

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD MINERA EN EL PERÚ



Reconocimiento de las Actividades Mineras y Metalúrgicas en la Franja Nasca-Ocoña-Arequipa

INFORME DE VISITA TÉCNICA DE CAMPO

Por:
Carlos J. Pérez Honores
Marcial Castro Sánchez
Edwin Loaiza Choque

 **INGEMMET**

Lima -Perú
Junio, 2003



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

JAIME QUIJANDRÍA SALMÓN
Ministro de Energía y Minas

CÉSAR POLO ROBILLIARD
Viceministro de Minas

RÓMULO MUCHO MAMANI
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

ALBERTO MANRIQUE POSTIGO
MIGUEL CARDOZO GOYTIZOLO
PEDRO HUGO TUMIALÁN DE LA CRUZ
CARLOS DEL SOLAR SIMPSON
VÍCTOR BENAVIDES CÁCERES
Consejo Directivo

HUGO RIVERA MANTILLA
Director Ejecutivo

FUNCIONARIOS TÉCNICOS RESPONSABLES

EDWIN LOAIZA CHOQUE
Dirección de Tecnología Minera-Metalúrgica

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Director de Sistemas de Información

Revisión e Impresión:
Dirección de Sistemas de Información, INGEMMET
Lima - Perú, 2003



Presentación

El INGEMMET a través de su Dirección de Tecnología Minera-Metalúrgica, durante el año 2002, ha realizado una visita al área comprendida en la franja aurífera Nasca-Ocoña, con el objeto de hacer un reconocimiento selectivo y la verificación de las actividades mineras y metalúrgicas a pequeña escala en yacimientos de minerales metálicos y no metálicos, su nivel de desarrollo, así como la verificación de la infraestructura social y disponibilidad de los servicios básicos.

Convencidos del potencial minero que yace en la zona de estudio, podríamos afirmar que ahora los mineros involucrados tienen una muy buena oportunidad de integrarse al sistema jurídico del país, esto como consecuencia de la dación de la Ley N° 27651, Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, como algunos ya lo vienen haciendo; fortaleciendo las ventajas comparativas existentes y superando las limitaciones de financiamiento.

Una característica común de la minería artesanal, es el entorno de pobreza y en algunos casos, de extrema pobreza en que se desarrolla; no obstante, esta actividad genera encadenamientos productivos que pueden posibilitar el desarrollo y crecimiento económico; además, la realidad nos muestra que para un gran número de personas que participan en la minería artesanal, esta actividad constituye una seguridad económica, ya que les proporciona ingresos durante épocas económicas difíciles, por lo que es muy probable que la minería artesanal sea una actividad eficaz para la lucha contra la pobreza rural y la migración hacia las ciudades.

Reconocidos organismos internacionales vienen asumiendo roles protagónicos en torno al tema de la minería de pequeña escala, sólo debido a que esta actividad viene deteriorando el medio ambiente, sino también por que se deteriora al propio ser humano, debilitando su salud y la de otras personas, trastocando los parámetros éticos y sociales y limitando un desarrollo humano apropiado; existe una gran variedad de causas del impacto ambiental en la minería artesanal, dentro de las que se puede destacar, la falta de conocimiento, educación y capacitación (técnica y ambiental); tecnología ineficiente y limitaciones técnicas; manejo y gestión administrativa ineficiente; errores de control humano; limitaciones económicas; falta de acceso a la tecnología; falta de información sobre mejores prácticas; falta de monitoreo y corrección, entre otras.

El presente informe muestra las características más importantes de las actividades mineras de pequeña escala que se desarrollan en la zona de la franja Nasca-Ocoña y Arequipa, obtenida en las visitas realizadas, así como de la información existente en

diversas publicaciones, además de las existentes en INGEMMET. Esperamos que este documento permita sustentar la inquietud de continuar indagando posibilidades de desarrollar las actividades económicas en torno a la minería artesanal con el objetivo claro de respaldar las buenas técnicas, sustituyendo las inadecuadas. Los esfuerzos que realizan los propios mineros en esta perspectiva, requieren el fortalecimiento de las capacidades de sus organizaciones para la construcción de propuestas de desarrollo sostenible.

Ing° RÓMULO MUCHO
Presidente del Consejo Directivo
INGEMMET

Contenido

Capítulo I	1
Introducción	1
1.1 OBJETIVOS Y ALCANCES	1
1.2 UBICACIÓN Y ACCESO	1
1.2.1 Ubicación de las zonas visitadas	1
1.2.2 Centros urbanos y poblados menores	2
1.2.3 Vías de acceso y transporte	2
1.3 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA	3
1.4 FUENTES ENERGÉTICAS	3
Capítulo II	5
Actividad Minera	5
2.1 SITUACIÓN ACTUAL	5
2.2 SITUACIÓN DEL ENTORNO LEGAL	5
2.3 EFECTOS EN LA SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	5
Capítulo III	7
Principales Áreas Mineralizadas	7
3.1 ASPECTOS GENERALES	7
Franja Aurífera Nasca-Ocoña	7
3.2 ÁREAS DE MINERALIZACIÓN METÁLICA	8
3.2.1 Yacimientos de pórfidos de Cu-Mo	8
3.2.2 Yacimientos filonianos	8
3.2.3 Cu-Au en el Batolito de la Costa	9
3.2.4 Mineralización asociada a rocas intrusivas	9
3.2.5 Mineralización en el área de Puquio	9
3.2.6 Mineralización en el área de Pacapausa	9
3.3 ÁREAS DE MINERALIZACIÓN NO METÁLICA	9
3.3.1 Aspectos generales	9
3.3.2 Calizas	9
3.3.3 Materiales de construcción	9
3.3.4 Piedra pómez	10
3.3.5 Rocas ornamentales	10
3.3.6 Sal común	11
Anexo Fotográfico	13
Foto-micrografías de minerales	15

Caracterización de las estructuras	16
Áreas de mineralización no metálica	17
Capítulo IV	19
Beneficio Minero Metalúrgico	19
4.1 EXPLOTACIÓN/EXTRACCIÓN MINERA	19
4.2 PREPARACIÓN MECÁNICA	20
4.3 EXTRACCIÓN POR AMALGAMACIÓN	20
4.4 EXTRACCIÓN POR CIANURACIÓN	21
4.5 ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN	23
4.5.1 Organización y sistemas de trabajo	23
4.5.2 Sistemas de transporte y comercialización	24
4.6 ANÁLISIS DE COSTOS	24
4.6.1 Costos-Minería Artesanal	24
4.6.2 Contabilidad minera y metalúrgica	25
Anexo Fotográfico	29
Explotación/extracción minera	31
Preparación mecánica de minerales	36
Extracción de oro por amalgamación	37
Extracción de oro por cianuración	38
Organización y sistemas de trabajo	40
Capítulo V	43
Áreas Visitadas	43
5.1 ZONA AREQUIPA-SANTUARIO DE CHAPI-CUENCA RÍO VÍTOR	43
5.2 ZONA OCOÑA-ATICO-CARAVELÍ-MINA EUGENIA-LAS CALAVERITAS	44
5.3 ZONA CHALA-CHÁPARRA-TORRECILLAS	46
5.4 ZONA CHALA-LA CAPITANA-RELAVES-MOLLEHUACA	47
5.5 ZONA YAUCA-JAQUÍ-SANTA FILOMENA	48
5.6 ZONA NASCA-SAN JOSÉ-TULÍN-INGENIO	49
5.7 SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA	49
5.8 RECONOCIMIENTO DEL IMPACTO AMBIENTAL	51
5.8.1 Actividad minera-subterránea	51
5.8.2 Actividad de beneficio de minerales	51
5.9 RECONOCIMIENTO DEL IMPACTO SOCIAL	52
Anexo Fotográfico	55
Zona Arequipa-Santuario de Chapi-Cuenca río Vítor	57
Zona Ocoña-Atico-Caravelí-Mina Eugenia-Las Calaveritas	61
Zona Chala-Cháparra-Torrecillas	62
Zona Chala-La Capitana-Relaves-Mollehuaca	65
Zona Yauca-Jaqui-Santa Filomena	68
Zona Nasca-San José-Tulín-Ingenio	70
Aspecto de la Actividad Socio-Económica	72
Reconocimiento del Impacto Ambiental	75
Reconocimiento del Impacto Social	76

Capítulo VI	81
Trabajos por Encargo	81
6.1 OBJETIVO Y ALCANCES	81
6.2 OBTENCIÓN DE MUESTRAS	81
6.3 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	82
6.4 COMENTARIOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	83
Capítulo VII	85
Conclusiones y Recomendaciones	85
7.1 CONCLUSIONES	85
7.2 RECOMENDACIONES	86
En el aspecto organizacional	86
En el aspecto tecnológico	86
En el aspecto medioambiental	87
En el aspecto de desarrollo sostenible	87
Anexo: Resultados de Laboratorio	89
Bibliografía	95

Capítulo I

Introducción

1.1 OBJETIVOS Y ALCANCES

El Plan Operativo del Año 2002 de la Dirección de Tecnología Minera-Metalúrgica contempla la Línea de Acción N° 2 "Diagnóstico de la Actividad Minera en Perú", en cumplimiento de la cual se programó realizar una visita de campo a la región minera de Nasca-Ocoña-Arequipa, los días del 17 al 25 de octubre de 2002, estableciéndose los siguientes objetivos y alcances:

- Efectuar el reconocimiento selectivo de las actividades mineras y metalúrgicas en pequeña escala en yacimientos de minerales metálicos y no metálicos existentes a lo largo de la franja comprendida entre Nasca, Ocoña y Arequipa.
- Verificar las condiciones de operación de los sistemas y métodos de trabajo en las etapas de minado, extracción y recuperación de los recursos mineros metálicos y no metálicos, incluyendo la correspondiente implementación de equipos, maquinarias e instalaciones electro-mecánicas.
- Verificar las condiciones de operación y disponibilidad de los sistemas y métodos para el suministro de energía eléctrica, abastecimiento de agua industrial y doméstica; vías de acceso y comunicaciones; talleres de mantenimiento, campamentos, laboratorios, oficinas y otros.
- Verificar en el ámbito de las áreas visitadas y sus respectivas áreas de influencia, las condiciones de gestión del riesgo y plan de contingencia en seguridad, salud y medio ambiente con relación al desarrollo de la actividad minera y metalúrgica.

- Verificar el grado de implementación de los servicios logísticos disponibles para el suministro de materiales, combustibles, reactivos, repuestos y accesorios en general.

1.2 UBICACIÓN Y ACCESO

1.2.1 Ubicación de las zonas visitadas

Las zonas visitadas (Fig. N° 1) se encuentran dentro del área denominada Sur medio, comprendida en la franja territorial que va desde Nasca, Ocoña hasta Arequipa; incluyendo las zonas de cuenca de los ríos San José (afluente del río Grande), Acarí, Yauca, Chala, Cháparra, Atico, Ocoña y Vitor (parte alta). Estas zonas tienen gran importancia por la presencia de numerosas canteras de materiales de construcción, rocas ornamentales y de yacimientos de hierro, cobre y oro explotados desde épocas pasadas en forma artesanal, así como en pequeña y mediana minería.

El área en mención presenta tres rasgos geomorfológicos regionales bien definidos: la Cordillera de la Costa, que se extiende paralela al litoral, con un ancho de 5 a 20 km, alcanzando altitudes de 1 000 msnm; caracterizada por un relieve de alta pendiente que desciende al mar como superficie de abrasión marina o como acantilado (Atico-Chala); Plataforma Costanera, conformada por una planicie extensa, formando de un lado una rampa de deyección y de otro lado una serie de plataformas levantadas, con altitudes que varían de 400 a 800 msnm; estas plataformas están constituidas por las pampas de Cuchimachay, Jahuai, Huaracanga, Majes, Colorada, La Joya, entre otras,

las cuales son interceptadas por una serie de ríos que bajan de la cordillera; *Estribaciones de la Cordillera Occidental*; con altitudes variables, de 2 500 a 3 500 msnm, de fuertes pendientes, disectadas por los ríos formando valles, algunos valles son encañonados muy profundos, de 2 000 a 3 000 m (Cotahuasi, Colca); el extremo sur de la Cordillera se presenta como una cadena de aparatos volcánicos que alcanzan elevaciones de más de 5 000 msnm.

La secuencia estratigráfica comprende un basamento ígneo metamórfico del Proterozoico que conforma la Cordillera de la Costa, en algunas localidades sobreyacen rocas clásticas marinas del Paleozoico, culminando con molasas continentales rojizas (Pérmico). El Jurásico y el Cretáceo se presentan en la Plataforma Costanera conformando diferentes series de rocas volcánicas, variando a sedimentaria marina (arcillas, areniscas y calizas) que en conjunto conforman el núcleo de la Cordillera Occidental. Durante el Cenozoico se emplazaron lavas andesíticas a dacíticas y tobas ignimbríticas, brechas y aglomerados. Entre Ica y Camaná se extiende el Terciario marino, caracterizado por abundancia de sedimentos con contenido fosilífero. Toda la secuencia volcánica-sedimentaria fue intruida por el Batolito de la Costa, de amplio desarrollo paralelo a la costa peruana.

Las unidades geológicas más importantes para albergar mineralización metálica de interés económico son los volcánicos Toquepala (Cu-Mo), el Grupo Tacaza (polimetálicos) y el Grupo Barroso (epitermales de Au-Ag). El tipo de yacimiento que predomina es el de filones, directamente vinculados a mineralización con contenido Au-Ag, del sector Nasca-Ocoña. También es importante destacar las ocurrencias de minerales no metálicos y rocas industriales, como calizas, sales, yeso, arcilla, sílice, rocas ornamentales y materiales de construcción.

1.2.2 Centros urbanos y poblados menores

En el área visitada destaca la ciudad de Arequipa, capital del departamento del mismo nombre, ubicada al pie del volcán Misti, en su flanco occidental; cuenta con todos sus servicios básicos y esenciales en educación, salud, gobierno regional, aeropuerto internacional, telecomunicaciones y otros que la ubican como la segunda ciudad en importancia del país.

