

# Actividad Minera Artesanal en la Cuenca del río Chillón (Minería de Yangas - Canta) Región Lima

Boletín N° 9 Serie E

Minería



Edwin Loaiza Choque

Por:

Armando Galloso Carrasco



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero  
y Metalúrgico - INGEMMET



Dirección de Recursos Minerales y  
Energéticos

Lima, Perú  
2010

# Actividad Minera Artesanal en la Cuenca del río Chillón (Minería de Yangas - Canta) Región Lima

Boletín N° 9 Serie E  
Minería



Edwin Loaiza Choque

Por:

Armando Galloso Carrasco



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero  
y Metalúrgico - INGEMMET



Dirección de Recursos Minerales y  
Energéticos

Lima, Perú  
2010

## **Participantes del Laboratorio de Petromineralogía**

Leonor Ramírez Yataco

Rosa Elena Andrade Talledo

# Contenido

RESUMEN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
GENERALIDADES .....	3
<b>CAPÍTULO II</b>	
MARCO GEOLÓGICO .....	7
<b>CAPÍTULO III</b>	
ACTIVIDADES MINERAS ARTESANALES .....	11
<b>CAPÍTULO IV</b>	
LABORES MINERAS ARTESANALES VISITADAS .....	17
CONCLUSIONES .....	39
BIBLIOGRAFÍA .....	41
<b>ANEXO</b>	
RESUMEN DE ESTUDIO PETROMINERALÓGICO DE 5 MUESTRAS DE ROCA MINERÍA DE YANGAS (CANTA) Leonor Ramírez Yataco & Rosa Andrade Talledo .....	45

# LISTA DE MAPAS E ILUSTRACIONES

## **Mapas Escala 1: 200 000**

- Mapa 1 Mapa de ubicación del área de estudio.
- Mapa 2 Mapa geológico-minero de la zona central de la cuenca media del río Chillón.
- Mapa 3 Imágen satelital ASTER-color natural minero de la zona central de la cuenca media del río Chillón.
- Mapa 4 Mapa geológico-minero del cuadrángulo de Chosica (24-j).

## **Cuadros**

- Cuadro 4.1 Características Geológico-mineras de labores visitadas en Chosica-Canta.
- Cuadro 4.2 Resultados del análisis químico.
- Cuadro 4.3 Participación de los costos unitarios.
- Cuadro 4.4 Cuadro Resumen de costos de operación.
- Cuadro 4.5 Beneficio económico estimado para mineros de la zona de Lajas-Toropuquio.
- Cuadro 4.6 Resultados del análisis químico.
- Cuadro 4.7 Participación de los costos unitarios.
- Cuadro 4.8 Cuadro resumen de costos de operación.
- Cuadro 4.9 Beneficio económico estimado para mineros de Caracol N.º 1.
- Cuadro 4.10 Beneficio económico estimado para mineros de Caracol N.º 2.
- Cuadro 4.11 Resultados del análisis químico.
- Cuadro 4.12 Costos de operación por TM.
- Cuadro 4.13 Cuadro de costos de perforación neumática y voladura.
- Cuadro 4.14 Cuadro resumen de costos de operación.
- Cuadro 4.15 Beneficio económico estimado para mineros de la zona de Lomada.
- Cuadro 4.16 Resultados del análisis químico.
- Cuadro 4.17 Zona central de mayor concentración aurífera en actividad.
- Cuadro 4.18 Zona norte con posibilidades de concentración aurífera.
- Cuadro 4.19 Zona sur con posibilidades de concentración aurífera.

## **Fotografías**

- Foto 3.1 Camión preparado para accesos de difícil geografía se dispone al recojo de mineral, que previamente fue movilizadado en acémilas.

- Foto 3.2 Disposición de mineral de cobre. Lote de aproximadamente 8 TM.
- Foto 3.3 Reducción del tamaño del mineral con chancado manual. Se obtiene mineral de ½ pulgada.
- Foto 4.1 Se aprecia la disposición de campamentos al borde de la estructura mineralizada con predominancia de sulfuros con contenido de oro.
- Foto 4.2 Plataforma donde se dispone el mineral para ser transportado en camiones hacia las plantas concentradoras de Ica y Arequipa.
- Foto 4.3 Los trabajadores cuentan, por lo menos, con casco protector para operaciones de interior mina, atenuando el riesgo por caída de rocas.
- Foto 4.4 Mineros en etapa de reducción mecánica equipados con guantes y lentes de seguridad.
- Foto 4.5 Vista panorámica de las instalaciones de la mina Lajas, asentada al pie de las operaciones mineras en rocas intrusivas.
- Foto 4.6 Operaciones de mineros artesanales, en forma vertical con espaciamientos de 10 m aproximadamente, sobre veta de rumbo N 10° E y buzamiento subvertical.
- Foto 4.7 La hora de descanso, luego del almuerzo, es obligada. Mientras se reposa, los frentes son ventilados de manera natural, para luego continuar con la etapa de minado.
- Foto 4.8 Campamento de esteras alineado en dirección a la estructura mineralizada de cuarzo y oro, que se prolonga hacia la cresta del cerro.
- Foto 4.9 Veta de oro de 7 cm de potencia, con valores de 3 oz/TM de oro.
- Foto 4.10 Contexto de labor minera, muestra las áreas destinadas a almacenes y viviendas.
- Foto 4.11 Típica estructura mineraliza en ambiente de intrusivos.
- Foto 4.12 Estructura mineralizada en interior de la mina define claramente las rocas de caja, en ambiente de contacto.
- Foto 4.13 Minero artesanal con una mini batea, probando la concentración del mineral de oro, este mecanismo es regular para determinar la continuidad de los trabajos de explotación.
- Foto 4.14 Minero artesanal en plena tarea de preparación de tacos para el cargado de taladros con dinamita.

## RESUMEN

La zona de estudio se encuentra ubicada en el distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta, de la Región Lima, en la Carta Geográfica Nacional, comprende a la hoja de Chosica (24-j). La localidad más próxima es Yangas, capital del distrito y los operadores mineros artesanales se encuentran al este de Yangas, que corresponde a la cuenca del río Chillón. Esta cuenca limita por el norte con la cuenca de río Chancay-Huaral, por el sur con la cuenca del río Rímac, por el este con la cuenca del río Mantaro, y por el oeste con el litoral peruano y tiene un área de drenaje de 2 444 km<sup>2</sup>.

Yangas se encuentra en el flanco occidental de la Cordillera Occidental a una altura de 940 m.s.n.m. Tiene una población de 5 855 de habitantes que en su mayoría está ubicada en la zona rural (5 460 habitantes), de los cuales un número reducido se dedica a la minería. Esto explica que los mineros que se encuentran actualmente en la zona del ámbito de estudio (aproximadamente 2000) no son del lugar ni tampoco tienen permanencia en la zona de trabajo.

Geológicamente la zona de estudio se ubica en el segmento Lima del Batolito de la Costa que se caracteriza por tener mineralizaciones en vetas con cuarzo-oro-sulfuros, hospedadas en intrusivos del Cretácico Superior y controladas por fallas transcurrentes NO-SE.

Existen por lo menos 3 estructuras importantes en la zona de aproximadamente de 2 a 2,5 km de extensión e interespaciadas de 80 a 120 m, que van paralelas a la falla Chillón, sectores donde los mineros artesanales realizan sus trabajos de extracción. En el recorrido a la zona se pudo verificar 2 estructuras mineralizadas que se presentan entre las quebradas Yerba Buena y Río Seco. Estas estructuras mayormente afloran intermitentemente en una extensión de 2 km, aproximadamente con un rumbo N 30° E y buzamiento 75° NO, ancho de veta de 1,5 a 2,5 cm. y están rellenas por cuarzo lechoso, donde se aloja el oro. La roca caja la conforman rocas intrusivas que en contacto con la veta se encuentran fuertemente oxidados.

La mineralización en el área es principalmente de oro con valores altos, yacimiento de tipo vetillas, emplazadas en fallas normales. El

reporte de la Dirección de Catastro Minero del INGEMMET, respecto al distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta, muestra 63 derechos mineros titulados, 25 derechos mineros en trámite y 2 derechos mineros extinguidos, que hacen un total de 90 derechos mineros vigentes, hasta el 10 de agosto de 2009. Asimismo, en la zona de trabajo, se ha estimado más de 200 operaciones mineras artesanales.

Los mineros artesanales están organizados en asociaciones tales como Asociación de Mineros Artesanales Santa Rosa Toropuquio, Asociación de Pequeños Mineros Artesanales y Contratistas Chemito del Sur-Jicamarca. Sin embargo, las gestiones realizadas para conseguir la formalización se encuentran en niveles embrionarios. Existen muy pocos grupos que tienen niveles de organización donde cada integrante tiene una función específica dentro de la organización.

Las organizaciones de mineros están agremiadas en la Federación Nacional de Mineros Artesanales del Perú (FENAMARPE). Esta viene trabajando en perspectiva de la formalización a través de sus programas de capacitación en temas relacionados directamente al proceso productivo, aspectos legales, así como en la gestión empresarial. Las operaciones que desarrollan los mineros artesanales están definidas en función a la forma de explotación.

En la zona de estudio, los operadores mineros detectan los yacimientos aflorantes y los trabajan desde superficie, para luego continuar con labores subterráneas horizontales y verticales, llegando a profundizar a más de 80 m, siguiendo la estructura mineralizada. Luego de concluir con los trabajos de cateo e identificación del yacimiento, pero sin más caracterización que determinar la geometría y que por lo general son vetas de espesor reducido y alta ley (las vetas generalmente tienen de 1 y 10 cm, y leyes que varían de 0,5 a 3 oz/MT de oro), se determina el método de explotación. Sin embargo, debido a la falta de recursos económicos y conocimientos técnicos, los mineros artesanales desarrollan las operaciones siguiendo el cuerpo mineralizado, con herramientas básicas e intensa mano de obra.





# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### INTRODUCCIÓN

El incremento del precio de los metales ha propiciado el trabajo en minas o zonas que ahora se hacen económicas para su explotación. Especialistas en el tema han destacado algunas características de este interesante fenómeno. El comportamiento del oro, como un activo en sí, ha impresionado mucho en un momento en que tanto los títulos como los bonos se han mostrado débiles y las tasas de interés han registrado mínimos históricos.

Los metales base o industriales como el cobre, plomo, zinc, e incluso la plata, han tenido variaciones por la demanda de los mercados internacionales emergentes. El caso del oro es distinto, puesto que este metal se ha convertido en «moneda» alternativa al euro y al dólar americano. La situación de inseguridad en muchas partes del mundo y las bajas tasas de interés han atraído el interés por el oro.

La zona visitada está ocupada por mineros artesanales informales en una cantidad aproximada de 2 000, distribuidos en toda la parte ancha de la quebrada, junto a los afloramientos mineralizados.

El desarrollo y la metodología de trabajo es muy similar a lo que realizan los mineros artesanales del sur medio. Como los «campamentos» no cuentan con agua potabilizada, ésta debe ser transportada en bidones para el consumo doméstico; tampoco cuentan con energía eléctrica. Se puede observar la natural estructura familiar con mujeres y niños que participan en actividades colaterales o del hogar.

La zona involucra mayormente rocas de origen magmático (Batolito de la Costa) cuya edad corresponde al Cretáceo Superior (complejo Santa Rosa) y los volcánicos del Cretáceo Inferior (volcánicos Yangas), que hasta el momento solo se han definido como rocas encajonantes de estructuras mineralizadas.

En lo referente a la mineralización en este lugar, ésta corresponde principalmente a la presencia de oro (continuación de la franja cupro-aurífera Nasca-Ocoña) con algunos valores de cobre, de geometría filoniana, que provienen de procesos hidrotermales en el Batolito de la Costa. Todos estos sistemas están erosionados, los potenciales no son mayormente espectantes y además —en el caso de la minería artesanal— aporta ingresos económicos limitados.

En el curso de estos últimos años, y teniendo en consideración los precios actuales del oro, se ha dado un vuelco importante, sobre todo en lo referido a la zona de estudio, ya que se han localizado áreas interesantes para la prospección minera metálica.

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada en el distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta, en la Región Lima. La localidad más próxima es Yangas, capital del distrito.

Los centros mineros de los operadores artesanales se encuentran al este de Yangas, este distrito ocupa la parte media de la cuenca del río Chillón y se encuentra en la región Yunga.

La actividad minera se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del río Chillón. Esta cuenca se encuentra ubicada en la costa central del país, entre las coordenadas geográficas 11°20' y 12°00' de latitud sur y 76°24' y 77°10' de longitud oeste, y limita por el norte con la cuenca de río Chancay-Huaral, por el sur con la cuenca del río Rímac, por el este con la cuenca del río Mantaro, y por el oeste con el litoral peruano. Conforman la Región Lima y tiene una extensión o área de drenaje de 2 444 Km<sup>2</sup>. El 42% (1039 km<sup>2</sup>) corresponde a la cuenca húmeda, ubicada por encima de la cota de 2 500 m.s.n.m.

El río Chillón tiene sus nacientes en las inmediaciones del flanco occidental de la cordillera La Viuda, en las lagunas Pucracocha, Aguascocha y Chunchón, aproximadamente en la cota a 4 600 m.s.n.m. y discurre con rumbo generalizado de NE-SO. Sus afluentes más importantes son los ríos Yamacoto, Huancho, Ucaña y Quisquichaca.

El valle del río Chillón es el que tiene las mayores áreas cultivadas respecto a los tres valles de Lima. En la zona, se cultivan mayormente hortalizas con alta demanda de agua<sup>1</sup>. Asimismo, existen antecedentes históricos de cultivos de menor consumo de agua, como el maíz y el algodón, que en la actualidad han sido casi desplazados.

### UBICACIÓN

El área donde está concentrada la mayor parte de los mineros se ubica en la parte central de la costa peruana, que se extiende hasta las márgenes occidentales andinas. En la Carta Geográfica

Nacional, comprende a la hoja de Chosica (24-j). Políticamente pertenece al distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta (Región de Lima), cuya capital es Yangas. Corresponde a la cuenca hidrográfica del río Chillón. La zona de interés donde se desarrolla la explotación artesanal se enmarca dentro de las coordenadas UTM.

V <sub>1</sub>	8 728,000 N-336,000 E
V <sub>2</sub>	8 672,000 N-336,000 E
V <sub>3</sub>	8 672,000 N-282,000 E
V <sub>4</sub>	8 728,000 N-282,000 E

## ACCESIBILIDAD

El acceso desde Lima, como eje de comunicación, es la vía que va hacia Comas (Av. Túpac Amaru) y de esta hacia Canta, hasta el kilómetro 31,5.

Ruta	Tipo de Vía	Km
Lima-Vía Túpac Amaru	Vía asfaltada	22
Vía Túpac Amaru-Desvío Fdo. Cassinelli	Vía asfaltada	18
Fdo. Cassinelli-Zona Lajas	Trocha carrozable	29

Fuente: Elaboración propia.

## COMUNICACIÓN

Esta provincia se conecta con la capital principalmente a través de sus medios de comunicación: teléfono, algunos canales de televisión de señal abierta, la carretera Lima-Canta y algunas emisoras de las radios de cobertura nacional.

## CLIMA Y VEGETACIÓN

La provincia de Canta tiene un clima templado, seco y caluroso durante el día; presenta algo de frío durante la noche. La temperatura oscila entre los 11°C y 15°C en invierno, y entre 12°C y 20°C durante el resto del año. En esta provincia, la temporada de lluvias se inicia en diciembre y perdura hasta principios de abril.

Respecto a la vegetación se puede destacar a las plantas que se desarrollan de manera natural, entre estas tenemos a los eucaliptos,

el molle, la tara, los alizos, la salvia, los sauces, la grama, etc. En las partes altas, se tiene a los bosques de la puya de Raymondi, ~~abustos como bsquihuaes~~ *Buddleja incana*, los queñoales (*Polylepis spp.*), el junco, la paja brava, ente otros.

La cuenca del río Chillón tiene significativo espacio ecológico donde se cultivan frutas de manera permanente y transitoria.

Cultivos permanentes: chirimoyo, limón ácido, mandarina, mango, manzana, melocotonero-durazno, paca, palto, vegetal frutícula, vid.

