

## PRESENTACION

La presente investigación se realiza para dar cumplimiento con la Maestría de Geología y Gestión Ambiental de los recursos minerales, cursada entre los meses de marzo-julio del año 2007, en la Sede Iberoamericana Santa María La Rábida, de la Universidad Internacional de Andalucía. España.

La propuesta de esta investigación es abordar el estudio de la mineralización y relaciones texturales de mena y ganga en depósitos epitermales, mediante un ejemplo concreto vetiforme dentro del complejo volcánico Farallón Negro (CVFN), Departamento Belén, Provincia de Catamarca. República Argentina, actualmente de interés en la explotación por empresas estatales, donde el oro es el principal mineral económico.

Existen antecedentes suficientes de estudios sobre la génesis del yacimiento en el distrito minero, la mineralización predominantemente está formada por óxidos e hidróxidos de manganeso y de hierro, carbonatos con oro y plata. Las series de oxidación son idénticas en los yacimientos Farallón Negro y en Alto de la Blenda pero, existiendo en esta última mayor abundancia de Zn con la formación de calcofanita, mientras que Farallón Negro, más rica en K, más frecuente la pirolusita y criptomelano.

El estudio se ubica en el tramo intermedio a las vetas mencionadas y abarca el muestreo de superficie, el análisis e interpretación de la asociación de minerales oxidados de manganeso, y de hierro, su relación textural con la ganga, determinar la fase portadora y eventos que han soportado la mineralización, en un ambiente supergénico.

El sistema de vetas Filo Oeste y Encuentro están relacionados con manifestaciones póstumas del vulcanismo del mioceno, afectado por fracturas y posterior relleno de mineralización, que dieron lugar a la formación de una amplia serie de minerales secundarios con oro.

Se espera que la determinación de la mineralización, la relación mineralógica textural y paragénesis mineral de la mena y ganga dentro del sistema vetiforme, como así la complejidad de los oxidados conjuntamente con la metodología aplicada sea indicadora de la exploración y

proyección del yacimiento, y como guía didáctica a nuevos prospectos con características mineralógicas similares.

La metodología de trabajo empleada se llevó a cabo con las siguientes tareas principales: análisis de la bibliografía, trabajos de campo muestreo, descripción y mapeo complementada con trabajos de laboratorio en la preparación de secciones pulidas, reconocimiento de minerales y su relación textural, por microscopía de reflexión y establecer las condiciones genéticas de las vetas.

En cuanto a su estructura, el trabajo está organizado en siete capítulos a saber:

I.- Introducción, objetivos y metodología de trabajo, antecedentes, objetivos etc.

II.- Comprende el marco teórico de los depósitos epitermales

III.- Presenta la geología regional y local, y rasgos estructurales, ubicación de área de trabajo, características geográficas etc.

IV.- Comprende el estudio sistemático de la veta Filo Oeste y Encuentro, descripción macroscópico de muestras de campo correspondiente a trincheras.

El capítulo V describe la mineralización macroscópica, análisis e interpretación de distintos eventos o generaciones que comprendió la oxidación y presentación de microfotografías de las asociaciones minerales predominante, observados por microscopía de reflexión...

En el capítulo VI se hace mención de las texturas de relleno y reemplazo frecuentes en estos yacimientos, en referencia de la serie didáctica; Texturas de los depósitos minerales Malvicini, L ; Saulnier, ME; (1979) se incluyen cuadros de relación textural de la mineralización objeto de estudio.

El capítulo VII abarca las consideraciones genéticas de la zona de estudio.

Se concluye con el agradecimiento hacia aquellas personas y organismos que, de una u otra manera contribuyeron a la realización del presente trabajo, como así mismo se enumeran las referencias bibliográficas, como corolario se adjunta el anexo con mapa geológico, regional, de muestreo, etc.

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCION



En la provincia de Catamarca, en el extremo norte del ambiente morfoestructural de las Sierras Pampeanas, se emplazó a fines del Terciario el *Complejo Volcánico Farallón Negro* dando origen a depósitos epitermales. El *CVFN* es un estrato volcán erodado, con un sistema dominante de fracturas NW-SE, algunas de las cuales alojan vetas metalíferas epitermales de baja sulfuración, emplazadas en rocas de composición monzonítica que gradan de andesita a riolita integrando la zonación lateral de pórfidos de cobre del yacimiento Bajo La Alumbraera.

