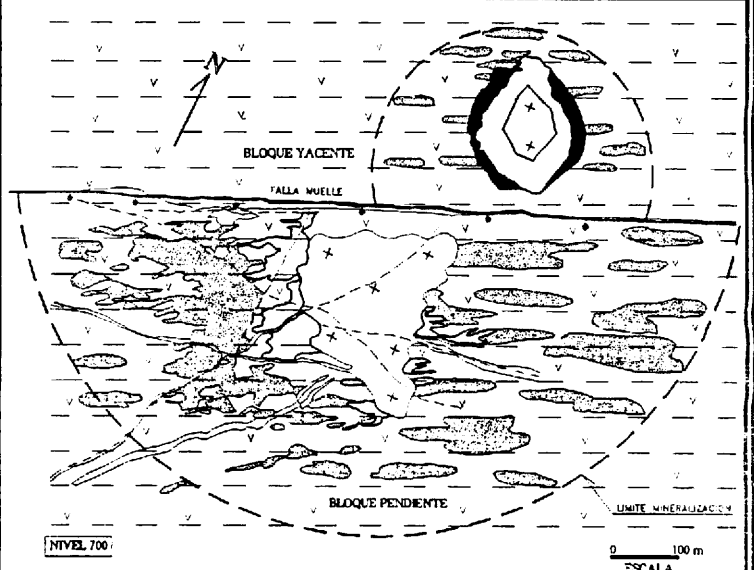
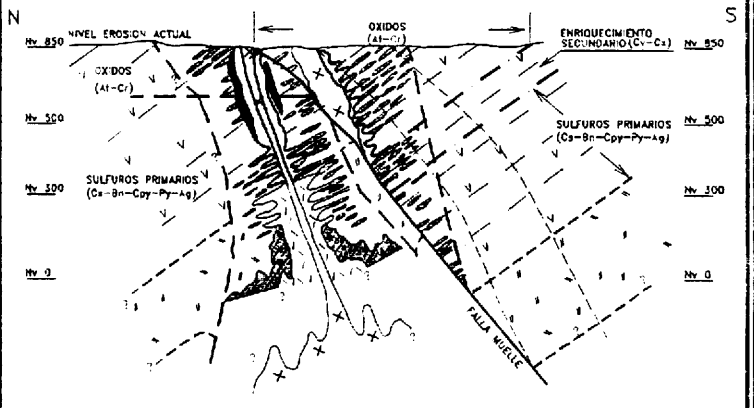


Fig.5 PERFIL Y PLANTA ETAPA III

DRIBUJO MARIO ROJAS M.

Por lo tanto, al finalizar esta etapa, el yacimiento Susana definía un volumen de área elíptica con un eje mayor de 1.200 m y menor de 700 m, con una columna de por lo menos 1.800 m de profundidad. Integrada, en su parte central, por un stock gabrodiorítico de forma tubular, rodeado anularmente por la brecha hidrotermal estéril, que en su periferia y en la parte superior del depósito aloja un conjunto de mantos con mineralización oxidada. En la porción media de la brecha estéril Susana, se encuentra adosada la Brecha Mineral, y se dispone un halo estrecho de mantos con mineralización sulfurada. Hacia abajo se encuentra una pila de mantos mineralizados, distribuidos alrededor del stock gabrodiorítico y de la brecha estéril. En la parte más profunda del depósito, se dispone la Brecha Intrusiva mineralizada, entre el pórfido diorítico y los cuerpos ocoíticos.

Etapa II (Fig. 4). En este estadio del complejo, y probablemente relacionado a los últimos eventos tectónicos de la Falla Atacama, se habría producido el basculamiento de 35° a 40° hacia el noroeste, del bloque central del distrito y posteriormente el fallamiento de tipo dextral-normal de la falla Muelle, provocando que la parte sur del depósito descendiera y se desplazara hacia el oeste. Simultáneamente se habrían generado sistemas de fallas normales escalonadas, subparalelas a la falla Muelle, por donde se canalizaron diques dioríticos y dacíticos.

Etapa III (Fig. 5). En esta etapa, por procesos de erosión sobre la zona superior del yacimiento en el bloque yacente, queda expuesto en superficie el techo de la brecha mineral, cuya mineralización sulfurada fue afectada por un segundo proceso de oxidación, pero a un nivel más somero.

Por lo tanto la geometría actual del depósito Susana es la consecuencia del movimiento post-mineralización de la falla Muelle, donde el bloque pendiente es la zona superior del sistema y el bloque yacente es la parte más profunda. Este hecho explicaría la posición que ocupan los elementos geológicos, que se encuentran a ambos lados de la falla y que en el pasado habrían estado unidos y conformaban un solo sistema mineralizado; actualmente seccionados como el stock gabrodiorítico, la brecha estéril, los cuerpos ocoíticos y la mineralización mantiforme.

REFERENCIAS

- (1) ESPINOZA, S. (1982). Definición del tipo "Diseminado infravolcánico de sulfuros de cobre", en actas II Congreso Geológico Chileno, p. E201-E219. Concepción, Chile.
- (2) SOTO, H. y DREYER, H. (1985). Geología de "Mina Susana". Un Yacimiento Novedoso en Carolina de Michilla. IV Congr. Geol. Chileno, Vol.2, 3/354-3/382. Antofagasta.
- (3) NIEMEYER, H., STANDEN, R. y VENEGAS, R. (1990). Proyecto Exploración Geológica Distrital, Geología del Distrito Minero Carolina de Michilla. Tomo I y II. Superintendencia de Geología, Cia. Minera Carolina de Michilla, 381 p. Inédito.
- (4) ACEVEDO, J. (1996). Informe Cierre Proyecto Estefanía. Minera Michilla S.A.. Superintendencia de Geología. 14p. Informe Interno. Inédito.