Cultivos transitorios: ají, ajo, algodón, apio, arvejas, berenjena, betarraga, brócoli, caña de azúcar, calabaza, camote, carrizo, cebolla china, cebolla de cabeza, col, culantro, flores, frijol, lechuga, maca, maíz, nabo, pallar, papa, pepinillo, pimiento, plátano, tomate, yuca, zapallo.

## HIDROGRAFÍA

El río Chillón, que nace en la laguna de Chonta y tiene una trayectoria de 120 km, se localiza en las provincias de Canta y Lima de la Región de Lima. DIGESA, entidad facultada para el monitoreo, tiene establecido 14 estaciones a lo largo del río Chillón, desde la localidad de Huaros hasta la desembocadura en el océano Pacífico.

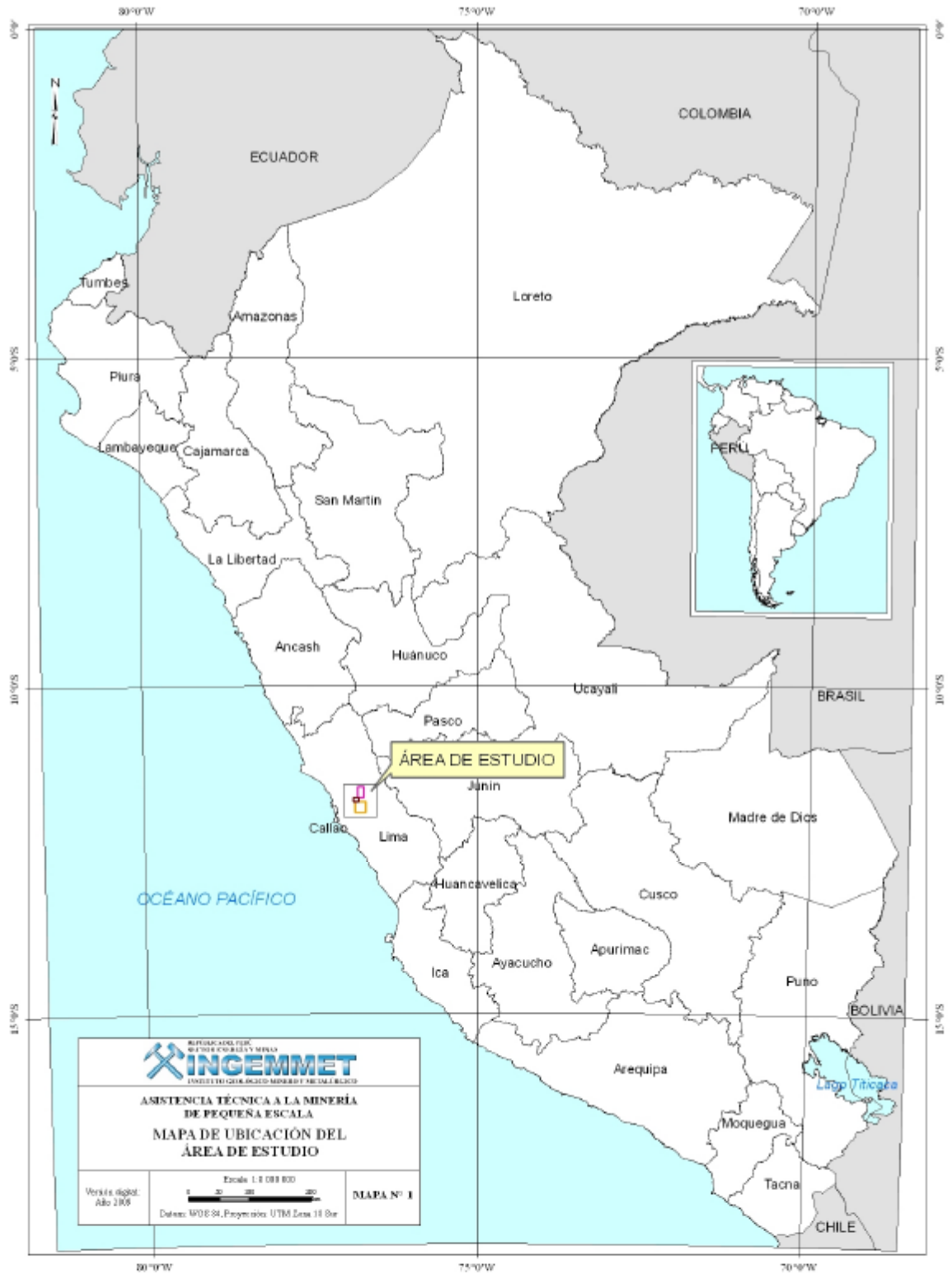
## GEOMORFOLOGÍA

El relieve de la cuenca del río Chillón presenta el aspecto típico de la mayoría de las cuencas de la costa, de forma alargada, fondo profundo y pendiente pronunciada, aguas arriba de la cuenca media; la fisiografía se presenta escarpada y abrupta, cortada frecuentemente por quebradas profundas. En dirección al océano Pacífico, la cuenca se encuentra enmarcada por cadenas de cerros cuyas cumbres presentan un sostenido y rápido descenso del nivel. En la parte baja de la cuenca, como resultado de la disminución brusca de la pendiente, se encuentra el valle que es una franja de territorio costero poco accidentada y ligeramente ondulada entre los Andes y el mar, donde se desarrollan cultivos de maíz y pan llevar.

## SITUACIÓN SOCIAL

El ámbito de estudio está situado en el área que comprende la provincia de Canta, en el sector que corresponde a Yangas. Tiene una extensión territorial de 1 687,29 km<sup>2</sup>, con una población de alrededor 5 800 habitantes. La mayoría de la población es rural (alrededor de 5 400), con predominancia del género masculino. Tiene una tasa de crecimiento poblacional intercensal de 0,6. La población tiene primaria completa o menos en 27,9%, alcanza una

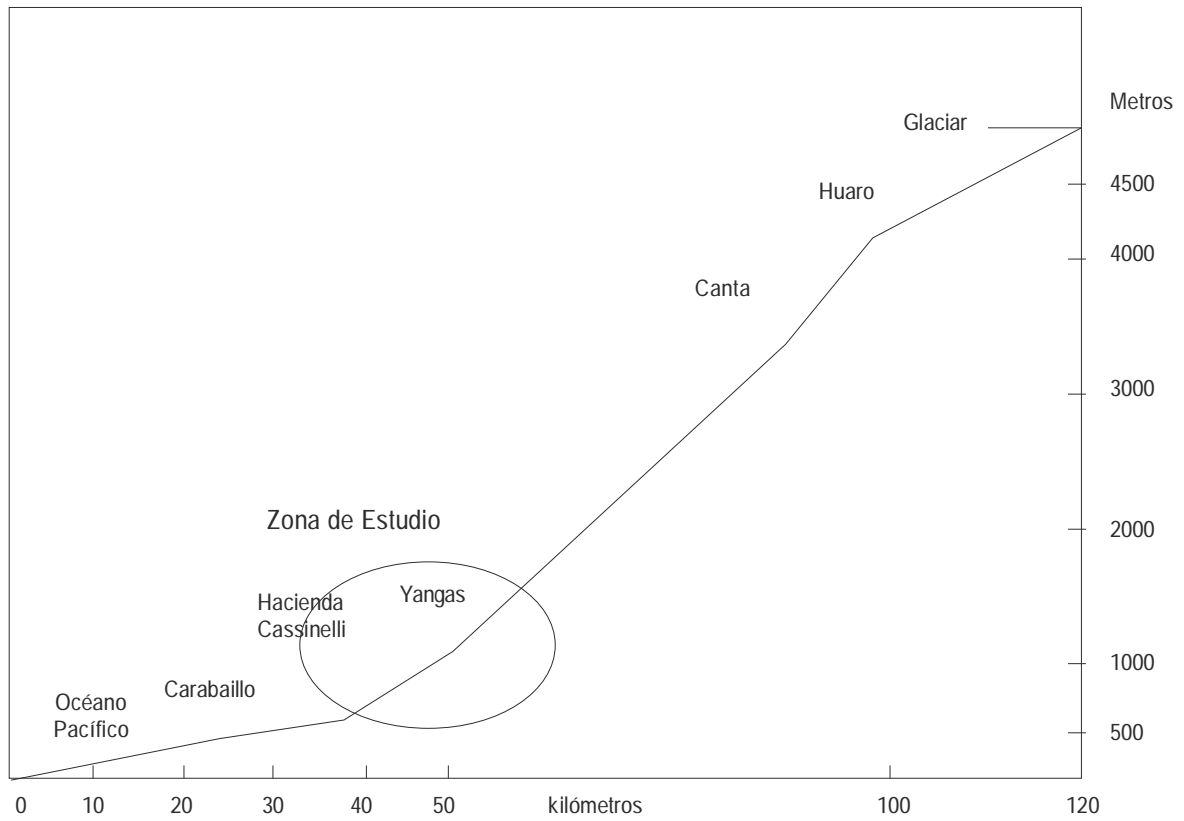
<sup>1</sup> Valcárcel M. & Cancino, I. (2000). Debate Agrario N° 31.



tasa de analfabetismo de 6,3. La mayoría de la población ocupada (78%) se dedica a la agricultura, el 63% de la población ocupada mayor de 15 años es asalariada, lo cual evidencia que hay jornaleros en trabajos agrícolas. De la población de Canta, un

número reducido se dedica a la minería, lo que evidencia que los mineros que se encuentran actualmente en la zona del ámbito de estudio no son del lugar ni tampoco tienen permanencia en la zona de trabajo.

### Sección Longitudinal del río Chillón



<sup>1</sup> Censo Nacional 2005.

# CAPÍTULO II

## MARCO GEOLÓGICO

### GEOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio, donde laboran los pequeños mineros y mineros artesanales, se enmarca en el segmento Lima del Batolito de la Costa, dentro de la franja metalogénica de depósitos de Au-Pb-Zn-Cu caracterizados por tener mineralizaciones en vetas con cuarzo-oro-sulfuros, hospedadas en intrusivos del Cretácico Superior y controladas por fallas transcurrentes NO-SE.

Transversalmente el Batolito de la Costa en el ámbito regional afloran principalmente rocas ígneas y sedimentarias, se han reconocido cuerpos subvolcánicos emplazados en forma de stocks y diques, resultado de manifestaciones del vulcanismo cretácico. La secuencia sedimentaria la conforman rocas del Cretáceo Inferior y Jurásico Superior (formaciones Yangas y Arahua), que corresponden a andesitas masivas, lodolitas, margas silicificadas con chert, y tobas blanquecinas, lutitas, areniscas, respectivamente.

Las rocas ígneas pertenecen a la superunidad Santa Rosa del Batolito de la Costa. Están constituidas por cuerpos tonalíticos-dioríticos y tonalíticos-granodioríticos, los cuales representan la mayor extensión dentro del área del segmento Lima, el mismo que se ha dividido a manera de subunidades en cuerpos oscuros (diorita-tonalitas) y cuerpos claros (tonalitas-granodioritas), que guardan cierta similitud en su textura y química con el segmento Arequipa.

En los intrusivos observados, en algunas labores de minería artesanal, se aprecia diorita xenolítica, la cual se le denomina dioritas oscuras. Estas muestran enclaves también oscuros, a manera de xenolitos, los que —según Pitcher W. (1979)— pueden deberse a un proceso de refusión en profundidad, o a procesos normales de diferenciación cristalina. Estos xenolitos aparecen en todo el Batolito de la Costa de sur a norte.

La zona que ha resultado de interés es la parte norte del cuadrángulo de Chosica, donde se puede observar la prolongación de una estructura geológica que la denominamos falla Chillón, la cual recorre aproximadamente 28 km de longitud en dirección SO-NE. Esta falla aparece a la altura del distrito de Yangas y recorre el río Chillón hasta las inmediaciones del caserío San José (borde superior del cuadrángulo de Chosica) y se

prolonga hasta el distrito de Huaros (pasando Canta), con un recorrido aproximado de 13 km de longitud.

En el valle del río Chillón, a lo largo de la carretera a Canta, existen estructuras con mineralización de cobre que en algunos casos cuentan con laboreo minero ya paralizado. Además se ha detectado una anomalía importante ubicada al este de Santa Rosa de Quives, denominada anomalía Huar-Huar con valores anómalos de oro (Estudio de la Franja N.º 4, 2005).

Existen por lo menos 3 estructuras importantes en la zona de aproximadamente de 2 a 2,5 km de extensión e interespaciadas de 80 a 120 m, que van paralelas a la falla Chillón, sectores donde los mineros artesanales realizan sus trabajos de extracción.

En el recorrido a la zona se pudo verificar 2 estructuras mineralizadas que se presentan entre las quebradas Yerba Buena y Río Seco. Estas estructuras mayormente afloran intermitentemente en una extensión de 2 km, aproximadamente con un rumbo N 30° E y buzamiento 75° NO, ancho de veta de 1,5 a 2,5 cm y están rellenas por cuarzo lechoso, donde se aloja el oro. La roca caja la conforman rocas intrusivas que en contacto con la veta se encuentran fuertemente oxidados. Hay presencia mínima de goethita y bornita.

### ESTRATIGRAFÍA

La estratigrafía del área de estudio se enmarca en la cuenca de Lima, la cual se ubica en el sector occidental y central del Perú. En dicha cuenca se distinguen cuatro ciclos sedimentarios, que comprenden desde el Jurásico hasta el Cretácico Superior.

La estratigrafía del área que comprende la hoja de Chosica está formada por:

#### Depósitos aluviales (Cuaternario Pleistoceno)

En el área que nos ocupa, estos se encuentran formando los conos deflectivos de los ríos Chancay, Rímac y Lurín, ostentando espesores del orden de decenas de metros, sobre los que se asientan los centros urbanos y agricultura, por lo que adquieren una significativa importancia para la región.

### **Depósitos fluviales (Cuaternario Pleistoceno)**

Estos depósitos están constituidos por materiales acarreados por los ríos que bajan de la vertiente occidental andina, cortando a las rocas terciarias, mesozoicas y el Batolito Costanero, tapizando el piso de los valles; una parte se ha depositado en el trayecto, y gran parte a lo largo y ancho de sus abanicos aluviales, dentro de ellos tenemos: aluviales pleistocénicos (más antiguos) y aluviales recientes.

### **Volcánico Huarochiri (Terciario Superior)**

Esta unidad consiste de tobas riolíticas y riódacíticas, seguidas por una alternancia de areniscas y limonitas tobáceas, con intercalaciones de aglomerados y tobas. Su grosor se estima en 600 m. Yace aparentemente en discordancia sobre la formación Millotingo, por lo que se considera de edad miocénica y se correlaciona con los volcánicos de la formación caudalosa de Huancavelica.

### **Volcánico Millotingo (Terciario Superior)**

Estos volcánicos se observan al este del cuadrángulo de Chosica, se componen mayormente de rocas volcánicas lávicas vinculadas a centros de emisión. Estas rocas son de composición andesítica, color verde a violáceo.

### **Volcánico Colqui (Terciario Inferior)**

Esta unidad corresponde a una secuencia volcánica sedimentaria que es concordante sobre el Grupo Rímac se expone al noreste del cuadrángulo de Chosica y lateralmente se adelgaza al sureste, para perderse al sur de Matucana y Huarochirí. Está constituida por lavas porfiríticas gris-verdosas a violáceas y algo brechoides.

### **Grupo Rímac (Terciario Inferior)**

Esta unidad se ha reconocido ampliamente en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental Andina en el cuadrángulo de Matucana y Huarochirí llegando a la parte Oriental de los cuadrángulos de Lurín y Chosica, depositándose en el Grupo Casma. En el cuadrángulo de Lurín y Chosica, este Grupo se manifiesta igualmente con una interposición de rocas volcánicas mayormente piroclásticas y sedimentarias que alteran a una coloración rojizo violácea muy característica.

### **Volcánico Quilmaná (Cretáceo Superior)**

Están constituidas por rocas piroclásticas y derrames andesíticos masivos con niveles de lavas de estructuras almohadillas y amigdaloides con intercalaciones esporádicas de arenisca volcánica.

### **Volcánico Huarangal (Cretáceo Superior)**

En el valle de Chillón, entre los cuadrángulos de Chancay y Cho-

sica, sobre las calizas Atocongo y en contacto normal, se continúa una secuencia volcánica clástica denominada formación Huarangal, en la que se puede reconocer tres niveles característicos, cuyos grosores son variables en cada localidad. Está constituida, en la base, por andesitas piroclásticas, lavas dacíticas gris verdosas porfiríticas con admigdalas de calcitas y piroxenos epidotizados de color verde botella.