Otros centros poblados de importancia son: Palpa, Nasca, Bella Unión, Acarí, Yauca, Jaqui, Chala, Tocota, Atico, Caravelí y Ocoña, cuyos habitantes se dedican por lo general a la agricultura, pesca y comercio.

Los pobladores de numerosos caseríos y pueblos pequeños situados a lo largo de la carretera Panamericana Sur y en los valles de la Plataforma Costanera, se dedican a la agricultura alternada con la ganadería.

La actividad minera está representada mayoritariamente por mineros artesanales formales, organizados por las ONGs que están trabajando con ellos; mineros artesanales informales que se dedican a la búsqueda y explotación del oro en concesiones de terceros, y la presencia de pequeñas empresas en actual producción.

1.2.3 Vías de acceso y transporte

a) La principal vía de acceso a la zona es la Carretera Panamericana, asfaltada, de primer orden, que une las ciudades de Lima, Ica, Nasca, Camaná, Arequipa, Moquegua y Tacna. Existen otras carreteras de primer orden que unen la ciudad de Arequipa con las de Puno y Cusco. Así mismo, otras carreteras de penetración de segundo orden (afirmadas), trochas carrozables y caminos de herradura (tercer orden) que permiten acceder a las diferentes áreas de trabajo.

b) También es importante destacar el aeropuerto en la ciudad de Arequipa; los vuelos son diarios desde el aeropuerto de Lima, tienen una duración de 65 minutos.

c) Cuenta con los siguientes terminales portuarios marítimos importantes: *Puerto de Ilo*, ubicado en la provincia de Ilo, departamento de Moquegua; su radio de influencia comprende los departamentos de Puno, Arequipa, Moquegua y Tacna, así como la República de Bolivia; tiene un muelle tipo espigón con 4 puestos de atraque y con capacidad de almacenamiento en un área techada de 1 560 m² y 56 100 m² a cielo abierto. *Puerto de Matarani*, ubicado en la provincia de Islay, departamento de Arequipa; su radio de influencia comprende los departamentos de Moquegua, Tacna, Apurímac, Puno y Cusco, así como la República de Bolivia; tiene un muelle tipo marginal con 4 puestos de atraque y con capacidad de almacenamiento en un área techada de 15 525 m² y 36 129 m² a cielo abierto, y silos de 20 020 tm para cereales a granel; cuenta con una faja transportadora para embarque de mineral a granel. *Puerto San Nicolás*, ubicado en la provincia de Nasca, departamento de Ica; actualmente es operado por la Compañía Minera Shougang Hierro Perú SAA. para la exportación de 35 000 tm/día de mineral de hierro.

d) Las vías férreas importantes son: *Arequipa-Matarani-Mollendo*, para el transporte de pasajeros y carga de exportación hacia el puerto de Matarani; *Arequipa -Puno-Cusco*, para el transporte de pasajeros y carga.

1.3 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

El clima es muy variado, generalmente se debe a la diferencia de cota y a la distancia con relación a la línea de playa. La *Cordillera de la Costa* se caracteriza por ser de clima templado y húmedo; durante la mayor parte del año es nublado y las precipitaciones son ocasionales, dando lugar al crecimiento de pastos naturales.

En la *Plataforma Costanera* prevalece un clima semi-cálido muy seco (desértico o árido subtropical), se estima el volumen total de la precipitación anual entre 80 y 150 mm. Algunos años se presentan completa-

mente secos. La temperatura media se sitúa entre 18° y 20° C. La diferencia entre la temperatura diurna y nocturna es más acentuada, a causa de las características geográficas de la zona (suelos con escasa vegetación). Las condiciones climáticas son una de las limitaciones de importancia que dificultan el desarrollo agrícola.

En las *Estribaciones de la Cordillera Occidental*, el clima es seco y por lo tanto se trata de una zona árida. Las lluvias se presentan por lo general en los meses de enero, febrero y marzo.

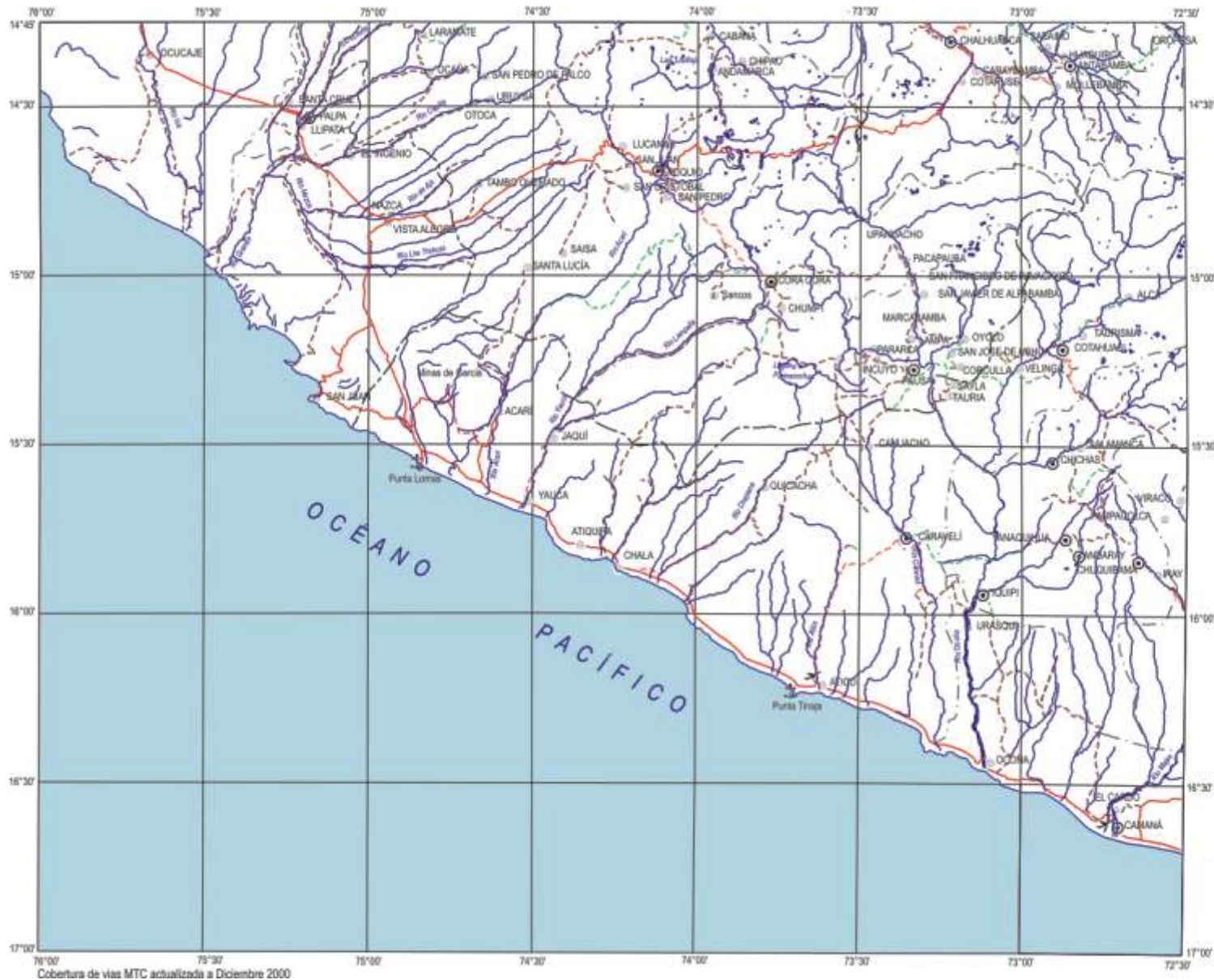
1.4 FUENTES ENERGÉTICAS

Desde el año 1999, la Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A. (Egasa), dispone de una capacidad instalada total de 333,5 MW producidos en 6 centrales hidroeléctricas (Charcani I al VI) ubicadas en la cuenca hidrológica del río Chili; y las centrales térmicas de Chilina y Mollendo.

Con una inversión total de US\$ 200 millones, la central térmica de Ilo II de EnerSur S.A. ha iniciado la generación eléctrica comercial de 135 MW, usando carbón mineral importado. Se debe mencionar que el anillo de interconexión del sur comprende la línea de alta tensión de Southern Perú y la construida por EnerSur con sus respectivas sub-centrales. Estos circuitos son parte del Sistema Interconectado Sur y, por tanto, con el enlace nacional al Sistema Centro-Norte.

Egasa es una de las principales empresas generadoras de energía en la zona, y forma parte de el sistema interconectado del sur.

También se cuenta con la central hidroeléctrica de Electro Sur Medio S.A. (Ica-Ayacucho); las centrales térmicas de San Nicolás y de Nasca, en el departamento de Ica; y las de Puquio, Coracora y Andamarca, en el departamento de Ayacucho.



Ubicación del área de estudio



Símbolos

- ⊙ Capital de provincia
- Capital de distrito
- ✈ Campo de aterrizaje
- ⚓ Puerto
- ⌵ Mina
- Área de estudio

Vías de Comunicación

- Via asfaltada
- - - Via afirmada
- - - Trocha carrozable
- - - Via en proyecto

**Mapa de ubicación y acceso
Franja Nasca - Ocoña**

Capítulo II

Actividad Minera

2.1 SITUACIÓN ACTUAL

Gran parte de las ocurrencias metálicas inventariadas pertenecen a la pequeña y mediana minería, estando la actividad productiva paralizada en la mayoría de los casos. Predominan los yacimientos de tipo filón o relleno de fisuras, corresponden a una mineralización aurífera asociada a rocas intrusivas (sector de la faja Nasca - Ocoña), en donde el oro libre ocurre en el cuarzo o asociado a pirita. Dentro de la minería aurífera se mencionan las minas Arirahua, Caravelí, Calpa, Eugenia, Cerro Rico, entre otras. Entre los yacimientos de contenido polimetálico con asociaciones de Pb-Zn-Ag; Cu-Ag(Au); Cu-Au, explotados en décadas pasadas, se mencionan a la minas Kiowa, Nuevo Espinal y El Rescate, ubicadas en Arequipa. De los yacimientos de tipo pórfido de Cu-Mo se menciona el proyecto Mina Pampa de Cobre.

Entre los yacimientos no metálicos se puede mencionar la explotación de canteras de caliza para la fabricación de cemento en Yura/Arequipa, el aprovechamiento del sillar como roca ornamental característica de esta región, así como considerables depósitos de yeso, rocas ornamentales y sílice.

2.2 SITUACIÓN DEL ENTORNO LEGAL

En la segunda mitad de la década de los años ochenta, se agudiza la violencia política en el país, por lo cual varios centros mineros son abandonados. Al mismo tiempo, la población desplazada de las zonas de violencia, principalmente de áreas rurales de los departa-

mentos de Arequipa, Ayacucho, Ica y Huancavelica, se vio atraída para trabajar en estos centros de producción. Cuando comenzó a disminuir la violencia los propietarios de denuncios mineros retornaron. Algunos intentaron desalojar a los mineros artesanales y otros optaron por transar con ellos para el suministro de insumos, a cambio de la entrega de los relaves de amalgamación.

A mediados del año 2001 fue promulgada la Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, que reconoce a la actividad minera artesanal y le da un marco legal para su ejecución y establece ventajas que posibilitan facilidades de trabajo.

Esta ley promueve el establecimiento de acuerdos entre los titulares mineros y los mineros artesanales con el fin de formalizar la situación de estos últimos. También promueve la descentralización administrativa, trasladando facultades de fiscalización de las operaciones artesanales a las Direcciones Regionales de Energía y Minas. Por último, esta ley da preferencia a los mineros artesanales en el otorgamiento de concesiones.

2.3 EFECTOS EN LA SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

En el proceso de extracción por amalgamación seguido por la etapa de fundición de la amalgama para la obtención del oro metálico (refogado), prácticamente no se dispone de una adecuada implementación de un sistema de gestión y manejo del riesgo ni mucho menos de un plan de contingencia, frente a eventualidades. El

uso inadecuado de sistemas de control (herramientas e instrumentos) además de la falta de capacitación y el desconocimiento originan el riesgo de contaminación del medio físico (principalmente suelos, recurso hídrico superficial y subterráneo) y medio biótico, así como de exposición el peligro para la salud y bienestar de los trabajadores, sus familiares y población en general por el efecto tóxico del mercurio.

Trabajos presentados en la Jornada Internacional sobre Impacto Ambiental del Mercurio utilizado por la Minería Aurífera Artesanal en Iberoamérica, llevada a cabo en setiembre de 2001 en Lima, muestran que el mercurio genera un envenenamiento gradual, crónico e irreversible, por metabolismo en peces y crustáceos y por acción de micro-organismos acuáticos que se transforman en compuestos tóxicos, como el metilmercurio, cuando el manejo de este elemento no es el adecuado.

La preparación, aplicación y manejo de las soluciones de cianuro (ricas o empobrecidas) y el remanente de

estas soluciones contenido en los rípios (relaves de cianuración), requieren de instalaciones y medios adecuados para reducir o eliminar posibles impactos ambientales y/o riesgos peligrosos a la seguridad y salud de los trabajadores y población en general.

Las labores mineras con posibilidad de permitir el acceso de cursos de agua a la zona primaria de sulfuros pueden dar lugar a condiciones favorables para la generación del drenaje ácido de roca (DAR). Este efecto se produce por la oxidación directa de los sulfuros (especialmente pirita) y/o por intervención de la acción de bacterias (bio-oxidación).

Si no se toman las medidas técnico-ambientales de prevención para la generación del DAR, el inicio y propagación en intensidad y caudal a través del tiempo, puede causar impactos severos al medio ambiente, incluyendo al medio socio-económico.