La mineralización predominantemente son, óxidos e hidróxidos de manganeso y de hierro, carbonatos con oro y plata. La presencia de manganeso en exceso para la ganga carbonática dio lugar a la precipitación de óxidos e hidróxidos de manganeso, los óxidos e hidróxidos de hierro producto de la alteración de pirita. Las series de oxidación son idénticas en Farallón Negro y en Alto de la Blenda pero, existiendo en esta última mayor abundancia de Zn con la formación de calcofanita, mientras que Farallón Negro, más rica en K, es más frecuente la pirolusita y criptomelano, ambas ubicadas en el mismo complejo vetiforme.

El proyecto de explotación minera se extiende al sudoeste del yacimiento Alto de la Blenda y colinda a un sistema de vetas orientados NW-SE se ramifican en otras de importancia económica, las Vetas Filo Oeste-Encuentro y a propuesta del proyecto minero, serán objeto de estudio en este trabajo.

Se han realizado numerosos trabajos de campo, por parte de la empresa; trincheras, mapeo y muestreo de superficie, la mineralización es muy variable en todo el yacimiento, en este sentido nuestro estudio pretende abordar el conocimiento de la mineralización, relación textural y correlación mineralógica de vetas existentes, resulte relevante su valoración y proyecte en beneficio del yacimiento.

## 1.2. ANTECEDENTES

Las reservas mineras de Aguas y Dionisio de YMAD, tiene sus orígenes en la década del '40 por el naturalista tucumano Abel Peirano, publica en los cuadernos de mineralogía y geología, y los pedimentos de cateo, transfiere a favor de la Universidad Nacional de Tucumán. En el año 1958 se aprueba la Ley Nacional N° 14.771 que crea a Yacimientos Mineros Agua de Dionisio (Y.M.A.D.) como zona de reserva de 34.398 Km<sup>2</sup> en el Distrito Hualfín, Departamento Belén. Provincia de Catamarca.

En la concesión minera se encuentran manifestaciones mineralizadas del tipo vetiforme, portadoras de minerales de manganeso, oro y plata. (Farallón Negro, Alto de la Blenda, Los Viscos, etc.) y tipo pórfido de cobre que contiene además, oro, plata, molibdeno (Bajo La Alumbreira, El Durazno, Las Pampitas, Bajo El Espanto, San Lucas, Agua Tapada, etc.).

Existen referencias históricas en la región minera, una vasta bibliografía sobre antiguas labores y destapes trabajadas desde épocas anteriores a la conquista española, como antecedentes de visitas geológicas de autores como Espeche, (1875); Sanchez Oviedo, (1882) y Hunicken, (1894).

Se destacan trabajos de geología regional de González Bonorino, (1948) sobre las unidades del basamento cristalino, las sedimentitas y las vulcanitas del terciario.

Quartino, (1960) caracterizo las unidades del complejo Farallón Negro en base a estudios petrográficas indicando su secuencia y los rasgos estructurales, diferencio el intrusivo monzonítico de Alto de la Blenda.

Estudios sobre la génesis de la veta Farallón Negro atribuyen un origen hipogénico a los óxidos e hidróxidos de manganeso, Sister (1956); Schalamuk y Nicolli, (1975).

Chomnales, (1957) realizó el estudio de 72 secciones pulidas de muestras procedentes de distintos lugares del distrito, una sola procedente de Alto de la Blenda, sobre los óxidos de manganeso por medio de ensayos de microquímica destaca las manifestaciones vetiformes del distrito de agua de Dionisio como epitermales, indica que los minerales de manganeso son producto de reemplazos de calcita a baja temperatura y un cuarzo (1) es el portador de oro, contemporáneo o casi contemporáneo con los óxidos de manganeso.

Malvicini y Llambias (1963) estudiaron la mineralogía y génesis de los minerales de manganeso y minerales asociados en Farallón Negro, Alto de la Blenda y los Viscos indican que son producto de la oxidación de carbonatos ricos en manganeso, con tres estadios de mineralización reconocidos en base a la estructura, textura y paragénesis de las vetas.

En 1963, Llambias estudia los carbonatos de Farallón negro, Alto de la Blenda y los Viscos por medio de análisis químicos, difracción de Rayos X, determinando tres generaciones de carbonatos.

Cortelezzi y Giobanbatista (1965) estudiaron en secciones pulidas de muestras minerales de manganeso de Farallón Negro, indicó que la manganita es primaria y a partir de ella por procesos de oxidación, se formaron los demás óxidos.