En la parte media se ha reconocido andesitas piroclásticas gris verdosas, calizas margozas, cherts gris marrón, areniscas volcánicas. En la parte superior, se presentan aglomerados andesíticos-porfiríticos en bancos masivos, brechas piroclásticas-andesíticas.

### **Formación Atocongo (Cretáceo Inferior)**

En el valle del Chillón, entre la quebradas Garay, Quilca y Huanchipuerto (cuadrángulo de Chosica), se tiene una secuencia calcárea que descansa en contacto concordante y gradacional sobre la formación Pamplona, e infrayace a los volcánicos clásicos definidos en el cuadrángulo de Chancay como formación Huarangal (Vela, Ch., 1992 [inédito]), la misma que se le ha revelado como formación Atocongo por su similitud litológica con la localidad típica, así como por sus relaciones estratigráficas.

Está compuesto por bancos gruesos de calizas gris clara a beige, altamente alterada a silicificación por metamorfismo termal.

### **Formación Pamplona (Cretáceo Inferior)**

Está constituida por una secuencia de margas y lutitas en capas delgadas, calizas gris oscuras intercaladas con limonitas calcáreas y con laminación interna paralela. Aflora entre Zapallal y Piedras Gordas, en el cuadrángulo de Chancay, con un grosor promedio de 400 m y su edad va del Valanginiense Tardío hasta el Hauteriviense Temprano.

### **Volcánico Yangas (Cretáceo Inferior)**

Se denomina así a una serie volcánica-sedimentaria donde predominan mayormente rocas volcánicas, se observa en las inmediaciones del pueblo de Yangas.

Es una secuencia gruesa constituida por lavas andesíticas masivas, lodositas y margas silicificadas conteniendo chert blanco y oscuro, a diferentes niveles se intercalan limonitas endurecidas en la parte superior, areniscas de grano fino de coloración gris a negro, así como limonitas tobáceas. Se le atribuye edad Cretáceo inferior.

### **Formación Arahua (Jurásico)**

Se denomina así a una serie de volcánica-sedimentaria, donde predominan mayormente rocas volcánicas, se observa en las inmediaciones del pueblo de Yangas.

Consiste de una secuencia gruesa constituida por lavas andesíticas masivas, lodositas y margas silicificadas, que contienen chert blanco y oscuro; a diferentes niveles se intercalan limonitas endurecidas en la parte superior, areniscas de grano fino de coloración gris a negro, así como limonitas tobáceas. Se le atribuye edad Cretáceo Inferior.

## ROCAS INTRUSIVAS

### Diorita

Presentan textura holocristalina, resaltando las plagioclasas en un proporción que llega de 80% a 85% así como hornblendas entre 5% y 10%; asimismo muestran adiciones de cuarzo en los contactos con las tonalitas de la superunidad Santa Rosa, así como calcita allí donde intruye a las secuencias calcáreas produciendo produciendo la alteración de las hornblenda o del material carbonatado.

La Diorita Xenolítica, son dioritas oscuras que muestran enclaves también oscuros, a manera de Xenolitos, los que —según Pitcher W. (1979)— puede deberse a un proceso de refusión en profundidad, o a procesos normales de diferenciación cristalina. Estos Xenolitos se muestran como fragmentos de roca volcánica incrustado en el Batolito, también se presenta en las granodioritas y tonalitas del segmento Lima.

### Andesita

Estos cuerpos intrusivos menores, subvolcánicos, constituyen un complejo de diques, sills o stocks que constituyen a las unidades volcánicas-sedimentarias del Terciario Inferior, causando cierto halo de alteración, asimismo intruyen a los cuerpos del batolito. Uno de estos cuerpos de composición andesítica y de regular dimensión es el que aflora en la carretera Central, a la altura de Tornamesa, prolongándose con dirección noroeste hasta el cerro Canchacalla, intruyendo al Grupo Rímac. Se trata de una roca andesita oscura a gris verdosa porfiróide.

### Superunidad Granito

Los cuerpos graníticos potásicos son cuerpos menores por su coloración rosada debido a la ortosa, constituyendo a stocks que intruyen a las dioritas y tonalitas, granodioritas Santa Rosa y Tiabaya.

### Tonalita-diorita (Santa Rosa rocas oscuras)

Estos cuerpos se presentan constituyendo la parte central de esta superfamilia, con un marcado color oscuro. Las rocas presentan un color gris oscuro, textura holocristalina de grano medio variando a grueso y destacando las plagioclasas blancas dentro de una masa oscura.

### Gabro-diorita

El principal cuerpo gabroide ocurre en el cerro Colorado al sureste

de Lima, entre Atocongo, La Molina y la quebrada Manchay. Presenta en sus partes marginales gradación a una diorita básica de color oscuro por los ferromagnesianos que contiene y que la hacen diferente a las dioritas de las otras superfamilias, y muestra en su parte interna variaciones complejas de anfíboles y piroxenos.

### Dolerita

Estos intrusivos en el cuadrángulo de Chosica se han reconocido en la parte suroeste, presentándose en algunos apófisis en forma muy escasa. Pertenece al Cretáceo Medio Superior.

## GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área de estudio se enmarca dentro del cuadro morfotectónico de la costa y el borde occidental andino. Ha sido afectada por una tectónica polifásica desarrollada durante la orogénesis andina, la misma que dio lugar a una deformación con plegamientos y rupturas.

En el sector este del cuadrángulo de Chosica (borde occidental andino) las rocas mesozoicas se encuentran igualmente afectadas por la tectónica andina que se manifiesta en el área desde fines del cretáceo. Se caracteriza por ser una fase tectónica de compresión, con sus ejes de acortamiento (presión) en dirección NE-SO.

El desarrollo estructural en el Cretáceo Superior ha continuado en el Terciario Inferior con una fase compresiva, que genera fallamiento y fracturamiento transversal. Ello ha afectado al batolito y plegado las unidades estratigráficas mesozoicas del borde occidental andino, estableciéndose una superficie de erosión en los volcánicos plegados del Cretáceo, sobre la cual se depositaron nuevos sedimentos y gruesas secuencias de piroclásticos dacíticos andesíticos y lavas (Grupo Calipuy).

## GEOLOGÍA ECONÓMICA

La mineralización que más predomina es la polimetálica aurífera. Se extienden además manifestaciones vetiformes esporádicas de cobre de tipo mesotermal.

La mineralización en el área es principalmente de oro con valores altos, yacimiento de tipo vetillas, que ocurren mayormente como sistemas erosionados posiblemente con grandes potenciales.

El área presenta dos lineamientos principales, María Teresa, que pasa al SE-NO del Cuadrángulo de Chosica (24-j) y el otro lineamiento SE-NO denominado Izcaycruz-Yauli, ambos paralelos donde están distribuidos mayormente los yacimientos de polimetálicos, oro, cobre, plata y otros elementos.

El área en sí corresponde a un depósito con contenido de oro, epigenético, que se emplaza en fallas normales, cuyas soluciones mineralizantes han formado un depósito de origen hidrotermal de tipo filón de fisura y de poco espesor.

## Estratigrafía de la cuenca Lancones, Región Piura

Era	Sistema	Serie	Unidades Litoestratigráficas		Rocas Intrusivas	
C E N O Z O I C A	C u a t e r n a r i o	Holocena	Depósitos aluviales	Qh-al	Diorita Ts-di Andesita Ts-a SUPER UNIDAD TIPO DE ROCA Granito SANTA ROSA Ks-sr/gr Tonalita-Grandiorita Ks-sr/tad Tonalita-Diorita Ks-sr/tdi PACCHO Tonalita-Diorita Ks-pa/tdi PARAÍSO Tonalita-Diorita Ks-pa/tdi PATAP Gebro-diorita Ks-gt/gbdi Dolerita Kms-db Andesita Ks-an	
		Pleistocena	Depósitos aluviales	Qpl-al		
			Depósitos glaciares	Qpl-gl		
	N e ó g e n o	Superior	Volcánico Huarochiri	Ts-hu		
			Volcánico Millotingo	Ts-m		
		Inferior	Volcánico Colqui	Ti-co		
			Grupo Rímac	Ti-ri		
M E S O Z O I C A	C r e t á c e o	Superior	Volcánico Quilmaná	Kms-q		
		Medio	Volcánico Huarangal	Kim-h		
		Inferior	Fm. Atocongo	Ki-at		
			Fm. Pamplona	Ki-pa		
			Volcánico Yangas	Ki-y		
	JURÁSICO	Fm. Arahuaay	J-ar			



# CAPÍTULO III

## ACTIVIDADES MINERAS ARTESANALES

### MINERÍA ARTESANAL

El reporte de la Dirección de Catastro Minero del INGEMMET, para el distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta, muestra 63 derechos mineros titulados, 25 derechos mineros en trámite y 2 derechos mineros extinguidos, que hacen un total de 90 derechos mineros vigentes, hasta el 10 de agosto de 2009, que implican 28 511 hectáreas. Asimismo, en la zona de trabajo, se ha estimado más de 200 operaciones mineras artesanales.

La actividad minera artesanal de la zona de Canta está poco difundida en comparación de la minería que se realiza en otros puntos geográficos del país. Se caracteriza porque la mayoría de los mineros son emigrantes de la zona sur, por ello se ha acuñado el sobrenombre de mineros de Nazca a quienes trabajan en esta zona y se les atribuye el desarrollo de las actividades mineras en la actualidad.

La minería que se practica es de manera permanente y en la mayoría de casos en derechos mineros de terceros.

Los mineros artesanales están organizados en asociaciones tales como Asociación de Mineros Artesanales Santa Rosa Toropuquio, Asociación de Pequeños Mineros Artesanales y Contratistas Chemito del Sur-Jicamarca. Sin embargo, las gestiones realizadas para conseguir la formalización se encuentran en niveles embrionarios. Existen muy pocos grupos que tienen niveles de organización donde cada integrante tiene una función específica dentro de la organización.

Las organizaciones de mineros están agremiadas en la Federación Nacional de Mineros Artesanales del Perú. Esta viene trabajando en perspectiva de la formalización a través de sus programas de capacitación en temas relacionados directamente al proceso productivo, aspectos legales, así como en la gestión empresarial.

### ORGANIZACIÓN Y SISTEMAS DE TRABAJO

Cada grupo ha desarrollado una forma de trabajo de acuerdo a la experiencia y los diversos aspectos económicos, técnicos e incluso sociales. Así por ejemplo, los grupos de mineros distribuyen el trabajo de acuerdo al ciclo de minado, preparación, perforación-voladora, limpieza-acarreo y —si fuera el caso— otro grupo se encarga del procesamiento. Los trabajos de mantenimiento y

cuidado de las labores subterráneas —incluidos los servicios de ventilación, así como las labores superficiales— no tienen la misma prioridad. A pesar de la cuantificación de las actividades de manera empírica, no se tienen registros de estándar alguno, sin embargo, se puede afirmar que todos trabajan con estándares prácticos que darán a conocer el rendimiento casi asociado a 1 TM/hombre-torno. La operación propiamente dicha se realiza de forma individual o en pequeños grupos integrados entre 3 y 10 personas que generalmente son «socios».

La distancia entre la zona de explotación minera y las viviendas determina el horario de trabajo, que generalmente se realiza en jornadas diarias de 10 a 12 horas, o en campañas que pueden durar hasta 15 días. En este último caso los mineros suben a la mina provistos de alimentos y herramientas para este periodo.

La zona de operación es abandonada cuando surgen problemas de falta de ventilación o se agotan las reservas minerales, dando oportunidad a la búsqueda de otra zona de trabajo.

### OPERACIONES MINERAS ARTESANALES

La prospección artesanal de los yacimientos de vetas de oro, caracterizados por numerosas vetillas que pueden o no guardar relación entre sí, y cuyos afloramientos, de espesor predominantemente delgados (a veces 3 cm) se realiza mediante la detección visual de estas venillas, exposición de la misma hasta poca profundidad y determinación inmediata, *in situ*, de su contenido de oro. Ello permite discriminar de inmediato las numerosas venillas de cuarzo estéril que también afloran en la zona, y continuar la exploración en la dirección de las mejores leyes.

La exploración artesanal es realizada entre 200 y 300 personas, cada una cubriendo un área diferente, lo que resulta en una alta probabilidad de éxito en la exploración con un costo mínimo de inversión. Para tal fin llevan consigo víveres para un tiempo aproximado de 7 días, combo y punta para el cateo y la batea o «puruña» con dos litros de agua para el «análisis» de las vetas que exploran. Cuando la exploración es un éxito, la explotación artesanal ocurre de inmediato.

Las operaciones que desarrollan los mineros artesanales están definidas en función a la forma de explotación. En la zona de

estudio, los operadores mineros trabajan yacimientos de oro que son detectados y trabajados primero de manera superficial, debido a que se explota a partir de las ocurrencias que afloran, luego se continúa con labores horizontales y verticales, llegando a profundizar a más de 80 m, siguiendo la estructura mineralizada.

No se conoce de la explotación anterior en esta zona, por lo que se presume que estos yacimientos fueron descubiertos por los actuales poseedores de las vetas.

Luego de concluir con los trabajos de cateo e identificado del yacimiento, pero sin más caracterización que determinar la geometría y que por lo general son vetas de espesor reducido y alta ley (las vetas generalmente tienen de 1 y 10 cm, y leyes que varían de 0,5 a 3 oz/MT de oro), se determina el método de explotación. Sin embargo, debido a la falta de recursos económicos y conocimientos técnicos, los mineros artesanales desarrollan las operaciones siguiendo el cuerpo mineralizado, con herramientas básicas e intensa mano de obra.

El minero artesanal de la zona de estudio extrae el mineral por el método de «circado» o minado selectivo, que consiste en la extracción de la roca caja piso, con perforación y voladura, si fuera el caso, para posteriormente solo beneficiar la veta.

Los avances en el interior de la mina se hacen siguiendo la mineralización, por lo que el material de desmonte generalmente es dispuesto en los exteriores de la labor, sin embargo, en algunos casos es usado para afianzar el sostenimiento de alguna zona de trabajo.

## EL CICLO DE MINADO

Consiste en las siguientes operaciones unitarias:

- Perforación y voladura
- Ventilación
- Carguío y transporte
- Sostenimiento

### Perforación y voladura

La mayoría de las operaciones son realizadas con perforadoras eléctricas (perforación de rotación en seco), para la perforación de la roca, e incluso compresoras convencionales.

Las perforadoras eléctricas son livianas y acelera la velocidad de perforación. Por su parte, las compresoras se usan en yacimientos con rocas muy duras y con vetas de mayor potencia.

El uso de compresoras puede acelerar el ritmo de avance en varias veces y se requiere trabajar en cuadrillas.

### Perforación manual

Es practicada por la totalidad de mineros al inicio de esta actividad, y constituye la base fundamental de sus ingresos y desarrollo futuro. Puede ser desarrollada individualmente o en pequeños grupos de 3 a 5 personas.

No requiere de combustible ni equipo alguno, es la más apropiada para lugares remotos de difícil acceso, no requiere de conocimientos técnicos para mantenimiento u operación. La producción no se paraliza por desperfecto de equipo alguno.

### Perforación eléctrica

La perforación eléctrica es uno de los aportes tecnológicos más importantes en la minería artesanal. Las perforadoras eléctricas son equipos de perforación rotativa que emplean brocas helicoidales accionadas por un motor eléctrico de 2,5 kW de potencia. Las brocas empleadas por los mineros tienen una longitud promedio de 40 cm y un diámetro de 7/8", aunque las hay de otras medidas. Los taladros son portátiles y operados por un solo hombre, pesan alrededor de 6 kg. Este tipo de taladro se emplea comúnmente en la industria de la construcción, para horadar concreto y en demoliciones.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor maniobrabilidad en vetas delgadas con respecto a las perforadoras neumáticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesivo calentamiento del motor y de las brocas con rocas duras</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No requieren agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca durabilidad de las brocas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requieren inversión moderada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de polvo perjudicial para la salud del minero.</li> </ul>

### Perforación neumática convencional

Requiere de una inversión alta y fuera del alcance de la mayor parte de los mineros artesanales.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es apropiado para rocas muy duras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere inversión importante</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores niveles de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere de vetas de potencia apreciable y constante</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leyes bajas de mineral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta dilución</li> </ul>

El crecimiento en la mecanización y los niveles de producción en el minado deberán ir acompañados por sistemas de tratamiento cada vez más eficientes desde el punto de vista económico y ambiental.