Principales Áreas Mineralizadas

3.1 ASPECTOS GENERALES

La consulta de la bibliografía, especialmente seleccionada para la visita técnica a la región estudiada, permite establecer las consideraciones principales siguientes:

Del inventario de minas, proyectos y prospectos con mineralización metálica, son de importancia los yacimientos diseminados tipo pórfido Cu-Mo, localizados en la *Provincia Cuprífera del Pacífico*, en el flanco occidental de los Andes del sur de Perú. De acuerdo a la teoría de la Tectónica de Placas, esta provincia metalogénica se originó por la fusión parcial de la corteza oceánica enriquecida en minerales de cobre a lo largo de la zona de Benioff de la placa de subducción del Pacífico Este, donde magmas calco-alcalinicos enriquecidos en cobre fueron intruidos en la corteza a través de fisuras profundas. Regionalmente predominan estructuras de tendencia NO-SE, siguiendo la orientación de la zona de subducción; así se tiene que el Batolito de la Costa, la falla regional Incapuquio y otras que siguen el alineamiento NO-SE, son concordantes con el eje de la Cordillera de los Andes.

Existen otras sub-provincias metalogénicas como la de Nasca-Ocoña, auro –argentífera, en facies volcánicas oligo-miocénicas (ver Fotos N° 3.01 a 3.06) y caracterización de estructuras (ver Fotos N° 3.07 a 3.10).

En terrenos paleozoicos y cretácicos del extremo oeste de la franja litoral costera, ocurren mineralizaciones de hierro con contenido subordinado de cobre y

oro, como el distrito minero de Marcona correspondiente a los volcánicos de la Formación Río Grande.

También se observa mineralizaciones Cu-Au, polimetálica, ferríferas; zonas de alteración (sistemas hidrotermales jóvenes) en formaciones litológicas de diversa índole y edad, cuya mineralogía está ligada a cuerpos magmáticos pequeños de naturaleza intermedia.

Respecto a las ocurrencias de minerales no metálicos y rocas industriales destacan las calizas, sales, yeso, rocas ornamentales, arcillas, materiales de construcción y otros. La mayor parte de los depósitos y canteras reconocidas son trabajadas en forma artesanal y ocasional. (Ver Fotos N° 3.11 y 3.12)

Franja Aurífera Nasca-Ocoña

Los depósitos auríferos presentan estructuras con rumbo coincidente con el de la Cordillera de los Andes (NO-SE), buzamiento moderado y potencia de hasta de 1,0 m. Estas estructuras generalmente son cortas, pocas sobrepasan los 500 m y ocurren formando sistemas. La mineralización económica alcanza una profundidad de 150 a 200 m en el sector norte de la franja, llegando hasta los 500 m en el sector sur; se encuentra rellenando fracturas y en menor escala en forma diseminada.

El análisis macroscópico de muestras, indica la presencia de minerales primarios, tales como pirita, calcopirita y oro nativo; entre los minerales secundarios se pueden mencionar a la hematita, goethita, limonita y variedades de óxidos de cobre. El oro nativo se presenta en pequeños granos hasta de 0,5 mm, asociado

a la pirita, ya sea como inclusiones o como relleno de micro-fracturas.

El estudio microscópico de especímenes procedentes de algunas minas del sector norte de la franja realizados en la planta del INGEOMIN (*Arcadio Vargas, 1978*), evidencia las siguientes secuencias:

Mina Sol de Oro

- Rutilo
- Molibdenita
- Magnetita
- Pirita
- Hematita
- Limonita
- Psilomelano

Mina Los Incas

- Pirita
- Arsenopirita
- Pirrotita
- Esfalerita-calcopirita
- Calcopirita-esfalerita-pirrotita-mackinawita
- Limonita

Mina Chavincha

- Arsenopirita
- Pirita-marcasita
- Pirrotita
- Marcasita-esfalerita-calcopirita
- Calcopirita
- Limonita
- Galena
- Oro nativo
- Bournonita-boulangierita

En tanto que los especímenes del sector sur, evidencian las siguientes secuencias:

Mina Posco

- Pirita
- Calcopirita-nagyagita
- Oro-electrum
- Digenita
- Limonita

Mina San Juan de Chorunga

- Pirita
- Pirrotita
- Calcopirita
- Limonita-psilomelano

Minas Las Clavelinas

- Pirita-arsenopirita
- Oro
- Pirrotita
- Esfalerita-calcopirita
- Bornita
- Galena-bournonita
- Covelita-digenita
- Hematita-limonita.

Las relaciones oro/plata son de 1,0/1,0 hasta 1,2 en el sector norte y de 1,0/1,5 hasta 2,0 en el sector sur. La presencia de hierro, cobre y oro caracteriza a la zona de Acarí. Se puede concluir que el oro se encuentra mayormente ligado a la pirita y cuarzo; en forma subordinada ocurre junto a la calcopirita.

3.2 ÁREAS DE MINERALIZACIÓN METÁLICA

3.2.1 Yacimientos de pórfidos de Cu-Mo

El emplazamiento de estos yacimientos corresponde a la fase final de desarrollo del arco volcánico-plutónico, comprendiendo al Grupo Toquepala y los segmentos Arequipa y Toquepala del Batolito de la Costa.

Los principales minerales de Cu-Mo están asociados a stocks porfíricos de composición granodiorita-monzonita y brechas de turmalina. Estos minerales son, pirita y calcopirita con molibdenita en menor proporción. La mineralización supérgena está constituida por calcosita asociada a covelita, digenita y bornita. La alteración hidrotermal consiste en una zona central de alteración filica, y en las zonas externas por alteración propilitica.

Los yacimientos más importantes son: el complejo Cerro Verde-Santa Rosa, Cuajone, Toquepala; Quella-veco y Cerro Negro; Mina Pampa de Cobre (ex Chapi), Los Calatos.

3.2.2 Yacimientos filonianos

Desde el inicio de la actividad minera en Perú, la producción minera metálica estuvo ligada a yacimientos de tipo filón, de tal forma que, tanto la pequeña como la mediana minería explotaron minas subterráneas, en su mayoría poli-metálicas con asociaciones de Pb-Zn-Ag; Cu-Ag(Au); Cu-Au. **Estos yacimientos usualmente se presentan concentrados y conformando vetas de poca corrida y potencias que oscilan entre 0,40 y 1,50 m.**

La roca huésped no constituye un control de la mineralización, ésta se presenta emplazada indistintamente en rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas e intrusivas.

3.2.3 Cu-Au en el Batolito de la Costa

La mineralización de Cu-Au que se extiende desde Palpa hasta Ocoña, forma un alineamiento con dirección predominante NO, recorriendo una extensión aproximada de 200 km, con un entorno fracturado de 30 km de ancho. Aquí, se ubican yacimientos de Cu-Au principalmente del tipo filón y algunos diseminados de magnitud pequeña, emplazados en el Batolito de la Costa y en sedimentos del Mesozoico.

3.2.4 Mineralización asociada a rocas intrusivas

Esta mineralización corresponde a rocas intrusivas desde el Cretáceo hasta el Terciario superior (Batolito de la Costa); presenta alineación plutónica, con dirección predominante hacia el NO, longitud de 300 km. Se encuentran emplazados yacimientos vetiformes de Cu y Fe, como las minas Monterrosas y Acarí, en las regiones de Ica y Arequipa respectivamente, y los de vetas auríferas asociadas a batolitos granitoides se encuentran en zonas comprendidas entre Palca y Ocoña.

3.2.5 Mineralización en el área de Puquio

El área de Puquio se considera limitada al NE por el lineamiento Palpa-Atalaya y al SE con el de Yauca-Chalhuanca, conformando una cuña estructural disturbada, cuyo ápice converge en la zona de Abancay y su arco en la zona costera entre Pisco y Yauca. La característica principal de esta área es la presencia de la franja aurífera de Nasca-Ocoña; particularmente en los cuadrángulos de Palpa y Nasca se distribuyen un buen número de minas auríferas como Samarca, Los Incas, Sol de Oro, Mishky, Calpa, Clavelinas, San Luis, Eugenia y San Juan de Chorunga.

3.2.6 Mineralización en el área de Pacapausa

Esta área se considera que limita con los lineamientos Yauca-Chalhuane al NO y Ocoña-Cotahuasi al SE, existiendo entre ellos otro lineamiento paralelo y de menor longitud denominado Chala-Coracora. En el extremo occidental también se presenta la Franja aurífera Nasca-Ocoña, con gran concentración de vetas emplazadas en rocas intrusivas del Batolito de la Costa; también presenta numerosos yacimientos de Cu. Las estructuras de veta tienen rumbo NO a SE con buzamiento moderado y potencia promedio de 0,8 m.

3.3 ÁREAS DE MINERALIZACIÓN NO METÁLICA

3.3.1 Aspectos generales

El potencial geológico de los minerales no metálicos es grande, actualmente su actividad está limitada a la demanda local; la mayoría de las ocurrencias no metálicas están paralizadas, otras trabajan en forma eventual, de acuerdo a la demanda. La mayor parte de las canteras en actividad se trabajan en forma artesanal con equipamiento mínimo.

3.3.2 Calizas

Estas rocas sedimentarias están constituidas casi exclusivamente de calizas intercaladas con margas y lutitas. La caliza es la roca más usada de las rocas industriales, además de calcita contiene dolomita, se utiliza para la fabricación de cemento natural, cemento Portland, en la neutralización de aguas servidas, como rellenos en la industria del caucho, plásticos, pinturas, fertilizantes, cosméticos, entre otros.

3.3.3 Materiales de construcción

Los principales materiales que se usan para la construcción de viviendas y afirmado de carreteras son arena y grava naturales; éstos por lo general se extraen del cauce de los ríos; se encuentran en depósi-

tos de origen fluvial, formando grandes playas o terrazas, donde se ha acumulado material detrítico de diferente composición. La extracción es esporádica, sirve para abastecer las necesidades locales; normalmente se trabajan a pequeña escala o empleando maquinaria (cargador frontal y volquetes). En la explotación de canteras, por lo general se utiliza una chancadora para darle el tamaño adecuado al material requerido.

La roca mayormente consiste en una andesita basáltica de textura porfírica, en otros casos es cuarcita, o bien granodiorita o simplemente un granito con 75% de ortosa, cuarzo, biotita y magnetita; este último se considera que tiene cualidades para ser empleado como roca ornamental en la fabricación de losetas.

3.3.4 Piedra pómez

Son rocas formadas por vidrio volcánico, con composición de lava ácida, producto de una erupción violenta, caracterizada por la presencia de un gran número de burbujas producidas por los gases desprendidos por el magma. Son de naturaleza porosa.

Se usa para la fabricación de cemento puzolánico, utilización análoga a la de vidrios volcánicos con alto contenido vítreo y elevada proporción de sílice. También se les utiliza en la preparación de hormigones de baja densidad. La pumita en polvo se emplea en abrasivos, cargas para pinturas, aislamiento térmico y acústico, acabado de metales y plásticos, cauchos y pulido de pantallas, entre otros.

La extracción es rudimentaria, solo se aprovecha los afloramientos.

3.3.5 Rocas ornamentales

Comprende el conjunto de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas que se explotan en forma de bloques masivos y se utilizan en la industria de la construcción civil como revestimientos, aprovechando sus cualidades estéticas. Se requiere de procesos previos de preparación mecánica que incluye procedimientos

de cortado, pulido, labrado, tallado, esculpido entre otros. Entre las principales rocas ornamentales se pueden mencionar a las siguientes:

Granitos. Pertenece a la familia de rocas ígneas intrusivas, formada por feldespato alcalino y cuarzo. Entre los granitos claros están las adamelitas, granodioritas, sienitas; y entre los oscuros a los garbos, dioritas, peridotitas y piroxenitas.

Mármol. Consiste de minerales carbonatados, con estructuras bandeadas.

Pizarra. Son rocas metamórficas de grano fino, presentan exfoliación característica debido a la orientación planar de sus principales minerales.

Sillar. Son rocas de origen volcánico, naturaleza tufácea de rápido enfriamiento, textura afanítica, muy liviana, bastante porosa. Se puede esculpir y tallar fácilmente; se le utiliza para construcción de paredes y cercos.

Laja. Ocurre como afloramientos de areniscas cuarzosas; puede ser de color blanco grisáceo con matices rosa, de buena resistencia y poca porosidad. La roca se presenta en forma de láminas de 0,03 m de grosor, en paquetes de 3 a 5 m de potencia. La laja se explota en pequeños frentes; se le emplea para enchapados y decoración de viviendas.

Mina Cantera (sillar)

Se ubica en la provincia de Camaná, a una altitud de 1 652 msnm. El acceso se realiza por la carretera Panamericana (Km 744,2 - Las Calaveritas); luego con dirección norte, se recorre 45 km de trocha carrozable. En la zona afloran rocas volcánicas (tobas-sillar) de color gris claro, grano grueso, con poros, oquedades y algunos clastos de 2 cm de diámetro. Presenta intemperismo moderado. El afloramiento de aproximadamente 1 km se ubica a lo largo de una quebrada. Se emplea como cantera de sillar.

Mina Lomas Aguablanca (sillar)

El acceso también se realiza por el punto Las Calaveritas, continuando luego hacia el norte; se ubica a una altitud de 1 163 msnm. Corresponde a una cantera de sillar.

San Juan (dolomita marmolizada)

Se ubica en el distrito de San Juan de Marcona, provincia de Nasca, departamento de Ica; a una altitud de 100 msnm. El acceso se realiza por la vía Lima-Nasca-San Juan de Marcona; 500 metros al oeste de la ciudad de San Juan, por una trocha carrozable. La dolomita es de color blanquecino con tonos verdoso grisáceos, se encuentra cortada por diques de naturaleza andesítica. Se explota como piedra ornamental.

3.3.6 Sal común

La sal común o cloruro de sodio, ocurre en forma sólida como mineral halita con 39,34% Na y 60,66% Cl. Constituye un insumo indispensable en la industria química, para la elaboración de reactivos como soda cáustica, carbonato de sodio, cloro y ácido clorhídrico; también se utiliza para la conservación de alimentos, industria metalúrgica, cerámica y otras aplicaciones.