Brown (1987) realiza un estudio calcográfico de cuatro muestras de Alto la Blenda indicando que la pirolusita corresponde a la fase principal de óxidos de manganeso

Iglesias, Saavedra y Juárez (1987) estudiaron tres muestras de superficie de la veta Esperanza correspondiente a sectores silicios (techo de la veta), brechoso (intermedio) y carbonático (piso de la veta), mediante microsonda, microscopía óptica y electrónica en la que indicaba un aumento de minerales argentíferos en los niveles superiores

Finalmente se destacan los trabajos de exploración y desarrollo que fueron realizados íntegramente por la empresa en colaboración de JICA de Japón (1987-1991), los que aportan información sobre la estructura y mineralización de las vetas del complejo en base al desarrollo de niveles y a perforaciones.

### 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mineralogía aplicada al estudio técnico de los minerales mena o de cualquier sustancia de mineral de interés económico va dirigida a la obtención de los datos necesarios para el diseño del tratamiento mineral más adecuado y para saber del rendimiento económicos va a ser aceptable (Fander 1985, Jones 1987; Craig y Vugham 1994).

En los últimos años, YMAD ha centrado la explotación y beneficio en el mineral de Alto de la Blenda (predominantemente cincíferas) presenta variaciones en las respuestas mineralúrgicas con respecto a las series de oxidación de Farallón Negro (predominantemente potásicas).

En planta de tratamiento, el mineral proveniente de Farallón Negro es más fácil recuperar (oro), ya que se encuentra liberado debido a la oxidación. En la veta Alto de la Blenda, al estar más silicificada y el oro ocluido dentro de piritita la recuperación es más difícil, ya que se supone que el oro no se encuentra totalmente liberado. Estos son datos teóricos ya que no se hicieron estudios de detalle.

Los beneficios y datos de producción de 1987 (último año que se trataba el mineral de Farallón Negro) y 1992 (año de comienzo de alto de la Blenda), si bien se ha mantenido el tonelaje e iguales porcentajes en la recuperación, la producción de oro aumento moderadamente, la plata notablemente al doble, con aumento en el consumo de cianuro.

La factibilidad económica de un yacimiento depende en gran parte del conocimiento de la mineralogía, si es inadecuado redundan en altos costos o pérdidas en la recuperación de metales preciosos.

Como la complejidad de las menas, es bastante variada se evidencian en la distribución y abundancia del oro, la plata, sulfuros y sulfosales presente en vetas, condicionan la respuesta mineralúrgica, a dificultar el tratamiento y que la recuperación sea efectiva.

Se pretende investigar con mayor detenimiento 1) relación entre los diferentes minerales y/o sus asociaciones y/o sus gangas. 2) estadios de la mineralización, distintos eventos que la generaron 3) interpretación de características mineralógicas que permita el mejoramiento del proceso de molienda y del tratamiento mineral, si resultara su explotación.

## 1.4. JUSTIFICACIÓN

En la última década la explotación de las riquezas mineras de Catamarca se ha convertido en el principal recurso desde el punto de vista de la importancia económica por las grandes inversiones realizadas dentro de la provincia de Catamarca. Más de 20 empresas extranjeras están operando en la provincia, es decir que la presencia de grandes empresas en Catamarca representa el 35 por ciento de las empresas que actualmente trabajan en el país en el rubro minería, la inversión suma de 1.368 millones de dólares es la provincia la mayor inversión minera del país en proyectos metalíferos, compuestos en un 100 por ciento por capitales extranjeros.

Las reservas calculadas por la misión japonesa, JICA entre 1987 y 1991, estimaron la existencia de 1.940.000 tn de material con 5,99 g/tn de oro y 116,78 g/tn plata. El yacimiento alto de la Blenda produce oro y plata a partir de mineral de alta ley (6g/tn), a un ritmo de 32 a 35 kg de oro mensual y 300 a 400 kg plata /mes.

Este avance conlleva el desarrollo económico provincial y socio-económica local de comunidades que se encuentran en contacto directo con la actividad minera y áreas de influencia evidencian cambios de gran importancia. La migración interna provincial hacia la zona de ejecución de los proyectos mineros crea la necesidad de la construcción de hoteles, barrios, comedores, instalación de bancos, empresas de seguro, servicios técnicos especializados, mecánicos, etcétera. Esto se traduce en crecimiento y desarrollo urbano, sobre todo de la Región Oeste de Catamarca que hasta la fecha estuvo en un estado de estancamiento.