Por lo general, la producción masiva obtenida con este método no se procesa en quimbaletes sino que se vende directamente a las plantas de tratamiento. El uso de perforación neumática junto con el tratamiento por cianuración es también favorecida cuando la presencia de minerales primarios es más acentuada, y la pirita limita la recuperación de oro (y mercurio) en quimbaletes. Finalmente, hay que indicar que una inversión de este tipo tiene que estar respaldada por la existencia de labores de riqueza conocida, las cuales han sido de cualquier modo previamente desarrolladas con perforación manual.

En general, la tendencia a la mecanización en la perforación es mayor en las minas con vetas más potentes aunque de menor ley. Aun con este sistema, el método de minado continúa siendo de «circado» y requiere siempre de abundante mano de obra para la labor de arranque y extracción del mineral, remoción del desmonte, y para la limpieza del frente de trabajo.

### **Voladura**

El consumo de explosivos en la perforación manual es de 1 cartucho de dinamita, junto con 1 fulminante y 1 metro de mecha por cada taladro de 60 y 90 cm.

En taladros convencionales (compresora y perforadora neumática) el consumo de explosivos es el acostumbrado (3-4 cartuchos por taladro de 4 a 5 pies). En algunas zonas se hace uso extensivo de ANFO, empleando por ello un solo cartucho de dinamita por cada taladro. Aun cuando las galerías artesanales son de sección mucho menor que las convencionales, este mayor avance no solo implica un mayor aprovechamiento de los recursos mineros, sino un descubrimiento continuo de mineral valioso. La simultaneidad de la exploración y explotación del mineral es una particularidad del trabajo artesanal. Al descubrirse una veta se tiene un estimado — aunque en pocos metros y en un área muy reducida— de reservas probadas. Si bien estas reservas son muy reducidas por operación, el gran número de operaciones suma una gran cantidad de mineral.

### **Ventilación**

El minero artesanal no puede profundizar demasiado su labor por la deficiente ventilación y el alto costo/esfuerzo de extracción de desmonte que ello implica. Son estas limitaciones las que lo han inducido a dejar labores muy profundas para buscar nuevos afloramientos. Aunque ello ha favorecido el hallazgo de más vetas, requiere de tiempo y esfuerzo adicional que reduce su eficiencia y que además hace que se dejen de lado recursos mineros que podrían ser explotados con algo de apoyo técnico.

Algunos frentes de trabajo han alcanzado profundidades de hasta 80 m, no obstante, no se han evidenciado equipos para la ventilación del interior mina. En otros casos, cuando las operaciones son horizontales, los mineros han realizado cortadas en cotas diferentes que han permitido integrar al sistema un mecanismo de ventilación natural.

### **Carguío y transporte del mineral**

El carguío del mineral desde el frente de operaciones se realiza en sacos de polipropileno y en hombros de los mismos trabajadores mineros. Si fuera el caso también se extrae mineral no ensacado a través de carretillas boggie.

El mineral es transportado hasta la zona de disposición de mineral, donde es ensacado y dispuesto en lotes de 5 a 10 toneladas, para su transporte, ya sea en acémilas o en vehículos, hasta su trasbordo definitivo para su posterior entrega a las instalaciones de beneficio. Las tarifas de transporte están definidas, por lo que no es muy susceptible a optimizar los costos.

### **Sostenimiento**

La mayoría de labores visitadas en la zona de estudio son de secciones estrechas, lo cual contribuye en el autosostenimiento. No obstante, en algunas se realiza el sostenimiento con cuadros para evitar el desplazamiento de las cajas o techos de la labor.

## **TRATAMIENTO METALÚRGICO DEL ORO**

### **Chancado**

El tratamiento del mineral empieza con el «pallaqueo», que consiste en seleccionar manualmente el material con mayor ley antes de ser procesado o comercializado, aumentando las ganancias por la calidad del material y la reducción en el costo de transporte y procesamiento.

El chancado del mineral es el proceso de reducción de tamaño de mineral y se hace en chancadoras mecánicas en algunos sitios, pero la práctica generalizada es que los mismos mineros lo realicen manualmente con una comba.

La reducción del tamaño de mineral se realiza hasta 1/2 pulgada.

### **Molienda y amalgamación**

La amalgamación es el proceso de recuperación que emplea el minero artesanal para la recuperación de los metales preciosos. El oro, la plata y algunas de sus combinaciones tienen la propiedad de juntarse con el mercurio. Estas aleaciones se llaman amalgamas.

La amalgamación se realiza en bateas, quimbaletes, toneles, tambores de amalgamación, trapiches, etc.



**Foto 3.1** Camión preparado para accesos de difícil geografía se dispone al recojo de mineral, que previamente fue movilizado en acémilas.



**Foto 3.2** Disposición de mineral de cobre. Lote de aproximadamente 8 TM.

La separación del metal precioso y el mercurio se realiza mediante la destilación.

Los mineros artesanales de la zona de Canta, por lo general, realizan la amalgamación en quimbaletes que son de propiedad de terceros. También es recuperado a través de molinos de bolas. Pero en la mayoría de casos no se realiza esta actividad, puesto que, debido al tipo de mineral asociado a sulfuros o porque les es más productivo dedicarse a la extracción que al tratamiento de mineral, los mineros prefieren enviar el mineral extraído a una planta que brinda servicios de tratamiento. Sin embargo, por la necesidad de contar con capital de trabajo que pueda garantizar las operaciones, los mineros se ven en la obligación de tratar parte del mineral, fundamentalmente aquel que tiene alta ley de acuerdo al siguiente criterio:

- Se trabaja en quimbaletes si las leyes de mineral son altas (mayor a 1 onza/TM), a un ritmo promedio de 1 lata por cada 45 minutos, o incluso un tiempo mayor si la ley es muy alta.
- Se puede tratar en molinos si las leyes son bajas (menos a 1 onza/TM). La molienda se hace, por lo general, en seco para facilitar su descarga y manipuleo, y especialmente para evitar que parte del mineral se quede pegado a las paredes y bolas del molino, pues el mismo es usado por diversos mineros en un mismo día.

El tiempo de molienda es de 0,5 a 1 h, para material previamente chancado a 1/2 pulgada.

Se ha estimado que las pérdidas de mercurio oscilan entre 20 a 400 gramos por lata de mineral. Este a su vez debe ser el contenido promedio de mercurio en los relaves de quimbalete.

Durante la amalgamación es muy común que exista pérdida de mercurio, esta acción es el resultado de aspectos técnicos que están directamente relacionados a la producción. Se pueden destacar a los siguientes:

- Contenido de sulfuros en el mineral
- Cantidad y calidad de agua
- pH de la pulpa
- Calidad de mercurio empleado (usado o nuevo)
- Contaminación del mineral con agentes químicos
- Tiempo del proceso

La mayor parte de estos factores son desconocidos o no se toman en cuenta por los productores. Por ello, no es extraño que se pierda mercurio durante este tratamiento.

Es muy importante destacar que el minero prefiere explotar los minerales auríferos dóciles a la amalgamación porque éste es, al final, el proceso por el cual obtiene su oro. Este es un caso común con el oro de granulometría muy fina y escamosa que el mercurio no atrapa.

El método de amalgamación posibilita procesar cantidades muy pequeñas (desde 1/2 lata), lo que a su vez permite al minero obtener liquidez inmediata para afrontar cualquier eventualidad.



**Foto 3.3** Reducción del tamaño del mineral con chancado manual. Se obtiene mineral de ½ pulgada-zona Lajas.



# CAPÍTULO IV

## LABORES MINERAS ARTESANALES VISITADAS

Las labores mineras artesanales visitadas se encuentran localizadas en las áreas que hemos denominado Zona Centro, y se aprecian en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4.1**  
**Características Geológico-mineras de labores visitadas en Chosica-Canta**

Zona y Nombre	Hoja	Coordenadas UTM		Tipo de Yacimiento	Elemento	Rocas Intrusivas	Tipo de Roca
		Este	Norte				
Lajas - Labor Urbina	24 j	304 964	8702 635	Estructuras mineralizadas en vetas de cuarzo-oro	Au	Super Und. Santa Rosa	Tonalit a- Diorita (Ks-sr / tdi)
Caracol N° 1	24 j	303140	8701158	Estructuras mineralizadas en vetas de cuarzo-oro	Au	Super Und. Santa Rosa	Tonalit a- Diorita (Ks-sr / tdi)
Caracol N° 2	24 j	303146	8700983	Estructuras mineralizadas en vetas de cuarzo-oro	Au	Super Und. Santa Rosa	Tonalit a- Diorita (Ks-sr / tdi)
Lomada Labor Carmona	24 j	300344	8 700 868	Estructuras mineralizadas en vetas de cuarzo-oro	Au	Super Und. Santa Rosa	Tonalit a- Diorita (Ks-sr / tdi)
La Aguada	24 j	298762	8 699 768	Estructuras mineralizadas en vetas de cuarzo-oro	Au	Super Und. Santa Rosa	Tonalit a- Diorita (Ks-sr / tgd)

### LABOR MINERA DE LA ZONA LAJAS

Está situada en la Región Lima, provincia de Canta y distrito de Santa Rosa de Quives, cuyas coordenadas UTM son: 8 702 635 N-304 964 E y de altitud 2 576 m. Se encuentra al N-E de la Región Lima

#### Accesibilidad

El acceso se realiza desde Lima por la Av. Túpac Amaru. De allí, se toma la carretera hacia Canta, hasta el Kilómetro 31,5, luego se atraviesa hacia la derecha el fundo Cassinelli y se recorre por un tramo de 29 km por trocha carrozable hasta el final de esta vía. A través de 1 km de camino de herradura, por un lapso de 25 minutos, se arriba a la labor Urbina.

#### Marco geológico

Esta labor está ubicada en la franja que corresponde a depósitos de Au-Pb-Zn-Cu, relacionado con intrusivo del Cretácico Superior

constituido por rocas de la superunidad Santa Rosa del Cretáceo Superior, tonalita diorita y tonalita granodiorita. Se caracteriza por tener mineralizaciones en vetas con cuarzo-oro-sulfuros, hospedadas en intrusivos controladas por fallas transcurrentes NO-SE.

Este yacimiento de tipo vetas paralelas, tiene rumbos N-S, buzamiento 80° NE y de potencia de 0,40 m las de menor potencia son de mayor concentración aurífera, pero su disminución se debe a que conforme las vetas van profundizando bajan las leyes de oro libre para dar paso a los sulfuros.

La mineralización consiste principalmente de pirita, cuarzo, calcopirita, oro nativo, rodonita, goethita-limonita, magnetita hematina arsenopirita, galena, cobre gris, esfalerita.

El oro se presenta en 2 zonas bien definidas: una zona oxidada hacia la superficie y otra de sulfuros primarios con mineralización hipógena en los niveles inferiores.



**Foto 4.1** Se aprecia la disposición de campamentos al borde de la estructura mineralizada con predominancia de sulfuros con contenido de oro - zona Lajas.

## Resultados del análisis químico

**Cuadro 4.2**  
Resultados del análisis químico

N.º Muestra	Au g/TM	Ag ppm	Cu ppm	Mo ppm	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Detalle
CH-AT-001	26,47	>10	1010	4,75	>10000	>10000	>10000	Clasificación manual de estructura mineralizada.
CH-AT-002	28,63	>10	1860	10,50	>10000	>10000	>10000	Clasificación manual de estructura mineralizada.
CH-AT-003	35,32	>10	2343	7,99	>10000	>10000	>10000	Clasificación manual de estructura mineralizada.

## Operadores mineros

La labor minera Urbina, se encuentra en el lugar denominado Lajas. El yacimiento es explotado por mineros de la Asociación de Mineros Artesanales Santa Rosa de Toropuquio, las labores son desarrolladas en derecho de tercero que pertenecen a la concesión minera Yangas 5, cuyo titular es la Compañía Minera Vichaycocha S.A.C.

El trabajo es intensivo y se realiza en 2 turnos de 12 horas cada uno. La operación se garantiza con 14 perforadoras eléctricas con brocas de 40 y 70 cm de longitud que permite una producción de 50 a 70 TM de mineral por mes en condiciones regulares.

El consumo de explosivos en la perforación eléctrica es de 1 cartucho de dinamita (adquirida en el mercado negro a 3,5 soles/

armada), 1 fulminante y 1 m de guía de seguridad (a este conjunto se le denomina «armada»), por cada taladro de 45 a 60 cm.

El mineral extraído es transportado en acémilas hacia la plataforma de embarque (foto 4.2) en un tramo de 1 km, para posteriormente ser embarcado en camiones hacia una planta de tratamiento.

La ley mínima económica es de 0,7 a 0,8 onzas por TM y deja una utilidad de US\$ 300/TM.

Los trabajadores al menos cuentan con casco protector para realizar las operaciones en el interior de la mina, con guantes y lentes de seguridad para la fase de preparación mecánica del mineral (foto 4.3).

El mineral es tratado en plantas metalúrgicas del sur de Lima, las



cuales tienen establecidas tarifas de US\$ 137/TM en maquila, US\$ 50/TM en flete y 90 soles aproximadamente en acémilas para el transporte por tonelada.

### Producción minera

La producción mensual promedio es alrededor de 60 TM/mes, la ley del mineral según el reporte de los mineros es de 1 oz/TM de Au. La producción se dispone en sacos de polipropileno de 70 kg cada uno aproximadamente (14 sacos hacen 1 TM, en promedio). Los costos de operación están alrededor de US\$ 38/TM.

A diferencia de las perforadoras neumáticas la perforación eléctrica tiene ciertas características, las cuales han llevado a ser tomadas en cuenta como la mejor alternativa, pues fácilmente se acomoda a los yacimientos que los mineros artesanales suelen explotar.

A continuación se mencionan las razones más importantes:

- La perforación eléctrica da como resultado un rendimiento superior respecto al grado de rendimiento de las perforadoras neumáticas, evitándose en la primera el uso de aire comprimido y el agua para el barrido, lo cual significa un menor uso de energía primaria.
- Estas se acomodan fácilmente a secciones reducidas de trabajo teniendo gran incidencia en la dilución del mineral.
- La máquina es accionada por un solo operador además de ser portátil.
- El rendimiento de la perforadora eléctrica es independiente

del aire externo de lo que se entiende que también se puede trabajar bien en grandes alturas.

- En lo referente a las condiciones ambientales, ya sea por aceite en suspensión, ruidos, etc., en las perforadoras, eléctricas son menores o no existen.
- Probablemente una de las dificultades de las perforadoras eléctricas es que no se adecúan a yacimientos con material argílicos y húmedos, pues estos atascan constantemente la broca ocasionando un sobre esfuerzo al motor, además, desgastan la broca en menos tiempo, y lo hacen por consiguiente menos rentable.
- Otro aspecto es también el tiempo de vida útil del equipo. Hasta ahora no existen valores experimentales comparativos, no obstante, en ciertos yacimientos los sistemas neumáticos han demostrado ser superiores respecto a la robustez y vida de la maquinaria que la minería artesanal demanda, aunque habría que considerar el costo inicial de inversión que está ocasiona.

A manera de descripción la perforación eléctrica significa:

- Uso de perforación rotativa que emplean brocas helicoidales accionadas por un motor eléctrico de 1kW a 2,5 kW de potencia.
- Las brocas tienen una longitud promedio de 40 cm.
- Las brocas tienen un diámetro de 7/8", habiendo también de otras medidas.
- El peso aproximado es de 6 kg.



**Foto 4.2**

Plataforma donde se dispone el mineral para ser transportado en camiones hacia las plantas concentradoras de Ica y Arequipa - zona Lajas.



**Foto 4.3** Los trabajadores cuentan por lo menos con casco protector para operaciones en el interior de la mina, atenuando el riesgo por caída de rocas - zona Lajas.