Entre los principales depósitos se pueden mencionar: las Salinas de Otuma en Pisco/Ica); Tirane y Cerro Chascha en Pullo y Parinocochas respectivamente Ayacucho; Pucahuayco en Huambo/Arequipa.

Anexo Fotográfico

Capítulo III: Principales Áreas Mineralizadas

Foto-micrografías de minerales

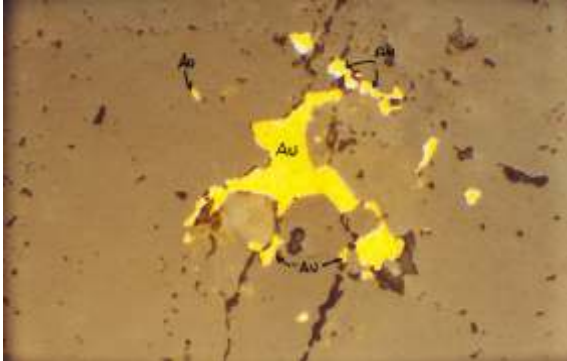


Foto N° 3.01

Oro nativo grano grueso relleno porosidades y microfracturas, diseminado en mineral de ganga (GGs).

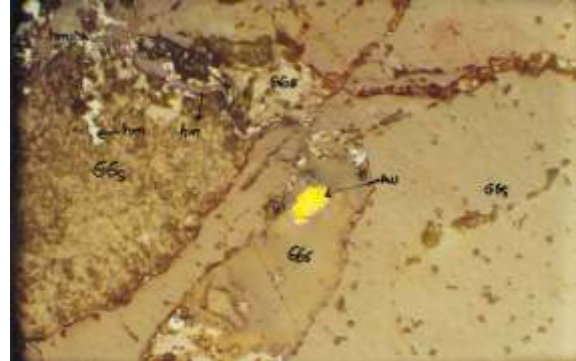


Foto N° 3.02

Oro nativo granular incluido en mineral de ganga (GGs); hematita en bordes y relleno fracturas.

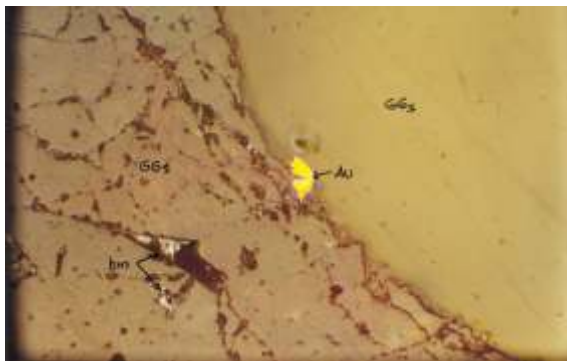


Foto N° 3.03

Oro nativo grano medio asociado con mineral de ganga (GGs)

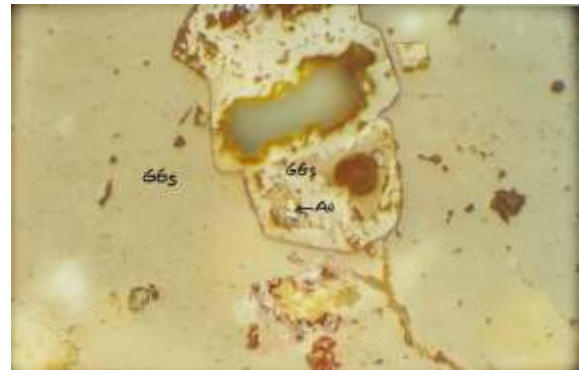


Foto N° 3.04

Oro nativo grano fino incluido en mineral de ganga (GGs).

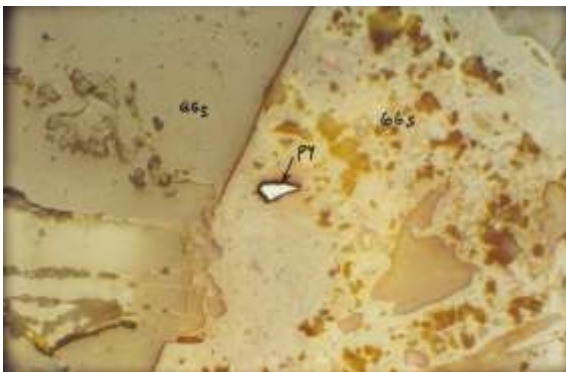


Foto N° 3.05

Pyrita (Py) granular incluida en molde de cristal (GGs).

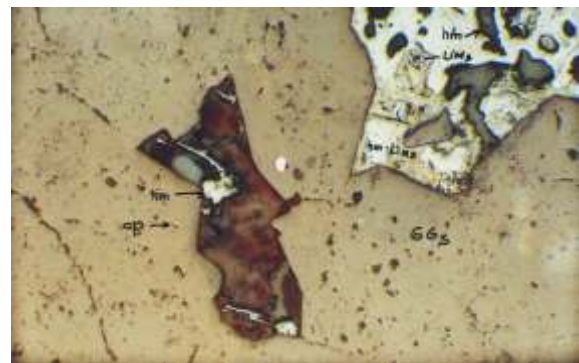


Foto N° 3.06

Calcopirita (cp) granular incluida en ganga (GGs) y pseudomorfo de hematita-limonita (hm-LiMs) relleno intersticios y porosidades.

Caracterización de las estructuras



Foto N° 3.07

Vetillas y oxidación de relleno mineralizado en fallamiento de estructuras.



Foto N° 3.08



Foto N° 3.09



Foto N° 3.10

Roca encajonante competente en labores subterráneas; no requiere sostenimiento.

Áreas de mineralización no metálica



Foto N° 3.11



Foto N° 3.12

Cantera de roca ornamental de origen volcánico (ignimbrita).

Beneficio Minero Metalúrgico

MINERÍA EN PEQUEÑA ESCALA

4.1 EXPLOTACIÓN/EXTRACCIÓN MINERA

La minería subterránea comprende los aspectos operacionales siguientes:

Desarrollos-preparación de tajeos;

Perforación-voladura;

Carga-limpieza-acarreo-izaje;

Echaderos-tolvas;

Transporte de mineral a concentradora-transporte de estéril a botaderos;

Desagüe-ventilación-alumbrado;

Sostenimiento de roca-relleno/relleno hidráulico.

Ejemplos de estas operaciones en minería metálica se ilustra en las Fotos N° 4.01 a 4.26. Las operaciones de explotación/extracción correspondientes a la minería no metálica, se realizan en canteras a cielo abierto, conforme se ilustra en las Fotos N° 4.27 a 4.32.

En la minería artesanal, las condiciones de trabajo son extremadamente duras; así por ejemplo, todas las operaciones se realizan mediante el uso de herramientas manuales (barretas, combos, picos, lampas, carretillas y otros); se desconoce el uso del equipo de seguridad (zapatos, guantes, respiradores, casco, otros); el extremo agobiante es el izaje del mineral en sacos sobre las espaldas de cada trabajador, a través de labores estrechas con tramos de pendiente pronunciada. Ver ejemplos en las Fotos N° 4.75 a 4.77.

Otras operaciones se caracterizan por el uso de perforadoras eléctricas o neumáticas, explosivos y elementos afines para el arranque de la roca mineralizada. En labores subterráneas que alcanzan 1,20 m de altura, se utilizan carretillas para el acarreo de mineral a superficie. El material de roca estéril es encostado para formar muros de contención / sostenimiento en tramos críticos de las labores mineras subterráneas.

Cuando ocurre el afloramiento de estructuras mineralizadas, se aplica el método de minado a cielo abierto sobre una extensión pequeña; luego, se continúa con labores de cortada a "media barreta", llegando a profundizar hasta 40-50 m, a fin de continuar con las labores de explotación siguiendo la estructura mineralizada. Las operaciones mineras por lo general son abandonadas cuando se agravan las condiciones de ventilación y las previsiones financieras han sido agotadas.

Perforación y Voladura

Todo el procedimiento de perforación y voladura de rocas se puede realizar en forma manual. Para efectos de selección y decisión, se debe tener en cuenta que la velocidad de perforación eléctrica y neumática es 11 y 150 veces mayor respectivamente que la perforación con herramientas manuales; pero a su vez la inversión inicial requerida también es mucho mayor en 100 y 1 000 veces. En la perforación manual y eléctrica, por cada taladro de 0,50 a 0,60 m se utiliza un cartucho de dinamita, 1 fulminante y 0,50 m de mecha.

La perforación eléctrica minera, utiliza los mismos taladros que la industria de la construcción utiliza para horadar concreto en trabajos de demolición. Para el caso de perforación de roca, normalmente se utilizan taladros accionados con motor eléctrico de 1,0 kW de potencia; brocas helicoidales de 0,40 m de longitud y 7/8" de diámetro; con un peso promedio de 6,0 kg. Es práctica normal instalar un grupo electrógeno a gasolina de 2-3 kW para el suministro de energía eléctrica que además de accionar a la perforadora eléctrica, sirve para operar una afiladora, electro-bomba y proporcionar iluminación.

La perforación neumática convencional ofrece mayor volumen de arranque de las estructuras mineralizadas, obteniéndose una producción de mineral aurífero que normalmente es adquirida por los acopiadores-representantes de plantas de cianuración, por ejemplo Huanca, Otoa y Los Incas. El consumo de explosivos es de 3 a 4 cartuchos de dinamita por taladro de 4 a 5 pies; en algunas zonas se utiliza el ANFO más un cartucho de dinamita en cada taladro.

El proceso de ignición y disparo de hasta 6 taladros cargados con mechas de 0,50 m, por lo general es realizado por un solo hombre. En el sector Mina Eugenia se informa que el avance promedio diario logrado actualmente por los trabajadores informales, de diversos frentes, en conjunto es de 164 m; la empresa titular para atender una producción de 50-60 tmd no superaba 10 m de avance diario.

Se estima que el 50% de la población minera informal labora en frentes de trabajo ubicados a menos de 50 m por debajo de la superficie; solo un 20% de esta población trabajan en frentes ubicados a mayor profundidad, llegando hasta 150 m.

4.2 PREPARACIÓN MECÁNICA

El mineral de mina (ROM) por lo general se somete a una operación de chancado, seguido por un proceso de escogido manual (pallaqueo) efectuado por hombres, mujeres y eventualmente niños en forma indis-

tinta. Luego, se continúa con la molienda tipo "batch" para la reducción al tamaño conveniente para la siguiente etapa. Ver Fotos N° 4.33 a 4.39.

Las canchas de desmonte, dejadas por anteriores operaciones, con ley promedio del orden de 0,5 oz/tc Au, han permitido a los mineros informales obtener lotes con leyes de 1,0 a 2,0 oz/tc mediante escogido de mineral, y de esta manera financiar su estadía y efectuar labores de exploración. El pallaqueo sobre canchas recientes de desmonte, por ejemplo en la mina Huanca, permite que cada mujer dedicada a esta labor obtenga un promedio diario de ½ lata de mineral con un contenido total promedio de 0,6 g de oro.

4.3 EXTRACCIÓN POR AMALGAMACIÓN

En la mayoría de los casos, la etapa de extracción se realiza mediante amalgamación en un sistema de quimbaletes de fabricación casera para la separación simultánea del material fino (arcillas, limos y otros) en pozas adyacentes. Ver Fotos N° 4.40 a 4.47. Luego de un proceso de sedimentación-decantación se recupera el agua con alto contenido de sólidos en suspensión para su reciclaje; la pulpa de material fino, que constituye el relave de amalgamación, se extrae de las pozas en forma manual mediante el uso de palas para su evacuación en carretillas hacia los patios de secado; luego, este material es apilado para su posterior comercialización o re-tratamiento por cianuración, previo un proceso de molienda adicional y aglomerado con cal y cemento. Se estima que para producir un kilogramo de oro (contenido en la amalgama) por el sistema de quimbaletes, se consume un promedio de 18 m³ de agua.

El producto de la etapa de amalgamación, es decir la amalgama, pasa a la etapa de fundición para la evaporación/recuperación del mercurio y la obtención del oro metálico refogado. El comprador de oro refogado, por lo general en el mismo centro minero, cuenta con un local-oficina, donde además de realizar sus tran-

sacciones comerciales, también efectúa las operaciones de tratamiento piro-metalúrgico de la amalgama.

Sistema Quimbalete

Cuando el mineral se considera de alta ley (más de 2 g por lata), el tratamiento se realiza directamente en el sistema quimbalete con el material previamente reducido a menos ½ pulgada. La tasa promedio por tandas es de 30 kg (una lata) por espacio de 45 minutos o más para mayores contenidos de oro. El chancado del mineral se efectúa en una chancadora de quijadas o bien mediante el uso de comba y mortero de piedra.

Si el mineral se considera de baja ley, previo al proceso de amalgamación en el sistema quimbalete, es necesario realizar la molienda en seco por tandas de 7-15 latas en molinos de bolas accionados por un contra-eje acoplado a un sistema motor-volante o bien al eje de tracción de un tractor agrícola. El periodo de molienda fluctúa entre 0,5 a 1,0 hora, para alimento de mineral chancado a menos ½ pulgada.

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

Se estima que existen un total de 2,400 quimbaletes en la zona de la franja Nasca - Ocoña, de los cuales 1 700 se encuentran operando con regularidad. Considerando un tratamiento promedio de 6 latas por día, se tiene una producción diaria de relaves auríferos del orden de 320 tm.