Catamarca comparte una amplia faja fronteriza con la República de Chile en comunicación el Paso de San Francisco como vía de salida al Océano Pacífico, el Tratado de Integración Minera entre ambos países, con el propósito de cooperación mutua para la disminución de costos operativos de los proyectos mineros con el aprovechamiento racional de los recursos e infraestructuras comunes a los dos países.

## 15.-OBJETIVOS

Contribuir con el estudio de las series de oxidación en depósitos epitermales de baja sulfuración, caracterizar las fases portadoras de la mineralización, mediante técnicas texturales por micro-observación, facilite su correlación dentro del CVFN y obtener criterios adecuados para el tratamiento mineral.

Perfeccionar una guía mineralógica de texturas de mena, ganga y alteración relacionados a yacimientos de baja sulfatación, sirva de referencias y aplicable a otros yacimientos similares de la región.

### **1.5.1- Objetivos específicos**

1.5.1.2. Recopilar la información necesaria de depósitos epitermales, mineralización, relación mena y/o ganga y/o alteración mineral.

1.5.1.3. Diagnóstico del área de trabajo, este componente busca identificar la situación geológica del área de estudio, situación problema teniendo en cuenta los antecedentes del yacimiento,

1.5.1.4. Caracterizar la estructura mineralizada de la zona de estudio. Muestreo en superficie e identificación de la mineralización en las trincheras.

1.5.1.5. Preparar probetas minerales y definir la mineralización mediante microscopía y otros métodos determinativos. Analizar las texturas de la mineralización presente, determinar las asociaciones minerales y su visualización con microfotografías.

1.5.1.6. Describir las texturas de relleno y reemplazo, realizar cuadros comparativos de las texturas más representativas.

1.5.1.7. Realizar conclusiones sobre la génesis de sistema Filo-Encuentro

## **16. -METODOLOGÍA DE TRABAJO A UTILIZAR**

El presente trabajo, se reconocen distintas etapas

### ***Etapas I gabinete: reconocimiento y planteamiento:***

La primera etapa consistió en el análisis del área de trabajo a nivel local, mediante recopilación bibliográfica, y visitas de carácter expeditivo. Se inicia el trabajo en el terreno con el planteamiento de la problemática observada en la planta de tratamiento, ante la variación mineralógica y efecto en el beneficio del tratamiento mineral. En esta fase previa fue importante un trabajo sobre revisión y búsqueda de material bibliográfico relacionado con publicaciones y revistas especializadas, pero fue más significativa la tarea realizada en el terreno en forma directa, complementado por el material facilitado por la empresa minera a través de su Departamento de Geología.

***Etapa II de campo, observación, descripción:*** Se realizaron campañas de observación, control y revisión de campo estudiando distintos aspectos

- Visita y reconocimiento de la vetas y relación al yacimiento
- Muestreo en superficie de trincheras, observación y descripción macroscópica de los minerales oxidados en la veta, la roca de caja y alteración mineral.
- Preparación de mapas de muestras.

***Etapa III laboratorio , interpretación:*** Es la parte final de la metodología consistió en a) preparación de muestras macroscópicas en base a las características texturales, para el mejor análisis e interpretación mineralógica, b) estudio calcoográfico de 30 muestras de superficie de vetas , siguiendo los métodos tradicionales de observación óptica de reflexión con el apoyo de microscopía electrónica , microsonda sobre 10 muestras enviadas a la Universidad de Huelva en España. c) determinaciones de minerales puntuales de carbonatos, óxidos de manganeso y a confirmaciones de la mineralización auroagéntifera y relación con la ganga presente. Las secciones pulidas fueron preparadas en la Universidad Nacional de Catamarca, Argentina y la de microsonda en la Universidad de Huelva, España.

***Etapa IV Presentación final.*** Comprendió la expresión escrita del trabajo, descripciones generales de los depósitos epitermales. Mineralogía, microfotografías, gráficos de relaciones texturales, análisis y correlación de la serie de oxidación supergénica vetiforme en el distrito minero, y las consideraciones finales observadas por el autor.

Cabe aclarar que la información geológica, mapas regional, local y datos de análisis químicos, ha sido facilitado por la empresa minera a través del Departamento de Geología de YMAD