**Foto 4.4** Mineros en etapa de reducción mecánica equipados con guantes y lentes de seguridad - zona Lajas.

**Cuadro 4.3**  
**Participación de los costos unitarios para la zona Lajas**

Costos de perforación eléctrica por m-taladro				
Ítem	Unidad	C.U. en US\$	Cantidad	Total en US\$
Consumo de brocas	unidad	150	0,01000	1,50
Mano de obra	hombre-tarea	6,1	0,33000	2,01
Depreciación perforadora	unid	1350	0,00044	0,60
Mantenimiento	unid	1350	0,00004	0,06
Depreciación de generador	unid	1050	0,00006	0,06
Combustible generador	litro	0,87	1,23000	1,07
Otros gastos 5%	global			0,27
<b>Total</b>				<b>5,57</b>
<b>Total</b>	<b>US \$/TM</b>			<b>10,84</b>
Costo de voladura en TM				
Ítem	Unidad	C.U. en US\$	Cantidad	Total en US\$
Explosivo	kg	0,76	0,85	0,65
Mecha de seguridad	m	0,23	3,00	0,69
Fulminantes	unid	0,10	3,33	0,33
Mano de obra	hombre-tarea	6,10	0,28	1,71
<b>Total</b>				<b>3,38</b>
Costo de acarreo por acémila en TM				
Ítem	Unidad	C.U. en US\$	Cantidad	Total en US\$
Carga de mineral	saco	1,7	14	23,8

**Cuadro 4.4**  
**Cuadro Resumen de costos de operación**  
**para la zona Lajas**

Operaciones Unitarias	Costo US \$/TM	Porcentaje Participación
Perforación	10,84	28,51
Voladura	3,38	8,89
Acarreo	23,80	62,60
<b>Total</b>	<b>38,02</b>	<b>100,00</b>

**Cuadro 4.5**  
**Beneficio económico estimado para mineros de la zona de Lajas-Toropuquio**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	38,20	US \$/TM
Costo de transporte	50,00	US \$/TM
Costo de selección y molienda	5,00	US \$/TM
Costo del proceso de recuperación (maquila)	150,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	12,16	US \$/TM
Costo total de explotación y selección	255,36	US \$/TM
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (mineros artesanales)	1,00	onz/TM
Ley de mineral reportado por laboratorio (muestra)	0,92	onz/TM
Ley de mineral liquidado	0,74	onz/TM
Precio de venta	700,00	US \$/onz
Precio internacional del oro	870,00	US \$/onz
Ingreso por tonelada de mineral	515,20	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	60,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	30 912,00	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	15 321,60	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>15 590,40</b>	<b>US \$/mes</b>



**Foto 4.5** Vista panorámica de las instalaciones de la mina Lajas, asentada al pie de las operaciones mineras en rocas intrusivas.



**Foto 4.6** Operaciones de mineros artesanales, en forma vertical con espaciamientos de 10 m aproximadamente, sobre veta de rumbo N 10° E y buzamiento subvertical.



**Foto 4.7** La hora de descanso, luego del almuerzo, es obligada. Mientras se reposa, los frentes son ventilados de manera natural, para luego continuar con la etapa de minado.

## LABORES MINERAS DE LAS ZONAS CARACOL

Está situada en la Región Lima, provincia de Canta, distrito de Santa Rosa de Quives, cuyas coordenadas UTM son:

Labor Minera	Coordenadas UTM		Altitud m
	Norte	Este	
Caracol N° 1	8701158	303140	2434
Caracol N° 2	8700983	303146	2505

### Accesibilidad

El acceso se realiza desde Lima por la Av. Túpac Amaru. De allí, se toma la carretera hacia Canta, hasta el Kilómetro 31,5. Luego se dobla a la derecha y se atraviesa el fundo Cassinelli. Finalmente se recorre un tramo de 25 km, por trocha carrozable (único acceso), hasta arribar a la labor Caracol.

### Marco geológico

Este yacimiento también es de tipo veta y se aprecian varias que son paralelas que tienen rumbos N18°E, buzamiento subvertical y de potencia de 0,05 m; las de menor potencia son de mayor concentración aurífera. El oro se presenta en 2 zonas bien definidas: una zona oxidada hacia la superficie y otra de sulfuros primarios con mineralización hipógena en los niveles inferiores. Esta estructura mineralizada de Au y Cu es prolongada se aprecia una longitud de 200 a 300 m. Los minerales que contienen consisten en magnetita, ilmenita, arsenopirita, piritita, pirrotita, calcopirita, esfalerita, bornita, galena, cobre-gris, oro nativo, covelita, digenita, calcosina, malaquita, hematita, goetita-limonitas.

## Operadores mineros

Las labores mineras de la zona de Caracol, están siendo explotadas por mineros de la Asociación de Mineros Artesanales y Contratistas Chemito del Sur-Jicamarca. Los predios pertenecen a la comunidad de Jicamarca y las labores son desarrolladas en derechos de terceros que pertenece a las concesiones Abundancia 2005 y Yuma Peche III, cuyos titulares son personas naturales.

El trabajo de extracción del mineral se realiza en un solo turno, con grupos de 6 a 7 trabajadores, no obstante, se realizan hasta 3 disparos/día. El avance por cada frente se realiza con disparos de 7 a 8 taladros cada uno que demandan de 2,5 a 3 horas de trabajo, con 4 perforadoras eléctricas, con lo que se logra una producción de 4 TM aproximadamente por mes.

El consumo de insumos para la voladura guarda similitud en toda la zona. Como se cuenta con una trocha carrozable hasta la zona de la mina, el mineral extraído es transportado directamente en camiones hacia las plantas concentradoras. La mayoría del material extraído es transportado para ser tratado en plantas ubicadas al sur de Lima. Se consideran los mismos parámetros que el caso anterior para la maquila y el flete; no es necesario considerar el costo de acémilas.

### Producción minera

La producción promedio es de 4 TM por mes con leyes de mineral reportadas por los mineros de 1 oz/TM de Au. La producción se dispone en sacos de polipropileno de 70 kg. Los costos de operación están alrededor de US\$ 25/TM.



**Foto 4.8** Campamento de esteras alineado en dirección a la estructura mineralizada de cuarzo y oro, que se prolonga hacia la cresta del cerro - zona Caracol.

## Resultados del análisis químico

**Cuadro 4.6**  
**Resultados del análisis químico**

N.º Muestra	Au g/TM	Ag ppm	Cu ppm	Mo ppm	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Detalle
CH-AT-007	35,86	>10	386,7	2,45	484,3	1235	4064	Galería subterránea de 30m de longitud intercepta la veta N-E.
CH-AT-009	191,72	>10	5698	21,40	>10000	>10000	>10000	Clasificación manual de estructura mineralizada.

**Cuadro 4.7**  
**Participación de los costos unitarios para la zona Caracol**

Ítem	Unidad	C.U. en US\$	Cantidad	Total en US\$
Consumo de brocas	Unidad	150	0,01000	1,50
Mano de obra	hombre-tarea	6,10	0,33000	2,01
Depreciación perforadora	Unid	1350	0,00044	0,60
Mantenimiento	Unid	1350	0,00004	0,06
Depreciación de generador	Unid	1050	0,00006	0,06
combustible generador	Litro	0,87	1,23000	1,07
Otros gastos 5%	Global			0,27
<b>Total</b>				<b>5,57</b>
<b>Total</b>	<b>US \$/TM</b>			<b>10,84</b>
<b>Costo de voladura en TM</b>				
Ítem	Unidad	C.U. en US\$	Cantidad	Total en US\$
Explosivo	Kg	0,76	0,85	0,65
Mecha de seguridad	M	0,23	3	0,69
Fulminantes	Unid	0,10	3,33	0,33
Mano de obra	hombre-tarea	6,10	0,28	1,71
<b>Total</b>				<b>3,38</b>
<b>Costo de acarreo por acémila en TM</b>				
Ítem	Unidad	C.U. en US\$	Cantidad	Total en US\$
Carga de mineral	saco	1,70	14	23,8



**Foto 4.9** Veta de oro de 7 cm de potencia, con valores de 3 oz/TM de oro - zona Caracol.

#### Cuadro 4.8

##### Cuadro resumen de costos de operación para la zona Caracol

Operaciones Unitarias	Costo US \$/TM	Porcentaje Participación
Perforación	10,84	45
Voladura	3,38	14
Acarreo	10,00	41
<b>Total</b>	<b>24,22</b>	<b>100</b>

#### Cuadro 4.9

##### Beneficio económico estimado para mineros de Caracol Nº 1

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	24,22	US \$/TM
Costo de transporte	50,00	US \$/TM
Costo de selección	5,00	US \$/TM
Costo del proceso de recuperación (maquila)	150,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	11,46	US \$/TM
Costo total de explotación y selección	240 681	US \$/TM
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (mineros artesanales)	1,00	onz/TM
Ley de mineral reportado (muestra)	1,15	onz/TM
Ley de mineral liquidado	0,92	onz/TM
Precio de venta	700,00	US \$/onz
Precio internacional del oro*	900,00	US \$/onz
Ingreso por tonelada de mineral	644,00	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	4,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	2 576,00	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	962,72	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>1 613,28</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización internacional de oro a julio de 2009.



**Cuadro 4.10**  
**Beneficio económico estimado para mineros de Caracol N° 2**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	24,22	US \$/TM
Costo de transporte	50,00	US \$/TM
Costo de selección	5,00	US \$/TM
Costo del proceso de recuperación (maquila)	150,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	11,46	US \$/TM
Costo total de explotación y selección	240 681	US \$/TM
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (mineros artesanales)	5,00	onz/TM
Ley de mineral reportado por laboratorio (muestra)	6,00	onz/TM
Ley de mineral liquidado	4,80	onz/TM
Precio de venta	700,00	US \$/onz
Precio internacional del oro*	900,00	US \$/onz
Ingreso por tonelada de mineral	3 360,00	US \$/TM
N° de toneladas tratadas por mes	4,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	13 440,00	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	962,72	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>12 477,28</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización internacional de oro a julio de 2009.



**Foto 4.10** Contexto de labor minera, muestra las áreas destinadas a almacenes y viviendas - zona Caracol.



**Foto 4.11** Típica estructura mineraliza en ambiente de intrusivos-zona Caracol.



**Foto 4.12** Estructura mineralizada en interior de la mina define claramente las rocas de caja, en ambiente de contacto-zona Caracol.

## LABOR MINERA DE LA ZONA LOMADA

Está situada al N-E de la Región Lima, provincia de Canta y distrito de Santa Rosa de Quives, cuyas coordenadas UTM: 8 700 868 N-300 344 E y de altitud 2 178 m.

### Accesibilidad

El acceso se realiza desde Lima por la Av. Túpac Amaru. De allí, se toman la carretera hacia Canta, hasta el Kilómetro 31,5, para luego hacia la derecha atravesar el fundo Cassinelli. Recorriendo por un tramo de 19,5 km por trocha carrozable (único acceso) se llega a las labores de la zona Lomada.

### Marco geológico

Este yacimiento de vetas paralelas, tiene rumbos N10°E, buzamiento sub-vertical y de potencia de 0,15 m. Las vetas de menor potencia son las de mayor concentración aurífera. La leyes van disminuyendo de acuerdo a la profundización de las vetas dando paso a la mineralización con sulfuros.

### Operadores mineros

Las labores mineras de la zona de La Lomada están siendo trabajadas por mineros artesanales, los cuales se encuentran asociados en la Asociación de Mineros Artesanales y Contratistas

Chemito del Sur-Jicamarca. Los terrenos están adjudicados a la comunidad campesina de Jicamarca y las labores son desarrolladas en derechos mineros de terceros, cuya concesión Río Seco 2004 II, de 400 ha, pertenece a Marcelo Paredes García, según información de la oficina de Catastro del INGEMMET.

Los trabajos de extracción del mineral se realiza en 3 turnos/día, en estos se disparan de 10 a 12 taladros por cada turno, para este fin se está utilizando una compresora Ingersoll Rand de 1 martillo. Para los disparos, se emplea dinamita para el arranque, complementada con ANFO. La perforación se realiza con barrenos de 5 pies. Con un equipo humano de 7 personas, en campañas de 20 a 25 días. Se logra producir 6 TM de mineral por mes.

El mineral de alta ley es tratado directamente en sistema quimbaleta con el material previamente reducido a menos ½ pulgada. La carga promedio es medida por latas (30 a 35 kilos, aproximadamente), una lata por espacio de 45 minutos o más para mayores contenidos de oro. La preparación o reducción mecánica del mineral se realiza de manera manual mediante el uso de comba y mortero de piedra.

El mineral de menor ley es transportado para ser tratado en plantas ubicadas al sur de Lima. En los costos de este servicio se debe incluir la maquila, el flete y los contaminantes.

Por lo general, el propietario del sistema quimbaleta proporciona el mercurio y el abastecimiento de agua para el proceso de amalgamación. La operación del sistema lo realiza el dueño del mineral, quien se queda con la amalgama de los metales preciosos, dejando como pago de alquiler del quimbaleta el relave de amalgamación y el precio equivalente del mercurio no devuelto.

El consumo de mercurio, que se determina de manera empírica, es de 30 g por cada 30 k de mineral. La pérdida de mercurio oscila entre 20 y 400 g por lata de mineral procesado. El contenido de oro en los relaves de amalgamación, oscila ampliamente desde 10 g a valores tan altos como 50 g/TM.

### Producción minera

La producción promedio es de 6 TM por mes, con leyes de mineral muy altas reportadas por los mineros de 10 a 15 g por lata, que hace un aproximado de 9 oz/TM de Au, dispuesto en sacos de 80 kilos con producción aproximada de 70 sacos por mes. El gasto total que refieren asciende entre 8 y 9 mil soles en un mes, o aproximadamente 3 mil dólares.

La producción estimada por los mineros es de 1 a 1,2 k de oro, sin embargo, con de acuerdo a los resultados de laboratorio de estima que la producción supera los 1,5 kilos.

### Resultados del análisis químico

N.º Muestra	Au g/TM	Ag ppm	Cu ppm	Mo ppm	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Detalle
CH-AT-012	385,07	>10	2286	6,98	143,3	3636	479	Muestra extraída de la labor subterránea.
CH-AT-013	355,34	>10	1148	5,55	153,9	1902	852	Clasificación manual de los mineros.

### Datos de Perforación

Datos de perforación	Parámetros
Sección del frente	1,50 x 0,80 m
Movimiento planeado	6 TM/ mes
Nro de turnos	2/día
Altitud	2178 m
Temperatura	17° C
Eficiencia de compresora	85%
Nro de taladros/turno	12 taladros/maq-turno
Tiemp de perforación	1,5 min/tal
Presión de trabajo	80 psi
Peso específico	2,7 TM/m <sup>3</sup>
Longitud de Barrenos	5 pies
Angulo de perforación	90°
Eficiencia de perforación	90%
Eficiencia de voladura	85%
Velocidad de Penetración	1' / min
Tiempo fijado/taladro	2 min
Horas efectivas de perf./turno	37% de turno, 3 horas

**Recursos**

Recursos	
a. Equipos	Perforadora: 1 (incluye lubricadora, mangueras, etc.)
	Compresora: Ingersoll Rand para capacidad de un martillo
b. Personal	Personal de tajo: 02 / turno
	Personal de servicio auxiliares: 01 / turno
	Atención compresora-bodega: 01 / turno
c. Materiales	Perforación y Voladura - Barrenos: 5 pies con una vida útil de 1000 pies perforados - Cantidad de taladros por disparo: 12

**Avance en Toneladas**

Avance / Disparo:	Longitud barreno x factor perforación x factor disparo
Avance /disparo-turno	5' x 0,3048 m/pies x 0,9 x 0,85
	1,17 m/turno
Avance / día	1,17 m/turno x 2 turnos/día
	2,34 m/día
Avance en TM / disparo	0,8 m x 1,5 m x 1,17 m x 2,7 TM/m <sup>3</sup>
	3,79 TM/disparo-turno
Avance en TM/día	3,79 TM/disparo x 2 turnos/día
	7,58 TM/día

**Cantidad de barrenos**

Barrenos / día	Pies perforados / rendimiento por barreno
Pies perforados / día	12 tal/frente x 5'/taladro x 2 turnos/día = 120 pp/día
Barrenos/día	120 PP /1000 PP/barreno
	0,12 barrenos/día

**Explosivos**

Datos del explosivo	Parámetros
Dinamita:	Varios 65%
Densidad:	1,09 g/cm <sup>3</sup> por caja de 22,7 kg/caja
Carga/taladro:	6 cartuchos/taladro
Número de cartuchos/disparo:	12 tal/disparo x 06 cartuchos/taladro
	72 cartuchos / disparo
Número de cartuchos/día:	72 x 2 turnos/día
	144 cartuchos/día

**Guía**

Guía / día	Consumo / día
Pies de mecha/disp:	8 pies / taladro x 12 tal/disparo
Total guía:	96 pies / disparo-turno
	96 pies / disparo-turno x 2 turnos
	192 pies / día