El beneficio de minerales auríferos por el sistema quimbalete, ofrece al productor minero las ventajas relativas siguientes:

- i. Prontitud de tratamiento en lugares muy próximos a las labores mineras, obteniendo liquidez inmediata y alta rotación de ingresos por el ahorro en gastos adicionales de transporte. El sistema convencional de comercialización consiste en que los propietarios de plantas de beneficio o sus representantes/intermediarios, por lo general entregan un adelanto del 70% del estimado preliminar de liquidación, después de ocho días de entregado el mineral puesto sobre el vehículo de transporte (FOT). La entrega de la diferencia de la liquidación definitiva se produce a los 60 días.
- ii. Posibilidad de procesar cantidades muy pequeñas de mineral, desde ½ lata. El sistema convencional de comercialización por terceros exige que el productor minero efectúe una entrega mínima de 3 tm de mineral aurífero (aproximadamente 100 latas de mineral). Es decir, el productor minero resulta financiando el costo de transporte, análisis químico, entre otras comisiones.
- iii. Permite procesar minerales con relativos bajos tenores de oro. La comercialización convencional exige la entrega de lotes de mineral con ley mínima de 1,5 oz/tc.
- iv. Los propietarios del sistema quimbalete, a fin de asegurar el abastecimiento continuo de mineral aurífero, están cada vez mejorando sus condiciones económicas y financieras a favor del productor minero, al ofrecerles créditos para la adquisición de víveres, explosivos, herramientas y otros insumos.

4.4 EXTRACCIÓN POR CIANURACIÓN

La extracción por cianuración se está aplicando en el reprocesamiento de relaves de amalgamación procedentes de operaciones en pequeña escala; solo en algunos casos se usa directamente en los minerales de mina (ROM) o concentrados de flotación. Ver Fotos N° 4.48 a 4.58. La solución impregnada, rica en oro, pasa a la etapa de recuperación mediante el uso de polvo de zinc (Merrill Crowe), o el uso de carbón activado, seguido de electro-deposición. El cemento re-

sultante se colecta para su envío a la etapa de refinación; en tanto que la solución de cianuro empobrecida se colecta en pozas para su reajuste y reciclaje a la etapa de extracción, o bien se procede a su descarga y disposición final. Los relaves de cianuración (ripios) son descargados de los tanques o bateas para su transporte y almacenamiento en depósitos improvisados.

En varios lugares del sur del país fueron instaladas plantas de beneficio para el tratamiento de relaves de amalgamación, especialmente en la ciudad de Nasca donde llegaron a operar alrededor de 20 plantas. Estas plantas, con capacidad diaria de 3 a 10 ton de relaves de amalgamación, utilizaron el método de cianuración en pulpa (CIP) para obtener un producto enriquecido de 3 a 10 g de oro por kg de carbón. La mayoría de estas plantas actualmente se encuentran fuera de operación, debido a la instalación de plantas con mayor capacidad y flexibilidad de tratamiento (Laitaruma y Belén entre otras), ocasionando la mayor demanda por el material aurífero y el consecuente incremento del precio. Así por ejemplo, el precio del relave de amalgamación se incrementó de un promedio de 15 US\$/tm a un rango de 120 US\$/tm.

La introducción del proceso de cianuración por aglomeración-percolación en bateas o pozas ha permitido mejorar la economía en inversión y costos de operación, aún con materiales de bajo tenor de oro, permitiendo la instalación de plantas con capacidad reducida, del orden de 10 a 30 tm/día. La construcción e implementación de una planta de aglomeración-percolación es del orden de 900 US\$ por tm de capacidad diaria instalada; para el caso de una planta por el método de carbón en pulpa es de 4 000 US\$/tm-día, para una capacidad similar.

Se ha podido constatar que varias agrupaciones de trabajadores mineros en asociaciones o cooperativas venden directamente la producción del mineral a los propietarios de las plantas de cianuración. Es el caso particular de la agrupación Ccorí-Huanca que envía

lotes de mineral de 25 tm/semana desde Huanca a las plantas de Laitaruma y Belén, ubicadas en Jaqui y Chala respectivamente, con ley promedio de 1,43 oz/tc Au. Casos similares ocurren con las agrupaciones de Los Incas, Santa Filomena y Otocha.

La relación de plantas de beneficio por cianuración existentes en la zona de la franja Nasca-Ocoña, se presenta en el Cuadro 4.1. Se puede apreciar que en conjunto tratan un promedio de 400 tm/día de una mezcla de relaves de amalgamación y mineral fresco de mina (ROM), con un contenido promedio de oro de 24 g/tm. El estimado anual correspondiente es de 132 000 tm de material aurífero tratado para producir 3,71 tm de oro. Los aportes de mineral ROM provienen principalmente de las unidades Huanca, Otocha, Los Incas, Santa Filomena y San Luis.

Cuadro 4.1 Plantas de Beneficio por Cianuración

Nombre de la Planta	Emplazamiento	tm/d
Belén	Chala-Caravelí	100
Laitaruma	Jaqui-Caravelí	80
Cía. Ccorijaqui S.A.	Jaqui-Caravelí	30
Cía. Minera Caravelí S.A.	Tocota-Caravelí	50
Cía. Aurífera San José S.A.	Tocota-Caravelí	15
María-Orión	Tocota-Caravelí	20
Cía. Minera Eureka S.A.*	Chaparra-Caravelí	30
Manchas Verdes-Yaber	Poroma-Nasca	12
Piedras Gordas-Ureyra	Nasca-Nasca	12
Huanca-Massa	Huanca-Lucanas	20
Tulín-Palos Verdes	Ingenio-Nasca	20
Wachuca-Nasca*	Nasca-Nasca	12
Tulín-Paraiso	Ingenio-Nasca	30
CORMINDU S.A.	Nasca-Nasca	30
Santa René S.A.	Poroma-Nasca	20
OPERMIN S.A.**	Huanta-Lucanas	15
Arequipa-Varios	Arequipa	15
Total, capacidad instalada		424

* Plantas con operaciones paralizadas

** Planta de inicio reciente de operaciones

Fuente: Alberto Pasco-Font, *Minería Informal y Medio Ambiente-GRADE-1996*

Beneficio de relaves de amalgamación

El relave de amalgamación se genera por el tratamiento del mineral ROM mediante el sistema quimbalete; el contenido de oro es variable, con un promedio de 0,4 a 0,8 oz/tc, y contenido importante de mercurio. Este material normalmente se procesa por lixiviación en plantas de cianuración que utilizan el método de carbón en pulpa (CIP) o el de peletización-percolación en bateas o pozas. En ambos métodos, los metales valiosos se recuperan con carbón activado, seguido de las etapas de desorción y electro-deposición, para luego proceder con la fundición de barras de oro doré. Desde el año 1995, las plantas de Belén y Laitaruma han implementado las etapas de desorción y electro-deposición; el resto de plantas entregan el carbón cargado de metales valiosos a las plantas ubicadas en la ciudad de Lima: Refinadora Sudamericana S.A. y Finnesse S.A.

Se considera que los propietarios de las plantas de beneficio por cianuración, directa o indirectamente han propiciado la cadena de informalidad en las operaciones de explotación-beneficio / comercialización de la minería aurífera en la zona Nasca-Ocoña. En efecto, son los propietarios que a través de sus representantes/intermediarios, financian a los operadores del sistema quimbalete para la amalgamación de los minerales de mina (ROM) y, estos a su vez ofrecen créditos a los productores mineros para la adquisición de explosivos, materiales, herramientas, insumos en general, inclusive víveres, de tal manera de asegurar el abastecimiento continuo y sostenido del mineral fresco o del relave de amalgamación.

4.5 ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN

4.5.1 Organización y sistemas de trabajo

La falta de aceptación y reconocimiento cabal de las funciones y responsabilidades que competen a cada uno de los miembros-socios y contratados se refleja en los conflictos internos de las asociaciones o cooperativas que agrupan a los mineros artesanales. Senti-

mientos de desconfianza, aspiraciones e intereses de cada uno de los trabajadores, hacen que todos participen al mismo tiempo de las actividades secuenciales de producción: arranque-transporte-beneficio, descuidando y/o postergando el resto de actividades de apoyo a la producción y, en consecuencia, poniendo en grave riesgo la continuidad y sostenibilidad del proyecto. No obstante existen organizaciones en proceso de superar y revertir dicha situación. Ver Fotos N° 4.59 a 4.66.

Entre las funciones y responsabilidades de un grupo directriz del proyecto, deberá considerarse las siguientes:

- La organización y asignación de las actividades de producción y las auxiliares técnicas y administrativas.
- Los programas específicos y pertinentes de capacitación y entrenamiento.
- Previa consulta y aprobación de la Asamblea, el establecimiento y actualización de la escala de salarios y/o entrega de mineral en superficie.
- La elaboración y ejecución del presupuesto anual, incluyendo la presentación mensual de avance de resultados, consecuente explicación de las diferencias advertidas y las acciones / medidas adoptadas para mantener los resultados favorables y corregir los adversos.

El comienzo de las operaciones auríferas informales y desarrollo hasta su abandono, se ha dado sobre áreas de yacimientos conocidos previamente explotados, o bien sobre estructuras descubiertas por la propia actividad informal. Esta actividad minera informal se inicia con la participación de 200 a 300 personas para la exploración de una determinada área seleccionada por referencias de diversa índole. Llevan consigo víveres para una semana y las herramientas manuales de fabricación casera, incluyendo la infaltable batea o "puruña".

Cuando la distancia entre el área de explotación de la mina y el poblado de residencia de los mineros es con-

siderable, los trabajos en la mina se realizan en faenas diarias de 10 ó 12 horas, o mediante campañas por periodos de hasta quince días. Para estas campañas, los mineros se dirigen a la mina proveídos de suficiente víveres, materiales, herramientas y otros insumos.

4.5.2 Sistemas de transporte y comercialización

El acarreo de mineral del frente de trabajo hasta superficie se realiza, en algunos casos en sacos de polietileno o bolsas de fabricación casera, sobre las espaldas de los trabajadores; en otros casos, se utilizan carretillas o carros mineros, requiriéndose la complementación de medios mecánicos de izaje. El transporte del mineral desde la mina a las plantas de beneficio se efectúa a lomo de bestia (burros, mulos o caballos) y/o se transborda la carga a tractores agrícolas, camionetas de 4 a 5 ton de capacidad o bien a camiones de 12 a 20 ton. Ver ejemplos ilustrativos en las Fotos N° 4.67 a 4.83.

La dificultad de acceso a la mina a través de cerros de arena (caso de la mina Huanca), se ha superado por el uso de tractores agrícolas, facilitando el abastecimiento de cilindros de agua, materiales e insumos para las operaciones de mina y de regreso se realiza el trasbordo de la carga de mineral a la planta de beneficio. El costo promedio mensual de este servicio es del orden de US\$ 1 000. Por la falta de carreteras, es común observar que una buena proporción de trabajadores mineros acarrear al hombro un promedio de 50 kg de mineral, a través de terrenos abruptos por espacio de una hora. En casos extremos, por la escasez de transporte, el recorrido es de hasta 15 km (4 horas).

Es práctica normal que el propietario de la planta de beneficio por el sistema quimbalete, financie el costo global de transporte del mineral (a lomo de bestia y/o en camiones), el tratamiento del mineral por amalgamación y, previo acuerdo, el suministro de agua, explosivos y otros insumos puestos en mina, a cambio de la transacción por la libre entrega de la amal-

gama de oro para el trabajador minero y del relave de amalgamación para el propietario de la planta de beneficio.

La formalización de contratos-simples para la adquisición de mineral de mina, relaves de amalgamación y otros materiales auríferos, entre el promotor-intermediario o representante de las plantas de beneficio y de la otra parte el trabajador o productor minero, constituye una práctica de inusitado desarrollo y de amplia aceptación por las partes contratantes. Las plantas de beneficio receptoras de los productos mineros para su tratamiento, generalmente por cianuración/ electro-deposición/fundición, hasta la obtención del oro metálico o doré, son: Belén, Laitaruma, Saresa, Cormindu, entre otras.

4.6 ANÁLISIS DE COSTOS

4.6.1 Costos-Minería Artesanal

La inversión de cualquier persona con la firme voluntad para participar e integrarse al grupo de mineros artesanales, es del orden de US\$ 50,00 que le permitirá cubrir sus gastos de aporte al fondo común y otros de contingencia personal. La fase inicial de operaciones del grupo novel de mineros se basa en la perforación manual de la estructura mineralizada, generando sus primeros ingresos económicos para seguir aportando al fondo común de inversión de desarrollo futuro del proyecto. La siguiente fase se caracteriza por la adquisición y uso de perforadoras (taladros) eléctricas por grupos de 3 operadores, que también implica la adquisición de un generador electrógeno. Las siguientes etapas se caracterizan por la forma y uso de la perforación neumática y el incremento progresivo de la tasa de explotación/extracción minera. En el Cuadro 4.2 se muestra el estimado de inversión para las distintas fases de desarrollo de la actividad artesanal.

El costo por consumo de explosivos se estima en el orden de 1,70 \$/g de oro producido, representando entre el 25% y el 30% del costo total de producción,

según que las operaciones se realicen por medio de perforación manual o eléctrica respectivamente.

En el Cuadro 4.3 se registra el estimado de inversión, por orden de magnitud, para la construcción e implementación de plantas de beneficio.

4.6.2 Contabilidad minera y metalúrgica

Los costos de operación incluyen los principales rubros siguientes:

- Barrenos, brocas, accesorios. Herramientas manuales de perforación.

- Explosivos, guías, fulminantes y otros.
- Carburo de calcio y otros materiales e insumos requeridos en labores subterráneas.
- Combustibles-lubricantes.
- Reactivos de proceso: carbón activado, cianuro de sodio, cal viva, otros.
- Reactivos de laboratorio.
- Materiales de reparación / mantenimiento de equipos, repuestos y accesorios.
- Mano de obra y otros servicios contratados.

Los precios de adquisición de los materiales e insumos son mucho más altos que los del mercado formal, de-

Cuadro 4.2 Estimado de inversión para el desarrollo progresivo de la actividad artesanal

Equipo-base de perforación	Total US\$	Miembros - Grupo Mínimo	Aporte Individual US\$
Manual	50	1	50,00
Eléctrica: Taladro-grupo electrógeno-capital de trabajo.	4 500	6	750,00
Neumática: Alquiler compresora - (1) perforadora-herramientas manuales, carretillas-capital de trabajo.	5 000	15	333,33
Neumática: Compresora-(4) perforadoras-carro minero, carretillas-herramientas manuales-capital de trabajo.	50 000	80	625,00

Cuadro 4.3 Estimado de inversión para plantas de beneficio e instalaciones auxiliares

Planta de Beneficio - Concepto	Capacidad tm/día	Monto US\$/tm-día
Sistema Quimbalete.	1	300
Molino (para 400 kg) - (4) quimbaletes.	8	600
Planta de Cianuración CIP - grupo electrógeno.	12	500
Planta de cianuración / aglomeración - percolación - pozas / vinimantas - grupo electrógeno - equipos diversos.	15 - 20	1 100
Mini-planta de cianuración / aglomeración - percolación - pozas / vinimantas.	5	500
Planta de cianuración CIP - planta de desorción - grupo electrógeno-edificaciones e instalaciones auxiliares - equipos diversos.	80 -100	6 600

bido a la especulación que caracteriza la intermediación del proceso comercial en el ámbito de la actividad minera en pequeña escala. Por ejemplo, para el caso de contrabando de explosivos los sobre-precios superan el 250%, generando utilidades del orden de los 15 millones de nuevos soles anuales para los diversos intermediarios.

En el Cuadro 4.4 se presenta una estimación de la performance de producción, para cada participante en el grupo artesanal minero, correspondiente a tres modalidades de perforación: manual, eléctrica y neumática. Los datos y parámetros considerados como base de cálculo, son los siguientes:

- Días efectivos de operación, Días/mes: 24
- Cotización estimada, US\$/oz: 312
US\$/g: 10,031
- Equivalencia, onza troy: 31,1035 g

En el Cuadro 4.5 se presenta la distribución de ingreso por venta del oro total producido a partir del mineral procesado por la ruta: sistema quimbalete - planta de cianuración.

En el Cuadro 4.6 se presenta la producción anual estimada de oro en el ámbito de franja territorial Nasca-Ocoña. Para los cálculos de la producción estimada se ha utilizado la información siguiente:

- Total extracción de mineral (ROM), tm/día 400
- Mineral (ROM) enviado a plantas de cianuración, tm/día 80
Ley, g/tm 48,0
- Generación relaves de amalgamación, tm/día 320
Ley, g/tm 23,0

Cuadro 4.4 Resultados de performance de producción, por cada participante en el grupo minero artesanal, correspondientes a tres modalidades de perforación

Concepto	Unidad	Modalidad de perforación		
		Manual	Eléctrica	Neumática
Contenido de oro,	g/lata	2,40	1,80	1,40
Producto negociado,	g-tm	oro refogado	oro refogado	(Mineral fresco)
Oro producido,	g/hombre-mes	39,84	142,08	68,88
Ingreso por venta,	\$/g oro producido	9,80	9,80	7,37
Costo de operación,	\$/g	4,68	5,24	4,56
	\$/oz	166,34	186,24	141,82
Utilidad de operación,	\$/g	5,12	4,56	2,81
	\$/mes	203,96	648,13	193,71

Cuadro 4.5 Distribución de ingresos por venta de producción de oro vía sistema quimbalete-planta de cianuración

Etapa de producción de oro	Distribución de Ingresos por ventas	
	Beneficiario	%
Sistema quimbalete	Productor minero	48,4
	Intermediario	5,4
Planta de cianuración	Propietarios de quimbalete y planta	46,2

Cuadro 4.6 Estimación de producción anual de oro en el ámbito de la franja territorial Nasca-Ocoña

Etapa de producción	Producción de oro	
	tm/año	%
Sistema quimbalete/mineral ROM,	5,69	60,5
Planta de cianuración:		
Relave de amalgamación,	2,44	26,0
Mineral ROM,	1,27	13,5
Total producción de oro	9,40	100,0

Anexo Fotográfico

Capítulo IV: Beneficio Minero Metalúrgico

Explotación/extracción minera

Minería metálica



Foto N° 4.01



Foto N° 4.02



Foto N° 4.03



Foto N° 4.04



Foto N° 4.05

Emplazamiento conjunto de un enjambre de labores mineras subterráneas y asentamientos humanos en el sector Santa Rosa - Lomo de Camello / Ica (Fotos N° 4.01 a 4.03). Las unidades de vivienda familiar se encuentran adyacentes a las labores mineras (Foto N° 4.04 y 4.05).



Foto N° 4.06



Foto N° 4.08



Foto N° 4.09



Foto N° 4.07

Se muestra el desarrollo de Niveles de explotación / extracción de minerales auríferos, caminos de acceso y la descarga directa de escombros de mina en la falda del cerro. En las explanadas de las galerías se observa la instalación de equipos (compresoras, grupos electrogénos, otros) y el almacenamiento de mineral en sacos, listo para su despacho.



Foto N° 4.10



Foto N° 4.11



Foto N° 4.12



Foto N° 4.13

Galería inclinada de servicios (de construcción precaria): vista desde interior mina (Foto N° 4.10) y desde el exterior en superficie (Foto N° 4.11). Labor de acceso minero y de cables de energía eléctrica, tubería de agua y aire comprimido (Foto N° 4.12); tripode de sostenimiento del sistema de izaje (Foto N° 4.13).



Foto N° 4.14



Foto N° 4.15



Foto N° 4.16



Foto N° 4.17

Esta secuencia muestra: labor principal de acceso a interior mina (Foto N° 4.14) - cajas de roca competente, manguera de aire de ventilación e iluminación con lámparas de carburo (Foto N° 4.15) - frente de tajeo/marcado de sección del túnel (Foto N° 4.16) - sistema de sostenimiento de labores con madera y pirca (Foto N° 4.17) - polvorín subterráneo con instalaciones complementarias de seguridad (Foto N° 4.18) - compresora de aire (Foto N° 4.19) - lámpara de carburo (Foto N° 4.20).



Foto N° 4.18



Foto N° 4.19



Foto N° 4.20



Foto N° 4.21



Foto N° 4.22



Foto N° 4.23



Foto N° 4.24

Esta secuencia muestra: sistema de izaje no mecanizado para ingreso / salida del personal (Foto N° 4.21) - sistema de polea / cabrestante para la extracción de mineral en baldes (Foto N° 4.22 y 4.23) - abastecimiento de agua potable en cilindros y bidones (Foto N° 4.24) - Instalaciones convencionales de suministro de energía eléctrica, tuberías de agua y otras edificaciones complementarias (portal de galería de servicios, otros) (Foto N° 4.25 y 4.26).



Foto N° 4.25



Foto N° 4.26

Minería no metálica/Cantera de Roca Ornamental



Foto N° 4.27



Foto N° 4.28



Foto N° 4.29



Foto N° 4.30



Foto N° 4.31



Foto N° 4.32

Se muestra los trabajos de arranque, extracción y preparación en una cantera de roca ornamental. Se observa una alta proporción de material desperdiciado; la trocha de acceso de camiones de capacidad reducida; secuencia del minado sin criterio técnico especializado ni de gestión ambiental. Se presenta las herramientas manuales para el arranque y derribo de la roca ornamental (Foto N° 4.31) y el proceso de corte y labrado de sillares y adoquines (Foto N° 4.32).

Preparación mecánica de minerales



Foto N° 4.33



Foto N° 4.34



Foto N° 4.35



Foto N° 4.36



Foto N° 4.37

Chancadora de quijadas para la trituration de mineral de mina (ROM): en proceso de armado (Foto N° 4.33); operación en una sola etapa (Foto N° 4.34); primera etapa seguida de la trituration en chancadora cónica (Foto N° 4.35). Clasificador de espiral (Foto N° 4.36) cerrando el circuito de molienda.

Molienda por tandas en seco, usando molino de bolas; el producto se transfiere al proceso de amalgamación. (Fotos N° 4.38 y 4.39).



Foto N° 4.38



Foto N° 4.39

Extracción de oro por amalgamación



Foto N° 4.40



Foto N° 4.41

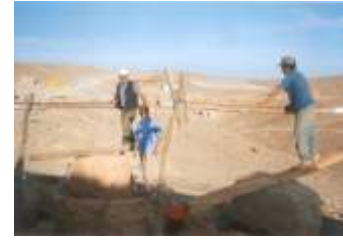


Foto N° 4.42



Foto N° 4.43

Instalaciones nuevas y otras en operación de baterías de quimbaletes y pozas de sedimentación para la extracción de oro por amalgamación. Obsérvese el apilamiento de relaves de amalgamación (Foto N° 4.44) y la generación de afluentes con alto contenido de sólidos en suspensión (Foto N° 4.45).



Foto N° 4.44



Foto N° 4.45



Foto N° 4.46



Foto N° 4.47

Se presenta el amalgamador de placas criba Muller (Foto N° 4.46) y el molino amalgamador (Foto N° 4.47)

Extracción de oro por cianuración



Foto N° 4.48



Foto N° 4.49



Foto N° 4.50



Foto N° 4.51

Arreglos generales de planta de beneficio Mollehuaca - Tocota / Caraveli: Tolva de recepción del mineral ROM; sección chancado de dos etapas; molienda - clasificación en circuito cerrado con hidrociclón; tanques de lixiviación; oficinas y servicios auxiliares; depósito de relaves / pozas de decantación.



Foto N° 4.52



Foto N° 4.53

Planta de beneficio por cianuración de Laitaruma (Foto N° 4.52) sobre la margen izquierda de la quebrada Acaville en Lucanas / Ayacucho y la de Santa Rosa (Foto N° 4.53) sobre la margen izquierda de la quebrada Angostura, también en Lucanas / Ayacucho.



Foto N° 4.54



Foto N° 4.55



Foto N° 4.56

Instalaciones de retratamiento de relaves de amalgamación por el proceso de cianuración (Foto N° 4.54); poza de apilamiento y lixiviación del material (Foto N° 4.55); poza de preparación y distribución de la solución de cianuro (Foto N° 4.56)).



Foto N° 4.57



Foto N° 4.58

Proyecto de reactivación - Mina ex Chapi de Cobre. El esquema de proceso consiste en la flotación selectiva de minerales de sulfuro de cobre, obteniéndose concentrados con alta recuperación de oro y plata. Se muestra las instalaciones de planta concentradora, patio de despacho de concentrados y depósitos antiguos de relaves.

Organización y sistemas de trabajo



Foto N° 4.59

La empresa minera en pequeña escala por lo general mantiene una oficina de RR.II. en el poblado principal más cercano a la mina. Allí se muestra por ejemplo una maqueta de la actividad minera (Foto N° 4.60) - un diagrama de actividades básicas (Foto N° 4.61).



Foto N° 4.60



Foto N° 4.61



Foto N° 4.62



Foto N° 4.63

En el poblado principal se dispone de servicios públicos tales como: Oficina de comunicaciones (Foto N° 4.62)-Puesto de salud (Foto N° 4.63).



Foto N° 4.64



Foto N° 4.65



Foto N° 4.66

El campamento minero incluye viviendas (Foto N° 4.64) y otros servicios de uso exclusivo para las operaciones minero-metalúrgicas

Vías de acceso y transporte



Foto N° 4.67



Foto N° 4.68



Foto N° 4.69



Foto N° 4.70



Foto N° 4.71



Foto N° 4.72



Foto N° 4.73



Foto N° 4.74

Se muestran las carreteras (asfaltadas y afirmadas) y trochas de acceso y transporte para el abastecimiento logístico de víveres, equipos, materiales y otros insumos requeridos por las operaciones minero-metalúrgicas, así como para el transporte del personal involucrado con estas operaciones y de productos minerales

Transporte del mineral de mina a la Planta de Beneficio



Foto N° 4.75



Foto N° 4.76



Foto N° 4.77

El transporte del mineral desde la mina a la carretera de acceso a la planta de beneficio, requiere de una primera etapa de acarreo.

A) Por el mismo personal minero (Fotos N° 4.75 a 4.77);

B) Usando carretillas (Foto N° 4.78);

C) Por skip - motorizado (Fotos N° 4.79 y 4.80).



Foto N° 4.78



Foto N° 4.79



Foto N° 4.80



Foto N° 4.81



Foto N° 4.82



Foto N° 4.83

D) Por bestias de carga. (Fotos N° 4.81 a 4.83)

Capítulo V

Áreas Visitadas

5.1 ZONA AREQUIPA-SANTUARIO DE CHAPI-CUENCA RÍO VÍTOR

Caracterización de la Zona

En esta zona se efectuó la visita al área de Polobaya-Yarabamba por la presencia de yacimientos de cobre, canteras de sillar y el depósito de materiales no metálicos de la empresa Lajas Arequipa. Ver Fotos N° 5.01 a 5.25.

Mina Pampa de Cobre (ex- Chapi)

Este yacimiento se ubica a 50 km al SE de la ciudad de Arequipa; en el flanco del Pacífico de la Cordillera Occidental, distrito de Polobaya/Arequipa; entre altitudes de 2 300 y 2 800 msnm. Ver Fotos N° 5.13 a 5.17.

Las coordenadas UTM de la parte central son: 8 143 612 N y 248 425 E. La vía de acceso comprende el recorrido: Arequipa-Mina Espinal-Mina San José-Mina Pampa de Cobre-Santuario de Chapi.

El rasgo estructural más relevante es un graben de aproximadamente 4 km de largo por 1,5 km de ancho, limitado por las fallas Chapi y América de orientación NO-SE. La acción de oxidación dio lugar a zonas importantes de enriquecimiento secundario, de sulfuros de cobre con leyes que oscilan de 0,3 a 3,2% en Cu. Los tipos de yacimientos que se observan en Chapi son:

Estratificaciones (mantos) que se encuentran limitadas por las fallas América y Chapi.

Diseminaciones de cobre porfirítico al norte de la falla Chapi.

Vetas, distribuidas en todo el área del yacimiento.