### Fulminante

Fulminante / día	Consumo / día
Unidades/disparo:	12
Unidades/día:	24

### Costo de Mano de obra

Personal	Cantidad	CU/Turno US \$	Incidencia %	Total US \$
Perforista	1	15	100	15,00
Ayudante	1	8	100	8,00
Peones	2	8	100	16,00
<b>Total</b>				<b>39,00</b>

Costo de Mano de obra / TM	(Costo / día) / Avance en TM/día
Costo/TM	(US \$ 39/turno x 2 turnos/día) / 7.58 TM/día
<b>Costo</b>	<b>US \$ 10,29 /TM</b>

### Costo de Perforación

a. Costo de Perforadora	
Vida útil	100 000 pies perforados
Precio de la perforadora:	US \$ 4800
Costo de mantenimiento y reparación (70%)	US \$ 3360
Costo Total	US \$ 8160
Costo/pie:	8160 / 100000 US \$ 0,082 / pie
Costo/disparo	12 tal/disp. x 5 pies/tal. x US \$ 0,082/pie 4,92 US\$/disparo
Costo/día	4,92 US\$/disp-turno x 2 turnos/día 9,84 US\$/día
Costo/TM	(9,84 US\$/día)/(7,58 TM/día) <b>1,30 US\$/TM</b>

<b>b. Costo de Barrenos</b>	
Vida útil	1000 pies perforados
Precio de adquisición	US\$ 110
Costo/pie	US\$ 110/1000
	0,11 US\$/pie
Costo/disparo	12 tal/disp x 5 pies/tal x 0,11 US\$/pie
	6,6 US\$/disp.
Costo/día	6,6 US\$/disp-turno x 2 turnos/día
	13,2 US\$/día
Costo/TM	(13,2 US\$/día) / (7,58 TM/día)
	<b>1,74 US\$/TM</b>

<b>c. Costo de Lubricantes</b>	
Precio del lubricante	US\$ 13,00/gl
Costo de lubricante / día	0,25 gl/turno x US\$ 13/gl x 2 turnos/día
	6,5 US\$/día
Costo/TM	(6,5 US\$/día)/(7,58 TM/día)
	<b>0,86 US\$/TM</b>

### Costo del aire comprimido

<b>Costo horario de la compresora</b>	
Vida útil	25000 horas
Precio de adquisición	US\$ 45000,00
Valor Residual, 20%	US\$ 9000,00
<b>Total</b>	<b>US\$ 36000,00</b>
<b>Costo horario de Propiedad</b>	
Costo de Inversión: 36000/25000	US\$ 1,44
<b>Costo horario de operación</b>	
Combustible: US\$ 4/gl x 3 gl/h	US\$ 12,00
Lubricantes, grasas y filtros: 13% combustible	US\$ 1,53
Reparaciones: US\$ 45000/25000	US\$ 1,80
<b>Total</b>	<b>US\$ 16,77</b>
<b>Total horas de funcionamiento/día</b>	<b>6</b>
<b>Costo de Aire comprimido / TM</b>	<b>US\$ 13,27</b>

**Costos de Voladura**

<b>a. Dinamita</b>	
Precio de la dinamita	US\$ 0,34/unidad
Costo/día	144 cartuchos/día x US\$ 0,34/cartucho
	48,96 US\$/día
Costo/TM	(48,96 US\$/día)/(7,58 TM/día)
	<b>6,5 US\$/TM</b>
<b>b. Guía</b>	
Precio de la guía:	US\$ 0,25/m
Costo/día	192 pie/día x US\$ 0,25/m x 0,3048 m/pie
	14,63 US\$/día
Costo/TM	(14,63 US\$/día)/(7,58 TM/día)
	<b>1,93 US\$/TM</b>
<b>c. Fulminante</b>	
Precio del fulminante:	US\$ 0,214 / unidad
Costo/día	24 unid/día x US\$ 0,214 / unidad
	5,14 US\$/día
Costo/TM	(5,14 US\$/día) / (7,58 TM/día)
	<b>0,69 US\$/TM</b>

**Cuadro 4.12**  
**Cuadro de costos de perforación**  
**neumática y voladura**

<b>Costos de Perforación y Voladura</b>	<b>US \$ /TM</b>
Mano de Obra	10,29
Costo de perforación	
- Perforadora	1,30
- Barrenos	1,74
- Lubricantes	0,86
- Costo de aire comprimido	13,27
Materiales de Voladura	
- Dinamita	6,50
- Guías	1,93
- Fulminantes	0,69
<b>Total</b>	<b>36,58</b>

**Cuadro 4.13**  
**Resumen de costos de operación**

<b>Operaciones unitarias</b>	<b>Costo US \$/TM</b>	<b>% participación</b>
Mano de Obra	10,29	28
Perforación	17,17	47
Voladura	9,12	25
<b>Total</b>	<b>36,58</b>	<b>100</b>

**Cuadro 4.14**  
**Beneficio económico estimado para mineros de la zona de Lomada**

<b>Rubros</b>	<b>Costos</b>	<b>Unidades</b>
Costo operativo unitario	36,58	US \$/TM
Costo de transporte	50,00	US \$/TM
Costo de selección	5,00	US \$/TM
Costo del proceso de recuperación (maquila)	150,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	10,25	US \$/TM
Costo total de explotación y selección	215,25	US \$/TM
<b>Índice de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (mineros artesanales)	9,00	oz/TM
Ley de mineral reportado (muestra)	12,00	oz/TM
Ley de mineral liquidado	9,60	oz/TM
Precio de venta	700,00	US \$/oz
Precio internacional del oro*	900,00	US \$/oz
Ingreso por tonelada de mineral	6 720,00	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	6,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	40320,00	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	1291,50	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>39 028,50</b>	<b>US \$/mes</b>

\*Cotización internacional de oro a julio de 2009.





**Foto 4.13** Minero artesanal con una mini batea, probando la concentración del mineral de oro, este mecanismo es regular para determinar la continuidad de los trabajos de explotación - zona Lomada.



**Foto 4.14** Minero artesanal en plena tarea de preparación de tacos para el cargado de taladros con dinamita - zona Lomada.

## LABOR MINERA DE LA ZONA AGUADA

Está situada en la Región Lima, provincia de Canta y distrito de Santa Rosa de Quives. Sus coordenadas UTM son: 8 699 768 N-298 762 E y de altitud 1775 m. Se encuentra al N-E de la Región Lima.

### Accesibilidad

El acceso se realiza desde Lima por la Av. Túpac Amaru. De allí, se toma la carretera hacia Canta hasta el Kilómetro 31,5, para luego hacia la derecha atravesar el fundo Cassinelli. Recorriendo por un tramo de 18,5 km, por trocha carrozable, se arriba a las labores Antiguas Sur.

### Marco geológico

Pertenece al Batolito de la Costa de la franja de Oro, relacionado con intrusivos del Cretácico Superior. Se caracteriza por tener mineralizaciones en vetas con cuarzo-oro-sulfuros, hospedadas en intrusivos y controladas por fallas transcurrentes NO-SE. El yacimiento se presenta en estructuras mineralizadas paralelas de

tipo vetas, que afloran aproximadamente a 300 m, tiene rumbo N45°O, buzamiento 70° NE y potencia de 0,03 m.

Las estructuras mineralizadas afloran en rocas de la superunidad Santa Rosa del Cretáceo Superior, tonalita diorita y tonalita granodiorita. La mineralización consiste principalmente de pirita, cuarzo, calcopirita (donde están asociados el oro, la rodonita, la limonita hematina).

El oro se presenta en dos zonas bien definidas: una zona oxidada hacia la superficie y otra de sulfuros primarios con mineralización hipógena en los niveles inferiores.

Las rocas intrusivas del Batolito de la Costa en los segmentos de Arequipa llega a Lima y continúa a Trujillo y Piura, con la diferencia que son rocas ígneas de diferente naturaleza.

### Marco geológico

Esta zona presenta un aspecto de abandono reciente, al parecer fueron áreas de donde se iniciaron los trabajos de los mineros. En la actualidad no hay evidencias de operaciones.

## Resultados del análisis químico

**Cuadro 4.15**  
**Resultados del análisis químico**

N° Muestra	Au g/TM	Ag ppm	Cu ppm	Mo ppm	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Detalle
CH-AT-016	7,03	5,31	233,1	6,23	447,9	1662	207	Clasificación manual de estructura mineralizada.
CH-AT-017	4,69	>10	212,7	10,10	357,4	1188	694	Clasificación manual de estructura mineralizada.



**Foto 4.15** Veta de cuarzo aurífero de 300 m de longitud aproximadamente, orientada con rumbo N 45° O, buzamiento 70° NE y potencia 0,50 m - zona La Aguada.



**Foto 4.16** Se observa una serie de vetas auríferas paralelas de rumbo N-S con buzamiento subvertical zona La Aguada.



**Foto 4.17** Disposición de material aurífero extraído de labores mineras subterráneas con concentraciones de baja ley - zona La Aguada.

## ÁREAS RECOMENDADAS DE MAYOR CONCENTRACIÓN (AU-CU)

**Cuadro 4.17**

### Zona central de mayor concentración aurífera en actividad

Zona Potencial	Vértice	Norte	Este	Características
Chosica Yangas	1	8 704 000	307 000	Rocas de la superunidad Santa Rosa del Cretáceo Superior, tonalita diorita y tonalita granodiorita. Este yacimiento de tipo de vetas paralelas, tiene rumbos promedio N-S y N 45° E, buzamiento subvertical y de potencia de 2-5 cm.
	2	8 699 000	307 000	
	3	8 699 000	298 000	
	4	8 704 000	298 000	

**Cuadro 4.18**

### Zona norte con posibilidades de concentración aurífera

Zona Potencial	Vértice	Norte	Este	Características
Chosica Yangas	1	8 724 000	315 000	Rocas de la superunidad Santa Rosa del Cretáceo Superior, tonalita diorita y tonalita granodiorita. Este yacimiento de tipo vetas, posiblemente continúe en esta zona.
	2	8 704 000	315 000	
	3	8 704 000	304 000	
	4	8 724 000	304 000	

**Cuadro 4.19**

### Zona sur con posibilidades de concentración aurífera

Zona Potencial	Vértice	Norte	Este	Características
Chosica Yangas	1	8 699 000	318 000	Rocas de la superunidad Santa Rosa del Cretáceo Superior, tonalita diorita y tonalita granodiorita. Este yacimiento de tipo vetas, posiblemente continúe en esta zona.
	2	8 680 000	318 000	
	3	8 680 000	300 000	
	4	8 699 000	300 000	

## CONCLUSIONES

- La franja metalogenética en la que se ubica la zona de estudio alberga depósitos de Au, Pb, Zn, Cu y está relacionada con intrusivos del Cretácico Superior (Batolito de la Costa). Se caracteriza por tener mineralizaciones en vetas con cuarzo-oro-sulfuros, hospedadas en intrusivos controlados por fallas transcurrentes NO-SE.
- El oro se presenta en dos zonas bien definidas: una zona oxidada hacia la superficie y otra de sulfuros primarios con mineralización hipógena en los niveles inferiores.
- El área de interés económico donde los mineros artesanales desarrollan sus actividades, se ubican en ambientes de rocas intrusivas que afloran y están constituidos por rocas de la Superunidad Santa Rosa del Cretáceo superior, tonalita diorita y tonalita granodiorita.
- Las perspectivas de mantener el oro a los precios actuales y los posibles incrementos productivos son inminentes, por lo que se hace lógico que yacimientos auríferos que en un momento dejaron de ser económicos o que nunca lo fueron ahora lo son y lo serán. Esta conclusión ha permitido extrapolar el análisis hacia el contexto de la minería de pequeña escala, por lo que no es nada extraño que en la actualidad se evidencie el incremento de operaciones de mineros artesanales en diversas zonas del Perú, advertidas por INGEMMET en sus trabajos de campo.
- De lo manifestado se desprende también una preocupación que no puede ser ajena a la problemática que consigo acarrea este tipo de operaciones y que al verse incrementadas, también aumentarán el riesgo de poder controlar cierto desborde social. Es entonces importante observar el desenvolvimiento de este subsector de mineros artesanales, encontrando mecanismos que permitan canalizar los esfuerzos que en la coyuntura de buenos precios y de falta de control en algunos lugares del país, se hacen complicados y pueden producir efectos negativos que perjudicarían no solo a la minería formal sino esta vez también a la sociedad en general.
- No se ha advertido grandes zonas de tratamiento o recuperación metalúrgica de ningún tipo, puesto que el mineral (ROM) es transportado en camiones hacia plantas del sur (Ica y Arequipa) donde se procesan con técnicas desarrolladas.
- El nivel organizativo en la zona es embrionario, no obstante, la experiencia traída del sur ha permitido una articulación ágil y con perspectivas de fortalecimiento, puesto que los mineros tienen coordinaciones con las autoridades de la zona.
- Se estima que la ley promedio de las vetas explotadas oscila en 0,5 oz/TM.
- La ubicación geográfica de esta ocurrencia mineralizada ha despertado bastante expectativa en personas que desconocen del quehacer minero y se ha trasladado a gente que ni siquiera tiene el conocimiento básico de dicha actividad.
- La perspectiva de los trabajadores mineros es incierta, ya que siempre estarán sujetos a la situación jurídica del yacimiento, a las condiciones geológico-económicas de los yacimientos y a la capacidad y pericia de encontrar mayores concentraciones. Mientras esas condiciones son sorteadas, los mineros artesanales permanecerán en situación temporal. Temporalidad que puede convertirse en años o ser permanente.

## BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA, C., et al. (2001) - Análisis integrado de trabajo de campo, aplicado a la cuenca media y baja del río Chillón, Lima. *Rev. Inst. Investig. Fac. Minas Metal Cienc. Geogr*, 4(7): 7-12.
- COBBING, E.J., PITCHER, W.S. & GARAYAR, J. (1973) - Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta. *Servicio de Geología y Minería, Boletín*, 26, 172 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2005) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 4. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 14, 422 p.
- LOAIZA, E. (1997) - *Proyecto minero de inversión para la mina Cone 1*. Tesis Bach., Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- PALACIOS, O.; CALDAS, J. & VELA, CH. (1992) - Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 43, 163 p.
- PERU. MINISTERIO DE SALUD. DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (2008) – *Vigilancia de la calidad de los recursos hídricos: río Chillón 2007* (en línea). Lima: DIGESA. (consulta: junio 2008). Disponible en: <[http://www.digesa.sld.pe/pw\\_deepa/rios/2007/chillon\\_07.pdf](http://www.digesa.sld.pe/pw_deepa/rios/2007/chillon_07.pdf)>
- SÁNCHEZ, V., RODRÍGUEZ, I & QUISPE, J. (2007) - *Evolución tectónica de la Deflexión de Huancabamba, norte del Perú: implicancias geodinámicas y económicas*, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- VALCÁRCEL, M & CANCINO, I (2000) - Institucionalidad y riego: el caso del valle Chillón. *Debate Agrario: Análisis y alternativas*, (31): 77-97.

## **ANEXO**

# RESUMEN DE ESTUDIO PETROMINERALÓGICO DE 5 MUESTRAS DE ROCA MINERÍA DE YANGAS (CANTA)

(10 ESTUDIOS PETROGRÁFICOS Y 6 MINERAGRÁFICOS)

LEONOR RAMÍREZ YATACO & ROSA E. ANDRADE TALLEDO

## MUESTRA N° M-4 - LABOR MINERA ZONA LAJAS

### ESTUDIO MINERAGRÁFICO

Cristales y agregados de pirita con formas euhedrales a subhedrales y tamaños que llegan a 0.70 mm, se hallan diseminados en intersticios de las gangas y como inclusiones en calcopirita, cobres grises y galena los cuales la reemplazan. Presentan porosidades rellenas por esfalerita, calcopirita, cobres grises y galena.

Ocurren cristales de arsenopirita con formas euhedrales a subhedrales y tamaños menores de 0.28 mm, diseminados, en intersticios de las gangas y como inclusiones en cobres grises y galena. Presenta porosidades rellenas por calcopirita y galena.

Se observa esfalerita (esfalerita I) en forma de estrellas como exsolución en calcopirita I. La esfalerita II se halla con exsolución de calcopirita (calcopirita II) relleno intersticios de las gangas, porosidades y microfracturas de arsenopirita, pirita y calcopirita I. Presenta inclusiones de arsenopirita.