Los yacimientos tipo manto se explotaron con mayor interés hasta la década del 80, con dimensiones de 350 m de largo por 300 m de profundidad, 3 m de potencia y ley promedio de 2,0% de Cu. La producción llegó a 22 000 tm/mes, con una planta que benefició hasta 15 000 tm/mes de mineral, con una ley de cabeza de 2,53% de Cu.

Estudios minerográficos realizados por el INGEMMET (1999), en el socavón N° 4, demuestran la presencia de abundante pirita con fracturas rellenas con calcosita y digenita, minerales íntimamente asociados. El análisis petrográfico de una muestra del stockwork (socavón N° 4) indica que se trata de una cuarcita con fragmentos irregulares rellenos por minerales de cobre y cuarzo cortado por finas venillas de calcedonia y sericita.

El cuerpo porfirítico está siendo evaluado por la empresa titular con fines de una futura explotación.

Mina Nuevo Espinal (Cu, Ag, Au)

La mina está ubicada en el distrito de Yarabamba, provincia y departamento de Arequipa; a 25 km en línea recta al SE de la ciudad de Arequipa. De Arequipa al desvío hacia la mina San José se recorren 40 km de carretera asfaltada, y del desvío hasta el cerro Espinal se recorren 10 km de trocha afirmada. Ver Fotos N° 5.01 a 5.12.

En la zona predomina un intrusivo granodiorítico, caolinizado e intemperizado; dentro del contacto de cuar-

cita y granodiorita se emplaza una fractura, conteniendo mineralización de cobre que rellena una estructura del tipo veta, caracterizada por una moderada alteración de la roca encajonante (caolinización). El cuerpo mineralizado se presenta en forma de lentes y clavos mineralizados que alcanzan longitudes de hasta 15 m, con potencias que varían entre 0,30 y 0,80 m. El relleno de fisura está constituido por minerales de mena: cuprita, malaquita, azurita, crisocola, atacamita, brocantita, óxido de cobre, apareciendo en el nivel inferior calcosita y calcopirita; que ocurren dentro de una matriz de cuarzo con óxido de hierro, como minerales de ganga.

El INGEMMET (Ref. Franja N° 1) realizó un reconocimiento del yacimiento y tomó una muestra referencial en el frente de la galería cuyo resultado fue:

Muestra N°	Potencia m	Cu %	Au g/tm	Ag ppm	Pb ppm
YB-Q-16	0,30	21,5	0,57	117	4 350
Zn ppm	Hg ppm				
1 900	2,01				

En 1990, el INGEMMET realizó un cálculo de las reservas probables del yacimiento hallando un estimado de 42 000 tm, potencia promedio de 0,4 m, con ley estimada de 14% de Cu total.

Cantera Añashuayco (sillar)

Esta cantera de sillar se encuentra al oeste y adyacente a la ciudad de Arequipa, formando parte de la quebrada Añashuayco; a una altitud de 2 200 msnm. Debido al registro de altas temperaturas de hasta 40° C, los trabajos de explotación/extracción y preparación del sillar se realizan durante las tardes y parte de la noche.

Estos trabajos son de carácter artesanal-familiar; cada miembro de la familia recibe una determinada área para preparar 200 bloques de 0,50 m x 0,30 m x 0,20 m,

en un plazo promedio de 1,5 a 2 semanas. Sus principales herramientas son: barretas, cinceles, combas y un patrón de medida. Por la falta de conocimientos técnicos y no contar con herramientas mecanizadas se produce un alto índice de desperdicio del material de cantera.

Las condiciones del área de trabajo y el desarrollo de las operaciones presentan altos riesgos en materia de seguridad e higiene minera, así como del cuidado medio ambiental.

5.2 ZONA OCOÑA-ATICO-CARAVELÍ-MINA EUGENIA-LAS CALAVERITAS

Caracterización de la Zona

Comprende la zona alta de la quebrada Eugenia, cerros Calanga, Tinoray y Falda Grande; políticamente pertenece al distrito de Río Grande, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa; se encuentra a una altitud promedio de 2000 msnm. Ver Fotos N° 5.26 a 5.33.

El principal drenaje de la zona es el río Ocoña, siendo el más caudaloso de los ríos de la costa después del Santa y Chira, todo el año mantiene escorrentía. El río Chorunga es el principal afluente del Ocoña, entregando sus aguas a la altura de la hacienda Alto Molino y La Victoria; es de corto recorrido, dirección preferencial NE-SO, con pendiente moderada a fuerte. La quebrada Posco que cruza el sector minero del mismo nombre, recorre en dirección NO-SE, manteniendo su cauce seco gran parte del año.

El clima de la zona es árido y seco tipo desértico; la temperatura entre los meses de diciembre a marzo alcanza hasta 32° C, descendiendo a un mínimo promedio de 10° C entre los meses de abril y agosto, con presencia de neblina, denominada camancha.

En los valles de la cuenca del río Ocoña resalta la ganadería, la pesca de camarón; los cultivos de frijol, pallar, arroz, papa, camote y forraje; además de frutas, siendo el principal, la vid destinada a la elabora-

ción de vino, y plantaciones de sauce y huacanes. Entre las plantas silvestres se tiene los cactus y corotillas, característica de las zonas áridas y secas.

Algunas minas están activas como San Juan de Chorunga y Eugenia, otras como minas Posco y Clavelinas están inactivas. San Juan de Chorunga cuenta con una planta de tratamiento por el método combinado de flotación y cianuración para el beneficio de minerales auríferos.

Anomalía Bombón

Se ubica a 5 km al SO de Caravelí, sector denominado Pampa Atico, coordenadas UTM 8 252 560 N - 669 850 E; está emplazada en granodiorita del Batolito de Incahuasi, bastante alterada, presenta abundantes vetillas de cuarzo con óxidos. Presencia de labores informales frecuentes. El contraste geoquímico es fuerte en oro.

Anomalía Loma Vientos

Se ubica a 3 km al oeste del poblado La Huaca, sector denominado Loma Viento, quebrada Eugenia, coordenadas UTM 8 232 700 N – 696 451 E; emplazada en ortogneis del Complejo Basal, presenta vetas con óxidos y relleno de epidota. El contraste geoquímico es fuerte en oro.

Sector Mina Eugenia

Se ubica en la margen derecha del río Ocoña, a 25 km al SE de la ciudad de Caravelí y a 7 km al NO del anexo de Iquipe; distrito de Mariano Valcárcel, provincia de Camaná, departamento de Arequipa, a una altitud comprendida entre 1 600 y 2 000 msnm. Es accesible a partir del km 743 de la Panamericana Sur por medio de una trocha carrozable de 80 km, esta misma ruta es utilizada por la Cía. Minera Mishky S.A. y el Proyecto Tinoray de Centromín Perú S.A. Ver Fotos N° 5.26 a 5.33.

El área de la mina presenta una estructura tipo "graben" (hundimiento) confinado por dos grandes fallas

regionales de rumbo general EO, que se desprenden de la gran falla regional Tinoray-Eugenia. Las vetas auríferas se emplazan en rocas ígneas plutónicas conformadas por granodioritas y tonalitas de las unidades Incahuasi y Linga, que a su vez forman parte del Batolito de la Costa.

Dentro de este hundimiento, se ha reconocido por lo menos cuatro estructuras mineralizadas con relleno de cuarzo-hematita, limonita y presencia de pirita en profundidad y oro libre asociado a este ensamble mineralógico. En superficie, presenta un sistema de fracturamiento sub paralelo a las vetas del sistema Eugenia, con mineralización de oro libre asociado a cuerpos oxidados de cuarzo-hematita, limonita y alteración hidrotermal cuarzo-sericita y cuarzo-turmalina. Los cuerpos oxidados reconocidos tienen las mejores perspectivas, por lo menos 30 m debajo de superficie, para desarrollar un importante tonelaje de mineral de baja ley (2,2 g/tm Au) que puede ser minado a tajo abierto y el mineral tratado por cianuración en rumas (heap leaching).

En la actualidad se observan numerosas operaciones informales consistentes en pequeñas labores y cateos a media barreta. El abastecimiento de agua para las operaciones a pequeña escala, se efectúa por camiones cisterna desde quebrada Seca, distante 14 km de la mina. Esta fuente en su mejor momento puede abastecer 150 m³/día; el proyecto de bombeo de agua desde el río Ocoña, implica una distancia aproximada de 16 km y una altura de 1,200 m.

Existen labores antiguas abandonadas que dan acceso a zonas de sulfuros primarios, los mismos que constituyen focos propicios para la generación de drenaje ácido de roca y consecuente peligro potencial de contaminación.

Mina Calpa

El yacimiento de la Mina Calpa se ubica en el distrito de Atico, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa; a 55 km al NE de Atico por carretera afirmada,

en su acceso, se recorre un primer tramo de 40 km, hasta Repartición (carretera Atico-Caravelí), luego se desvía al norte por otra carretera afirmada, 15 km hasta la mina. Las coordenadas UTM de la parte central son 8 252 589 N-659 480 E, a una altitud de 2 000 msnm.

La litología de la zona consiste de andesita alterada extrusiva; de textura porfírica también microgranular y pilotáxica; emplazada en el Complejo Bella Unión de edad Cretáceo medio a superior. Se ha contabilizado siete estructuras de veta de norte a sur, con rumbo N60° - 85° O, buzamiento 53° - 75° NE, longitud de 200 a 400 m hasta 1 200 m, potencia variable de 0,55 a 1,20 m.

La litología limita todo las fracturas mineralizadas, siendo cada vez más deleznable y brechosa, al mismo tiempo en las fracturas se hace más abundante la sericitización y cloritización. El oro se presenta al estado libre asociado al cuarzo.

Mina Ishihuinca

El yacimiento se ubica en el distrito y provincia de Caravelí, departamento de Arequipa; a 76 km al NE de Atico por la carretera afirmada Atico-Caravelí. Las coordenadas UTM de la parte central son 8 252 143 N-671 674 E, a una altitud de 1990 msnm.

La litología de la zona comprende rocas ígneas y metamórficas del Complejo Bella Unión, intrusiones hipabasales y rocas del Batolito de la Costa y la presencia de dos sistemas importantes de fracturas de rumbo NE y NO.

Las estructuras de veta con contenido de Cu cortan rocas plutónicas pertenecientes a la Superunidad Tiabaya y diques del Batolito de la Costa. Las estructuras con potencia 1,50 m, son las mejor desarrolladas y presentan una extensión superficial de 1 km de largo.

La mineralización se presenta en 16 vetas, siendo la veta principal "El Milagro" con ley de 8,25 g/tm Au; rumbo N 45° E y buzamiento 70° NO, potencia de has-

ta 12 m; en algunos sectores se encuentra fracturada y cortada por diques ácidos y vetas de cuarzo. Además presenta cuarzo lechoso, óxidos de hierro, hematita, limonita, y algunas veces, calcopirita rellenando fracturas.

El análisis sobre una muestra de canal colectada por el INGEMMET, reporta el siguiente resultado:

Código	Potencia m	Au g/tm	Ag ppm	Cu ppm	Hg ppm
CA-Q-065	1,20	8,25	5,5	9 378	1,22
As ppm	Sb ppm	Sn ppm			
3 294	518	5			

5.3 ZONA CHALA-CHÁPARRA-TORRECILLAS

Caracterización de la Zona

Esta zona se ubica en la provincia de Caravelí, departamento de Arequipa; a 50 km de Chala. Presenta altitudes desde 1 200 msnm en Cháparra, hasta 3 400 msnm - Cerro Reventazón. El sector de importancia minera se encuentra entre dos quebradas paralelas: la de Cháparra y Torrecillas. Ver Fotos N° 5.34 a 5.52.

La asociación Aspromart - 4 Horas ha implementado un sistema de organización mediante el cual todos sus asociados trabajan cumpliendo diversas funciones y responsabilidades, especialmente aquellas relacionadas con el desarrollo y preparación de la mina y las de arranque y extracción del mineral a superficie; sin descuidar los aspectos de sostenimiento/mantenimiento de las labores de acceso a interior mina, interpretación/seguimiento del rumbo y buzamiento de las estructuras mineralizadas. Al término de los trabajos de la semana, se reparten entre todos los asociados la producción de mineral en cantidades equitativas.

Anomalía Marcahui

Esta anomalía se ubica en los alrededores del poblado Duraznillo, quebrada Quicacha, coordenadas UTM

8 284 224 N – 637 130 E; emplazada en rocas intrusivas grano-dioríticas, abundantes bloques y rodados, contenido de rocas volcánicas, óxidos y relleno de calcita. El contraste geoquímico es fuerte en oro y débil en Fe.

Anomalía Victoria

Se ubica 5 km al SE del poblado El Convento, quebrada Rinconada, coordenadas UTM 8 259 977 N- 627 401 E; emplazada en rocas intrusivas, abundantes bloques sub angulares y rodados de intrusivos monzoníticos de edad Cretáceo superior (Batolito Linga), rodados con relleno de óxidos. Hay presencia de labores informales frecuentes; el contraste geoquímico es fuerte en oro.

Anomalía Torrecillas

Se ubica 6 km al SE del poblado Tocota, quebrada Torrecillas, coordenadas UTM 8 267 091 N-603 825 E; afloran rocas intrusivas del Cretáceo superior (Complejo Bella Unión), y monzonita de la unidad Linga, fracturamiento intenso con relleno de óxidos, bloques de granodiorita con alteración de epidota y clorita, rodados de andesita afanítica. El contraste geoquímico es fuerte en oro.

5.4 ZONA CHALA-LA CAPITANA-RELAVES-MOLLEHUACA

Caracterización de la Zona

Parte de esta zona se ubica en los distritos de Chala y Tocota, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. La visita se inició desde la localidad de Chala (km 608 de la Panamericana Sur); siguiendo una carretera afirmada de segundo orden a 30 km de recorrido se llega a Tocota, donde se encuentran las unidades mineras de la Cía. Minera Caravelí, Mina La Capitana y Chinito. Continuando otro recorrido de 15 km se llega al poblado de Relave (distrito de Pullo, provincia de Parinacochas, departamento de Ayacucho), donde se encuentra la comunidad Aurífera Relaves S.A. - AU-RELSA. Ver Fotos N° 5.53 a 5.72.