Ocurren dos generaciones de calcopirita: 1) calcopirita I con exsolución de estrellas de esfalerita se halla diseminada, en intersticios de las gangas, relleno porosidades de pirita y arsenopirita así como inclusiones en galena, es reemplazada por cobres grises y galena, y 2) calcopirita II se encuentra como exsolución en esfalerita.

Se hallan cobres grises en intersticios de las gangas. Reemplaza a calcopirita I y es reemplazada por galena.

La galena rellena intersticios de las gangas, porosidades y microfracturas de pirita y arsenopirita, reemplaza a pirita, calcopirita I y cobres grises.

Granos de oro con tamaños menores de 0.06 mm (3 granos) ocurren en porosidades y bordes de pirita, relleno microfracturas de arsenopirita así como intersticios de las gangas. Un grano presenta inclusiones de arsenopirita.

### Porcentaje Aproximado:

Pirita (25%), Arsenopirita (3%), Esfalerita I (Trazas), Esfalerita II (Trazas), Calcopirita I (2%), Calcopirita II (Trazas), Cobres Grises (Trazas), Galena (10%), Oro (Trazas), Gangas (60%)

### Secuencia de Formación Probable:

Pirita

Arsenopirita

Calcopirita I-Esfalerita I

Esfalerita II- Calcopirita II

Cobres Grises,

Galena,

Oro

Textura: De relleno, diseminado y reemplazamiento.

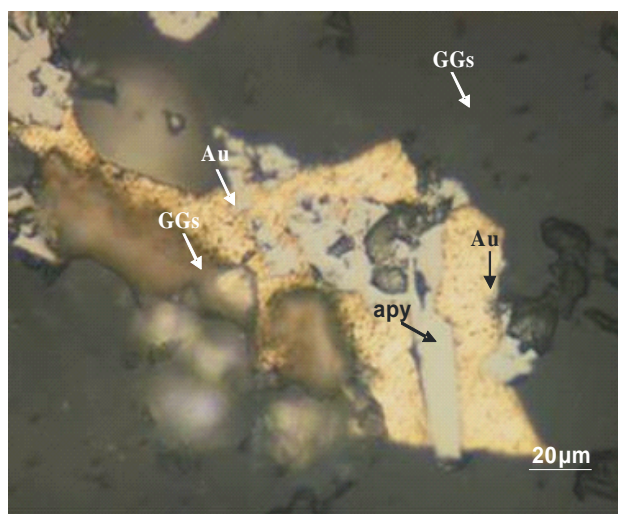


Foto N° 1

Muestra M- Nícoles Paralelos. Granos de oro (Au) rellenan intersticios de las gangas (GGs) y presentan inclusiones de arsenopirita (apy).



## MUESTRA N° M-5 - LABOR MINERA ZONA LAJAS Estudio Petrográfico

### Clasificación de la roca: DIORITA

Roca constituida por cristales orientados de plagioclasas con cuarzo, biotitas y anfíboles intersticiales. Se observan minerales opacos diseminados.

Los cristales de plagioclasas presentan formas euhedrales a subhedrales y tamaños que varían de 0.24 mm a 3.60 mm, orientados, maclados, ligeramente alterados por agregados de sericita, arcillas y óxidos de hierro. Presentan inclusiones de apatito y microfracturas rellenas por cloritas y epidotas.

Cristales de cuarzo con tamaño promedio de 0.40 mm se encuentran en intersticios de plagioclasas. Presenta microfractura rellena por carbonatos.

Se presentan biotitas con formas euhedrales a anhedrales en intersticios de plagioclasas, incipientemente alteradas por epidotas. Presentan inclusiones de plagioclasas y apatito.

Ocurren cristales de piroxenos con formas euhedrales a subhedrales y tamaño promedio de 1.20 mm, parcialmente alterados por epidotas, cloritas, carbonatos y óxidos de hierro, algunos se presentan uralitizados.

Minerales opacos con formas euhedrales a anhedrales y tamaños menores de 0.40 mm se hallan diseminados, relleno intersticios y clivaje de biotitas. Algunos minerales opacos están rodeados por cloritas o epidotas, otros presentan carbonatos en sus bordes. Se observan carbonatos alterando incipientemente a plagioclasas, piroxenos, relleno corta microfractura de cuarzo y en bordes de minerales opacos.

Agregados de turmalina se encuentran en intersticios de plagioclasas.

Cristales euhedrales a subhedrales de apatito con tamaños menores de 0.22 mm se encuentran como inclusiones en plagioclasas, biotitas y en minerales opacos. Ocurre cristal de zircón con forma euhedral y tamaño de 0.14 mm.

Textura/s: Granular hipidiomórfica

Mineralogía:

Esenciales: Plagioclasas (76%), biotitas (10%)

Accesorios: Piroxenos (7%), Anfíboles (2%), cuarzo (2%), Minerales Opacos (<2%), turmalina (Trazas), sericita (Trazas), Carbonatos (Trazas), epidotas (Trazas), Óxidos de hierro (Trazas), Cloritas (Trazas), apatito (Trazas), zircón (Trazas)

Secundarios: sericita, Carbonatos, epidotas, Óxidos de hierro, Cloritas

Alteraciones: Sericitización, carbonatación, epidotización, oxidación, cloritización incipientes.

## MUESTRA N° M-6 LABOR MINERA ZONA LAJAS Estudio Petrográfico

### Clasificación de la roca: DIORITA

Cristales de plagioclasas, macladas y algunos cristales zonados, ciertos cristales se presentan ligeramente deformados y con varios cristales de zircón y minerales opacos incluidos en ellos, con tamaños menores de 4mm, se hallan escasamente alterados por las arcillas.

Los cristales de piroxenos se presentan de formas subhedrales y anhedrales con tamaños menores de 2mm, están siendo reemplazados parcialmente por los anfíboles y biotita, algunos cristales contienen inclusiones de minerales opacos, se hallan relleno intersticios.

Biotita, como cristales de formas subhedrales con tamaños menores de 2.6mm, se presentan reemplazando parcialmente a los piroxenos. Algunos cristales de biotita contienen inclusiones o son reemplazados por los minerales opacos.

Los cristales de anfíboles presentan formas subhedrales y anhedrales con tamaños menores de 0.4mm, se hallan reemplazando a los piroxenos.

Los cristales de cuarzo de forma anhedral y con tamaños menores de 1mm, se presentan relleno intersticios, en sectores se observa intercrecimiento mirmekítico, consistiendo de granos de cuarzo de forma irregular en contacto con plagioclasas y feldespatos potásicos.

Los feldespatos potásicos de forma anhedral, con tamaños menores de 2mm. ocurre entre los granos de plagioclasas, contiene inclusiones de agujas de posibles rutilos?.

Los minerales opacos se presentan de formas euhedrales a anhedrales, tienen tamaños menores de 1.2mm, mayormente reemplazando parcialmente a las biotitas; piroxenos o a veces están como inclusión en los feldespatos.

Zircón, como cristales euhedrales con tamaños menores de 0.05mm, ocurren incluidos en las plagioclasas.

Apatito, se encuentra como cristales de formas euhedrales, con tamaños menores de 1mm, como inclusión en los feldespatos y relleno intersticios

Textura/s: Granular hipidiomórfica

Mineralogía:

Esenciales: Plagioclasas (83.5%)

Accesorios: biotita (6%), Piroxenos (4%), Feldespatos Potásicos (3%), cuarzo (2%), Anfíboles (0.5%), Arcillas (<0.5%), apatito (<0.5%), uralita (Trazas), zircón (Trazas)

Secundarios Arcillas, uralita

Alteraciones: Argilización y uralitización incipiente.

### **MUESTRA N° M-8 LABOR MINERA ZONA CARACOL N° 1 Estudio Minerográfico**

Magnetita ocurre como cristales de formas anhedrales con tamaños menores de 0.3mm, se halla relleno intersticios, porosidades y diseminados en la ganga, algunos cristales presentan venillas cortas rellenas por calcopirita?, asimismo es reemplazada parcialmente por la pirita.

Calcopirita se presenta como cristales de formas subhedrales y anhedrales con tamaños menores 0.05mm, relleno venillas cortas, porosidades de pirita y diseminados o porosidades de la pirita.

Ilmenita, se presenta como granos de formas anhedrales con tamaños menores de 0.1mm, relleno intersticios.

La pirita subhedral a anhedral y tamaños menores de 0.06 mm, ocurre diseminada en la ganga, es reemplazada parcialmente por la calcopirita.

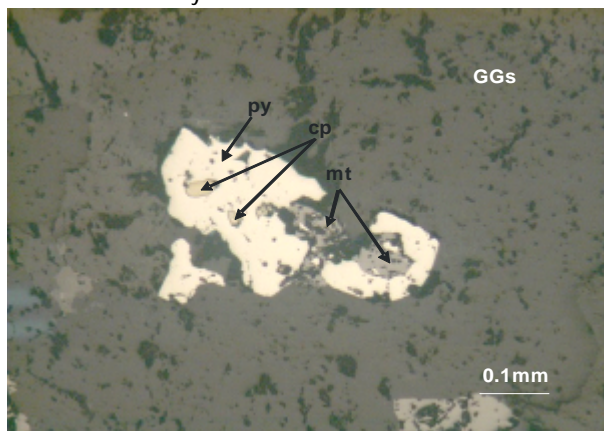
La ganga corresponde a la parte no metálica

Porcentaje Aproximado:

Magnetita (<3%), Ilmenita (<1%), Pirita (Trazas), Calcopirita (Trazas), Ganga (96%)

Secuencia de Formación Probable: Magnetita, Ilmenita, Pirita, Calcopirita.

Textura: De relleno y diseminado.



**Foto N° 2** Muestra N° M-8 Nicoses cruzados. Granos de magnetita (mt) reemplazados por pirita (py), uno de ellos contiene calcopirita (cp), los que rellenan sus porosidades. Los sulfuros y magnetita rellenan intersticios de la ganga (GGs).

### **MUESTRA N° M-8 LABOR MINERA ZONA CARACOL N° 1 Estudio Petrográfico**

#### **Clasificación de la roca: DIORITA**

La roca ígnea intrusiva está constituida por cristales de plagioclasas de formas ehedrales y subhedrales, de aspecto tabular, tiene tamaños menores de 3.6mm, aunque algunos cristales llegan a medir 4mm, ocurren alterados a sericita-arcillas.

Cuarzo, de forma anhedral y con tamaños menores de 1.1mm, ocurren relleno intersticios.

Biotita, los cristales presentan formas subhedrales y anhedrales con tamaños menores de 0,9mm, se encuentran alterados por las cloritas siguiendo direcciones de clivaje.

Los anfíboles se presentan como cristales de formas subhedrales y anhedrales con tamaños menores de 0.5mm, se encuentran alterados parcialmente por cloritas, en menor proporción por epidotas

Piroxenos, se observa relictos de piroxenos, de formas anhedrales con tamaños menores de 0.15mm, alterados por la uralita.

Los minerales opacos de formas anhedrales, con tamaños menores de 0.8mm, se presentan relleno intersticios. en sectores se halla reemplazando parcialmente a los ferromagnesianos.

Textura/s: Granular hipidiomórfica.

Mineralogía:

Esenciales: Plagioclasas (84.5%)

Accesorios: cuarzo 4%, Anfíboles (3%), biotita (2%), Cloritas (2%), Minerales opacos (2%), uralita (<1%), Arcillas (0.5%), Piroxenos (0.5%), sericita (0.5%), epidotas (Trazas)

Secundarios: Cloritas, uralita, sericita, Arcillas, epidotas.

Alteraciones: Cloritización débil, uralitización muy débil, argilización, sericitización y epidotización incipientes incipiente.

#### **Observaciones**

La roca está en contacto con otra roca intrusiva de la misma composición con presencia de carbonatos, pero de granulometría más fina.

### **Muestra N° M-10 LABOR MINERA ZONA CARACOL N° 1 Estudio Minerográfico**

Occurren cristales de pirita con formas euhedrales a subhedrales y tamaños menores de 1.50 mm en intersticios de las gangas y como inclusiones en calcosina y arsenopirita. Presentan porosidades rellenas por esfalerita, calcopirita, galena y oro así como microfracturas rellenas por arsenopirita, calcosina y covelita.

Cristales subhedrales de arsenopirita se encuentran diseminados, en intersticios de las gangas y de pirita asimismo en fracturas y bordes de pirita. Presenta porosidades rellenas por esfalerita, calcopirita y galena.

Se observa calcopirita (calcopirita I) con exsolución de esfalerita (esfalerita I) diseminada, relleno intersticios de las gangas, porosidades de pirita y arsenopirita. Es reemplazada por calcopirita, bornita, calcosina y covellita.

Se presenta esfalerita (esfalerita II) con exsolución de calcopirita (calcopirita II) relleno porosidades de pirita e intersticios de las gangas. Es reemplazada en sus bordes por calcosina y covellita.

Trazas de galena se encuentra relleno porosidades de arsenopirita y pirita.

Ocurre bornita en intersticios de las gangas, en porosidades de pirita y reemplazando a calcopirita. Es reemplazada por calcosina. Presenta relictos de calcopirita.

Se halla covellita en microfracturas de esfalerita y reemplazando a calcopirita y esfalerita por sus bordes.

Grano de oro de 0.01 mm se encuentra como inclusión en arsenopirita y granos de oro con tamaños menores de 0.06 mm se hallan relleno porosidades de gangas, pirita, arsenopirita y esfalerita así como microfracturas de arsenopirita.

Se observa grano de plata nativa de 0.10 mm. como inclusión en gangas.

Ocurren limonitas relleno intersticios, fracturas e impregnando a las gangas.

Porcentaje Aproximado

Pirita (15%), Arsenopirita (1%), Esfalerita I (Trazas), Esfalerita II (Trazas), Calcopirita I (1%), Calcopirita II (Trazas), Bornita (Trazas), Galena (Trazas), Calcosina (1%), Covellita (Trazas), Oro (Trazas), Plata Nativa (Trazas), Limonitas (2%), Gangas (79%).

Secuencia de Formación Probable

Pirita

Arsenopirita

Calcopirita I- Esfalerita I

Esfalerita II- Calcopirita II

Bornita

Galena

Calcosina

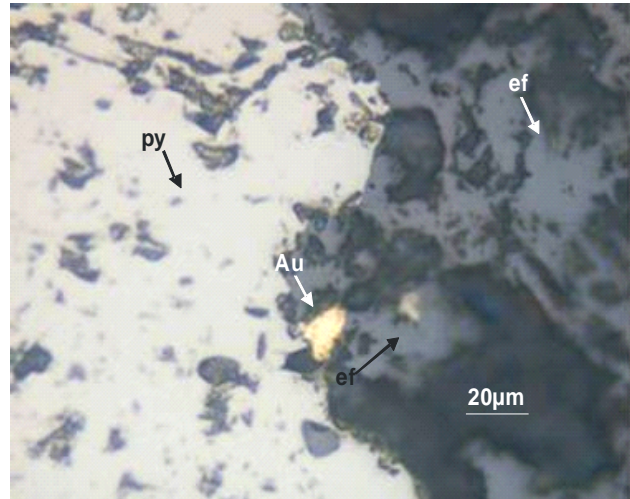
Covellita

Oro

Plata Nativa.

Limonitas

Textura: De relleno, reemplazamiento, diseminado



**Foto N° 3** Muestra M-10 Nicoles Paralelos. Ocurre pirita (py) reemplazada por esfalerita (ef) y con porosidades rellenas por esfalerita. Se observa grano de oro (Au) en porosidad de esfalerita.

## MUESTRA N° M-11 LABOR MINERA ZONA CARACOL N° 2 Estudio Petrográfico

### Clasificación de la roca: CUARZODIORITA PORFIRÍTICA

Roca constituida por fenocristales de plagioclasas, cuarzo y piroxenos en matriz compuesta de feldespatos, cuarzo y biotitas.

Los fenocristales de plagioclasas llegan a medir 2.70 mm, se encuentran maclados, microfracturados, algunos zonados, con bordes subredondeados, ligeramente alterados por arcillas y óxidos de hierro y con inclusiones de biotitas.

Se observan intercrecimiento vermicular de cuarzo y plagioclasas.

Escasos fenocristales de cuarzo con formas subredondeadas a redondeadas y tamaños menores de 0.75 mm, están ligeramente corroídos por la matriz.

Los fenocristales de piroxenos con tamaño promedio de 0.86 mm, se presentan con inclusiones de biotitas y minerales opacos finamente diseminados. Se encuentran ligeramente uralizados e incipientemente alterados por epidotas.

Se presenta minerales opacos con tamaños menores de 1.10 mm, están siendo reemplazados por agregados de epidotas.

Se observan agregados de biotitas alteradas por epidotas.

La matriz está constituida por cristales de feldespatos, cuarzo (cuarzo I), biotitas, escasos piroxenos y epidotas. Se observan intercrecimientos gráficos de cuarzo y feldespatos.

Moldes de cristales se hallan alterados por agregados de cuarzo con granulometría promedio de 0.40 mm.

Cristales de apatito con tamaños menores de 0.60 mm se encuentran en la matriz y en pequeños cristales como inclusiones en feldespatos y cuarzo.

Ocurren cristales de esfena con formas subhedrales y tamaño promedio de 0.15 mm como inclusiones en fenocristales de plagioclasas. Algunos se encuentran asociados a minerales opacos.

Se observa vena rellena por agregados de cuarzo (cuarzo III) con granulometría promedio de 0.40 mm junto a feldespatos, biotitas y epidotas intersticiales.

Textura/s: Porfírica

Mineralogía:

Esenciales: Plagioclasas (70%), cuarzo I (15%)

Accesorios: cuarzo III (6%), biotita (3%), Piroxenos (2%), Minerales Opacos (2%), cuarzo II (<1%), Anfíboles (Trazas), epidotas (Trazas), Arcillas (Trazas), apatito (Trazas), esfena (Trazas), Óxidos de hierro (Trazas)

Secundarios: cuarzo III, cuarzo II, Arcillas, epidotas, Óxidos de hierro

Alteraciones: Silicificación moderada; Argilización, epidotización, oxidación incipiente.

## **MUESTRA M-14 LABOR MINERA LA LOMADA**

### **Estudio Petrográfico**

#### **Clasificación de la roca: DIORITA**

Roca constituida esencialmente por cristales orientados de plagioclasas, cuarzo, biotitas así como escasos anfíboles y piroxenos.

Cristales de plagioclasas con formas euhedrales a subhedrales y tamaños que llegan a 2,30 mm, se encuentran maclados y alterados por sericita, arcillas, carbonatos y óxidos de hierro.

Los cristales de biotitas se presentan con formas subhedrales y tamaño promedio de 1.70 mm, encontrándose ligeramente flexionados y alterados por cloritas y óxidos de hierro siguiendo el clivaje.

Se observan cristales de cuarzo primario con tamaño promedio de 0.36 mm en intersticios de plagioclasas.

Moldes de máficos, posiblemente de piroxenos, se hallan alterados por cloritas o por carbonatos con óxidos de hierro.

Ocurren anfíboles con tamaños menores de 1 mm en intersticios de plagioclasas, alterados por epidotas y óxidos de hierro.

Minerales opacos con formas euhedrales a subhedrales se hallan diseminados, en clivaje de biotitas y en venas. Están alterados por óxidos de hierro.

Las cloritas se presentan en agregados fibrosos dispuestos radialmente alterando a biotitas y en intersticios de plagioclasas.

Se observan agregados de esfena en intersticios de las plagioclasas y en clivaje de biotitas.

Venillas de limonitas atraviesan la muestra.

Textura/s: Granular hipidiomórfica

Mineralogía:

Esenciales: Plagioclasas (77%), biotitas (12%)

Accesorios: cuarzo (3%), Anfíboles (2%), Óxidos de hierro (2%), Minerales Opacos (1%), Piroxenos (1%), sericita (1%), Cloritas (Trazas), epidotas (Trazas), Carbonatos (Trazas), esfena (Trazas)

Secundarios: Óxidos de hierro, sericita, epidotas, Carbonatos

Alteraciones: Oxidación, sericitización, epidotización, carbonatación

## **MUESTRA M-15 LA LOMADA**

### **Estudio Minerográfico**

Pirita, se presenta como cristales de formas subhedrales a anhedrales, con tamaños menores de 0.8mm, ocurre diseminado o rellenando microfracturas cortas, en clivaje o reemplazando de algunos ferromagnesianos de la ganga; es reemplazado parcialmente por la calcopirita-covelita, también es alterado parcialmente por las limonitas.

Calcopirita II, ocurre como cristales de formas euhedrales con tamaños menores de 0.7mm, es reemplazado por bornita y a modo de corona por covelita, digenita y calcosina, en algunas casos se observa relictos., así mismo rellena o quedades de la pirita. La calcopirita I se presenta en exsolución en la esfalerita.

Esfalerita se observa granos de esfalerita de formas anhedrales con tamaños menores de 0.09, contienen inclusiones de calcopirita I a modo de exsolución, ocurre rellenando intersticios de la ganga, es reemplazado a modo de corona por la calcosina.

Covelita, se presenta reemplazando a modo de corona o parcialmente por los bordes a la calcopirita, algunos granos rellenan porosidades de pirita.

Digenita, altera a calcopirita, algunas veces acompañada con la covelita.

Calcosina se presenta, reemplazando a la esfalerita y alterando a la bornita y calcopirita II a modo de corona.

Bornita, ocurre de forma anhedral con tamaños menores de 0.04mm, es alterado por la covelita, digenita y calcosina. Reemplaza parcialmente a calcopirita II.

Las limonitas se hallan como impregnación en la ganga o alterando a la pirita.

La ganga corresponde a la parte no metálica.

Porcentaje Aproximado:

Ganga (>93%), Pirita (2%), Calcopirita I (Trazas), Calcopirita II (<1%), Bornita (Trazas), Covelita-Calcosina-Digenita (1%), Esfalerita (1%), Limonitas (3%).

Secuencia de Formación Probable:

Pirita

Esfalerita-calcopirita I

Calcopirita II

Bornita

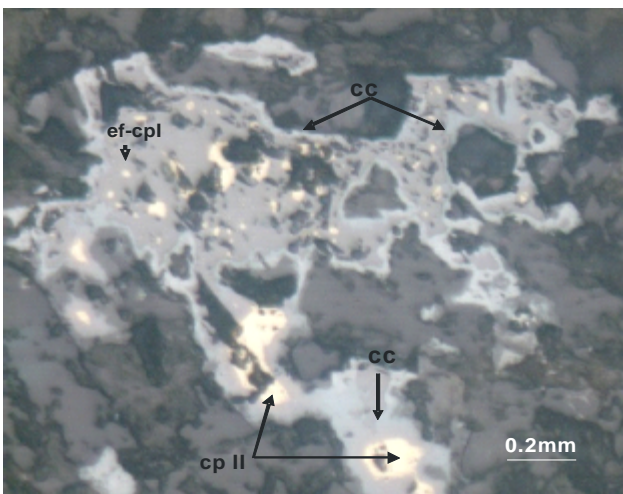
Covelita

Calcosina

Digenita

Limonitas

Textura: De reemplazamiento, intersticial y diseminado



**Foto Nº 4** Muestra Nº M-15 Nícoles cruzados. Esfalerita (ef) con exsolución de calcopirita I (cpl) reemplazada por calcopirita II (cp II) y alterada por calcosina (cc) a modo de corona. Los sulfuros se hallan relleno de intersticios.

## MUESTRA Nº M-18 LABOR AGUADA

### Estudio Petrográfico

#### Clasificación de la roca: CUARZO DIORITA

Roca intrusiva, en la que se observa cristales de plagioclasas con formas euhedrales y subhedrales y tamaños 4.8mm, alteradas por sericita y arcillas. Los anfíboles se presentan como fenocristales de formas subhedrales y anhedral con tamaños menores de 3.6mm, ocurren alterados por las cloritas y/o carbonatos, o por cloritas-carbonatos-cuarzo II, algunos fenocristales contienen inclusiones de minerales opacos.

Los minerales de cuarzo I de formas anhedral, de tamaños menores de 0.8mm, se presentan débilmente con extinción ondulante y algunos con bordes suturados y se hallan relleno de intersticios o intersticialmente.

Minerales opacos de formas anhedral con tamaños menores de 0.4mm, mayormente se hallan incluidos en los anfíboles, o reemplazando parcialmente a ellos, algunos minerales opacos están asociados a los carbonatos, al parecer es reemplazado por los carbonatos.

Apatito se presenta como cristales de formas euhedrales a anhedral con tamaños menores de 0.3mm incluidos en los anfíboles, aunque se ha encontrado un cristal de apatito de forma subhedral y con tamaño de 1.7mm. Se ha localizado cristales de uralita escasamente alterados por carbonatos, posiblemente han reemplazado a los piroxenos.

La roca presenta fracturas y venillas rellenas por cloritas, carbonatos y minerales opacos.

Textura/s: Granular hipidomórfica

Mineralogía: Esenciales: Plagioclasas (78%)

Accesorios: Anfíboles (8%), Cloritas (6%), carbonatos (5%), cuarzo I (4%), sericita (3%), Arcillas (3%), Minerales Opacos (2%), cuarzo II (1%), apatito (Trazas)

Secundarios: Cloritas, Carbonatos, sericita, Arcillas, cuarzo II

Alteraciones: Cloritización, carbonatación, sericitización y argilización débiles, silicificación muy débil.

## MUESTRA Nº M-18 LABOR AGUADA

### Estudio Minerográfico

Pirita, se presenta relicto en hematita, tienen formas anhedral y con tamaños menores de 0.05mm.

Goetita-limonitas, se hallan mayormente como pseudomorfos de formas euhedrales y subhedrales, antes pirita, a veces acompaña la goetita a hematita.

Calcopirita, ocurre como cristales de formas anhedrales con tamaños menores de 0.07mm mayormente rellenando fracturas, y como inclusión en la ganga, es alterada en los bordes por covelita, posteriormente alterada por las limonitas.

Ilmenita, ocurre como cristales de formas anhedrales con tamaños menores de 1mm, es alterada por la hematita a través de su clivaje y alterada por las limonitas por los bordes. La ilmenita rellena intersticios de la ganga.

Hematita se presenta rellenando parcialmente clivaje de la ilmenita

La ganga corresponde a la parte no metálica.

Porcentaje Aproximado

Ganga (>96%), Pirita (<0.5%), Calcopirita (<0.5%), Covelita (Trazas), Ilmenita (Trazas), Hematita-Goetita- Limonitas (>3%)

Secuencia de Formación Probable:

Ilmenita

Pirita

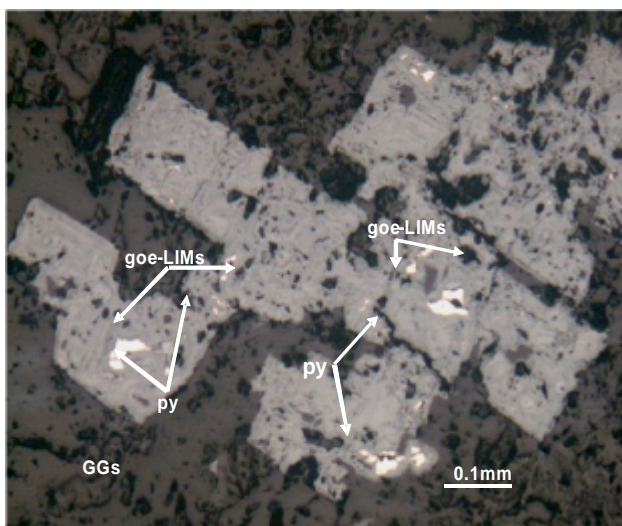
Calcopirita

Covelita

Hematita

Limonitas

Textura: De reemplazamiento



**Foto N° 5** Muestra N° M-18 Nicoles Cruzados. Seudomorfo de goetita-limonitas (goe-LIMs), con relictos de pirita (py), se presentan rellenando intersticios en la ganga (GGs).

## MUESTRA N° M-19 LABOR AGUADA

### Estudio Petrográfico

#### Clasificación de la roca: DIORITA

Roca ígnea intrusiva, constituida por cristales de plagioclasas de formas euhedrales y anhedrales con tamaños menores de 6,5 mm, alterados de débil a moderadamente por sericita-carbonatos.

Feldespatos potásicos de formas subhedrales con tamaños menores de 2mm. se hallan alterados parcialmente por las arcillas.

Se observa cristales de cuarzo I, de formas anhedrales con tamaños menores de 0.9mm, presentan extinción ondulante, algunos están débilmente fracturados.

Anfiboles, se presentan como cristales de formas subhedrales a anhedrales con tamaños menores de 2mm, se hallan alterados por cloritas, carbonatos.

Las biotitas de formas subhedrales con tamaños menores de 0.8mm, se presentan alterados moderadamente por las cloritas y cuarzo II.

Los minerales opacos ocurren con formas subhedrales a anhedrales y tamaños menores de 0.5mm, están parcialmente alterados por los óxidos de hierro.

Se encuentran algunos granos de uralita, posiblemente han alterado a piroxenos.

Se observan moldes de cristales alterados por cloritas con óxidos de hierro, cloritas, acompañados con los minerales opacos y carbonatos, otros están alterados por carbonatos.

La roca presenta fracturas rellenas por cuarzo-feldespatos potásicos con escaso óxidos de hierro, se observa fracturas paralelas rellenas por cuarzo-carbonatos acompañados con opacos, feldespatos potásicos y cloritas.

Textura/s: Granular hipidiomórfica

Mineralogía:

Esenciales: Plagioclasas (65%)

Accesorios: Anfiboles (7%), sericita (7%), Cloritas (4%), Carbonatos (4%), cuarzo (3%), cuarzo en venas (<3%), opacos (2%), Feldespatos Potásicos en venas (2%), Feldespatos Potásicos (<2%), cuarzo II (1%).

Secundarios: sericita, Cloritas, Carbonatos, cuarzo en venas, Feldespatos Potásicos en venas, cuarzo I.

Alteraciones: Sericitización débil a moderada cloritización y carbonatación débil a moderada, silicificación muy débil.

**MUESTRA N° M-19 LABOR AGUADA****Estudio Minerográfico**

Ocurre pirita como relictos en moldes alterados por limonitas y goethita.

Se observa trazas de pirrotita con tamaño promedio de 0.01 mm dispersa en las gangas, está siendo reemplazada por calcopirita.

Cristales de calcopirita con tamaños menores de 0.04 mm se encuentran incipientemente diseminados y en porosidades de las gangas.

Se presentan cristales de magnetita con tamaños menores de 0.17 mm, incipientemente diseminados y relleno de los intersticios de las gangas, están ligeramente reemplazados por hematita por sus planos de clivaje y sus bordes.

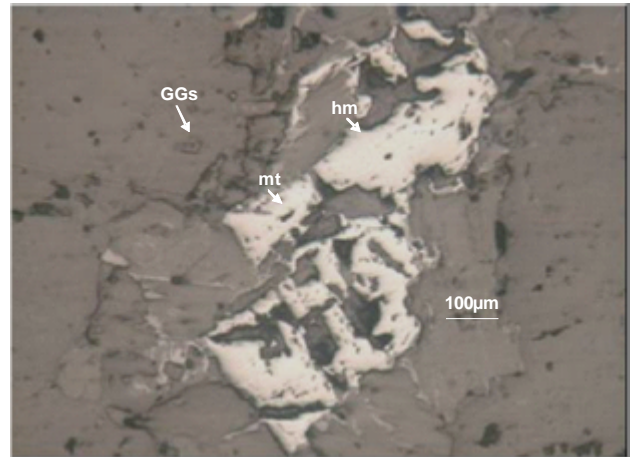
Ocurre grano de oro con tamaño de 0.003 mm como inclusión en las gangas.

Las limonitas y goethita alteran moldes de pirita, rellenan porosidades y fracturas e impregnan a las gangas.

La hematita se presenta alterando cristales de magnetita y relleno de los intersticios y porosidades de las gangas.

**Porcentaje Aproximado**

Magnetita (Trazas), Pirita (Trazas), Pirrotita ( T r a z a s ) , Calcopirita (Trazas), Oro (Trazas), Hematita (1%), Limonitas(1%), Goethita (Trazas), Gangas (97%)

**Secuencia de Formación Probable**

**Foto N° 6** Muestra M-19 Nicols Paralelos. Cristales de magnetita (mt) en intersticios de las gangas son reemplazados por hematita (hm).

Magnetita

Pirita

Pirrotita

Calcopirita

Oro

Hematita

Limonitas-Goethita

Textura: Reemplazamiento, de relleno, diseminado