Anomalía San Juan

Esta anomalía, determinada por procedimiento geoquímico, se encuentra localizada 3 km al norte del poblado Pueblo Viejo, alrededores del sector denominado Relave, coordenadas UTM 8 274 306 N - 600 565 E. La litología consiste de granodioritas y tonalitas de la unidad Tiabaya (Batolito de la Costa), gran cobertura aluvial, bloques y rodados bastante alterados e intemperizados, con fracturas rellenas de cuarzo, pátinas de limonita, algunos clastos de volcánico (andesita). El contraste geoquímico en esta anomalía es fuerte en oro.

Anomalía Pampablanca

Se ubica 5 km al este del poblado Pueblo Viejo, quebrada Huanu Huanu, coordenada UTM 8 272 880 N - 604 520 E. Se localiza en intrusivos dioríticos, unidad Tiabaya; el fracturamiento es intenso, con venillas de cuarzo y epidota. Se observó intensa actividad minera informal por oro. El contraste geoquímico es fuerte en oro y débil en Hg.

Mina La Capitana

El yacimiento tipo filón se ubica en el distrito de Tocota, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa; a 40 km al NE de Chala por la carretera afirmada Chala-La Pampa-Tocota-La Capitana. Las coordenadas UTM de la parte central son 8 272 050 N - 601 858 E, a una altitud de 1 320 msnm.

La estructura de veta tiene rumbo predominante N 40° E, buzamiento de 10° NO, potencia variable de 0,05 a 0,50 m; se encuentra emplazada en la súper unidad de Tiabaya del Cretáceo, súper unidad Linga y rocas sub-volcánicas del complejo Bella Unión, todas ellas controladas por un sistema de fallas entrecruzadas en las quebradas San Andrés y Lucmilla.

La mineralización consiste de cuarzo ferruginoso masivo, pirita, arsenopirita, oro, calcopirita, esfalerita, galena, marcasita, calcita, cuprita, malaquita, hematita, crisocola y óxido de manganeso. El oro se encuentra

asociado al cuarzo, pirita y arsenopirita, con ley de 20,27 g/tm. La roca volcánica encajonante se encuentra epidotizada, de color gris oscura verdosa; de matriz afanítica, con fenocristales de plagioclasa de grano fino, textura porfírica, presentando alteración subordinada de biotita y epidota.

El análisis geoquímico sobre muestra de canal colectada por el INGEMMET reporta el siguiente resultado:

Código	Pot. m	Au g/tm	Ag ppm	Pb ppm	Zn ppm
208139	1,50	20,27	6,9	2,735	139

Cu ppm	Mo ppm	As ppm	Cd ppm	S %
182	16,8	124	1,5	2,79

5.5 ZONA YAUCA-JAQUÍ-SANTA FILOMENA

Caracterización de la Zona

A partir de la localidad de Yauca (km 568 de la Panamericana Sur), siguiendo la carretera afirmada de segundo orden, a 28 km de recorrido se llega a Jaquí; luego se continúa por la quebrada Angostura aguas arriba, a 50 km de recorrido se encuentra la planta de beneficio de la Cia. Aurífera Laitaruma; a la distancia de los 52 km se encuentra Minera Colibrí, a los 66 km la mina Santa Filomena y más allá la mina San Luis. Ver Fotos N° 5.73 a 5.85.

La comunidad minera Santa Filomena-SOTRAMI, comprende una población ordenada alrededor de las labores mineras; cuenta con tiendas de expendio de diversas mercaderías y abarrotes, suministro de energía eléctrica, colegios de instrucción primaria y secundaria y se encuentra en proyecto la instalación y funcionamiento de un instituto.

Mina San Luis

Este yacimiento tipo filón se ubica en el distrito de Sancos, provincia de San Juan de Lucanas, departamento de Ayacucho; a 63 km al este de Yauca; 48 km

por carretera afirmada (Yauca-Jaqui-Planta Laitaruma), luego 15 km por trocha carrozable hasta la mina. Las coordenadas UTM de la parte central son 8 305,574 N - 577 344 E, a una altitud de 2 340 msnm.

El yacimiento se encuentra emplazado en la superunidad Tiabaya del Cretáceo; presenta un afloramiento de 800 m, con rumbo N50° O, buzamiento 40° NE y potencia promedio de 1,20 m.

La mineralización consiste de cuarzo ahumado en forma discontinua y lenticular, con calcopirita, pirita y oro libre en una matriz de hematita, goetita y jarosita; a veces presenta calcita y clorita. La roca caja consiste de diorita-tonalita, gradando a granodiorita; presenta silicificación de intensidad moderada a débil y abundante biotita; en forma subordinada presenta alteración filica y argílica.

El análisis geoquímico sobre muestras de canal colectada por INGEMMET, reporta el siguiente resultado:

Código	Pot. M	Au g/tm	Ag ppm	Cu ppm	Mo ppm	Fe %
208143	1,20	0,11	3,0	40	14,3	1,36
208144	1,20	19,9	4,7	112	10,2	5,13

Depósito de Coquina

Este depósito de conchuelas se ubica en el distrito de Yauca, provincia de Caraveli, departamento de Arequipa; a la altura del km 554 de la carretera Panamericana Sur, luego 1 km hacia el oeste por una trocha carrozable. Las coordenadas UTM de la parte central son 8 276 694 N - 529 718 E, a una altitud de 65 msnm.

Las conchuelas tienen dimensiones variables desde ¼ a 2-1/2 pulgadas; el material presenta de 30 a 40% de conchuelas con 60-70% de arena, en partes se encuentran estratificadas, apreciándose sectores de arena ferruginosa. La potencia de los estratos es variable de 0,40 a 4,0 m, conteniendo 92% de CaCO₃.

El análisis químico sobre una muestra colectada por INGEMMET reportó 42,78% de CaO.

Pampa Matacaballo

Esta cantera de grava se ubica en el distrito de Acarí, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa; a la altura del km 514 de la Panamericana Sur, en la margen derecha del tramo de la carretera San Juan de Marcota-minas de Hierro Acarí. Las coordenadas UTM de la parte central son 8 294 723 N – 508 463 E, a una altitud de 300 msnm.

La grava esta compuesta por fragmentos de origen ígneo y metamórfico, emplazada en un radio de 400 m. El material de grava se encuentra con arena del Cuaternario aluvial, se utiliza para el afirmado de carreteras en forma de piedra chancada.

5.6 ZONA NASCA-SAN JOSÉ-TULÍN-INGENIO

Comprende la franja territorial entre las provincias de Palpa y Nasca del departamento de Ica. Ver Fotos N° 5.73 a 5.100.

Mina Sol de Oro

Este yacimiento es del tipo filón, está ubicado en el distrito de Vista Alegre, provincia de Nasca, departamento de Ica; a 12 km al este por la carretera de Nasca hacia Puquio (cerro Sol de Oro). Las coordenadas UTM son 8 362 266 N – 518 122 E, a una altitud de 958 msnm.

El yacimiento está asociado a roca plutónica de la superunidad Tiabaya del Batolito de la Costa. La unidad intrusiva es la granodiorita ubicada al sur de la mina, las vetas de cuarzo presentan dirección predominante N40°O - 20°NE, potencia variable de 0,30 a 0,40 m, con longitud de afloramiento de 300 m.

Las estructuras mineralizadas son vetas hidrotermales del tipo relleno de fracturas, con presencia de cuarzo aurífero, pirita fina diseminada, escasa crisocola, azu-

rita, malaquita y moderada oxidación. Muestras analizadas en el Laboratorio de INGEMMET (Ref. Franja N° 2) reportan los resultados siguientes:

Código	Pot. m	Rumbo	Buz.	Au g/tm	Ag ppm
201036	0,4	N40°O	20°NE	9,17	8,0
201037	0,3	N40°O	20°NE	5,42	4,0

Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe %
99	89	786	12,1
60	50	227	12,3

Pampa Alta

Cantera de grava ubicada en el distrito de Vista Alegre, provincia de Nasca, departamento de Ica; a la altura del km 472 de la Panamericana Sur, hacia la margen izquierda siguiendo una trocha de aproximadamente 2 km. Las coordenadas UTM de la parte central son 8 337 120 N – 501 012 E, a una altitud de 610 msnm.

La grava contiene fragmentos de origen intrusivo y sedimentario, dispuesta en un radio de 500 m; se encuentra semi consolidada con arenas del Cuaternario aluvial. El material de grava se utilizó en la construcción y pavimentación para mantenimiento de la Panamericana Sur; actualmente su explotación se encuentra paralizada.

5.7 SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA

Los aspectos relevantes de la situación socioeconómica en las áreas visitadas, se ilustran a través de la secuencia de Fotos N° 5.101 a 5.127.

Estudios realizados por COSUDE (1999) han identificado la existencia de 40 localidades de mineros artesanales, equivalente a cerca de 6 000 familias. Las localidades más importantes por la presencia de mineros artesanales, son:

Ica: Saramarca, Tulin.

Ayacucho: Huanca, San Luis, Santa Filomena, Relave.

Arequipa: Mollehuaca, Eugenia, Cerro Rico.

En estas localidades predominan viviendas de estera y plástico; no obstante se debe tener en cuenta que en la zona se produce un cambio de temperatura desde el calor extremo durante el día, a bajas temperaturas en la noche. Los campamentos mineros no cuentan con servicios básicos de agua, luz eléctrica, desagüe y recolección de basura.

Algunos campamentos se encuentran relativamente alejados del centro de las operaciones mineras, como el caso de mina Mollehuaca; otros se han levantado dentro de la misma área en la que se realiza la explotación/extracción minera, como es el caso de Santa Filomena. Por lo general, los centros poblados también albergan las unidades de beneficio de mineral, generando serios problemas a la salud, especialmente a causa del mercurio.

La aparición y crecimiento de los campamentos mineros se encuentran en función de la bondad y características de los yacimientos de mineral. Su desarrollo se inicia desde la etapa de "invasión" por un periodo de unos cuantos días; luego en etapas progresivas, los mineros han construido sus viviendas y algunos locales improvisados para el funcionamiento de escuelas y puestos de salud.

Los poblados y campamentos mineros carecen de servicios suficientes y adecuados de salud y educación. Las principales localidades no cuentan con colegio secundario.

Las escuelas inician sus actividades 1 ó 2 meses después del inicio oficial de clases, por demora en la gestión de docentes por parte de las unidades administrativas del Ministerio de Educación, perjudicando a los escolares en la programación anual. En algunos casos, se ha impedido a los niños acceder al seguro escolar al no haber sido inscritos a tiempo en el mismo.

Tanto las escuelas como los establecimientos de salud tienen escaso personal, infraestructura y equipamiento, factores que afectan y disminuyen el interés y posibilidades reales de los docentes y personal médico para brindar una atención de calidad a la población.

La principal actividad económica es la minería artesanal y/o informal, desplazando en algunas áreas a la agricultura. Lo que en muchos casos empezó como una actividad secundaria o de refugio se fue convirtiendo en una actividad permanente. En la actualidad las 6 000 familias, es decir unas 15 000 personas entre los varones adultos, muchas de sus cónyuges e hijos menores de 18 años, forman parte de la minería artesanal.

La minería artesanal también es importante en la generación de empleo indirecto, desarrollándose una intensa actividad comercial, sobre todo en bienes de consumo. Existen numerosas tiendas de comestibles, restaurantes y otros servicios, como peluquería, hospedaje, transporte, etc. La compra y venta de insumos industriales se encuentra restringida; por ejemplo para la adquisición de reactivos químicos, explosivos y otros, se requiere de licencia especial y la mayoría de los mineros artesanales operan al margen de la ley.

Los operadores del sistema-quimbalete ("quimbaleteros") son el nexo entre los mineros artesanales y los compradores de oro y relaves de amalgamación. Los mineros artesanales frente al sentimiento de desconfianza, optan por alquilar el sistema-quimbalete para procesar su mineral por amalgamación, sacrificando temporalmente su presencia y participación en las labores mineras. Los compradores cumplen la función de intermediación entre la adquisición y acopio de oro "refogado" y relaves de amalgamación, respecto a las plantas procesadoras de recuperación y refinación de oro.

La reducción de la informalidad permitiría un aumento de recaudación del Estado. Se podría establecer me-

canismos que permitan que los impuestos pagados por los mineros artesanales puedan ser invertidos en sus respectivas comunidades. De esta manera, se lograría un impacto positivo en la elevación de los niveles de vida de estas poblaciones mineras.

5.8 RECONOCIMIENTO DEL IMPACTO AMBIENTAL

El reconocimiento del impacto ambiental, incluyendo seguridad e higiene minera, se muestra a través de las Fotos N° 5-128 a 5-141.

5.8.1 Actividad minera-subterránea

La falta y/o deficiente operación del sistema de ventilación origina condiciones peligrosas en interior mina como consecuencia de la voladura de rocas con dinamita (o combinación con ANFO), generándose gases nitrosos; así mismo, la operación de vehículos o maquinaria que usa combustible y lubricantes causando la emanación de monóxido de carbono. También se propicia condiciones de riesgo para la salud, cuando las operaciones de perforación se realizan sin o deficiente uso de agua, ocasionándose en este caso la presencia de polvos en suspensión con contenido de sílice.

La explotación subterránea de yacimientos con presencia de sulfuros, propicia condiciones aparentes para la generación potencial del drenaje ácido de roca (DAR) al producirse la oxidación de los sulfuros (por la presencia de aire y/o de bacterias ferro-oxidantes) y su combinación con el agua. El agua ácida producida (DAR), con alto contenido de sulfatos y iones de metales pesados, generalmente es drenado hacia los cuerpos o cursos de agua. Las aguas naturales también están expuestas a la descarga de aguas residuales producto de limpieza y mantenimiento de equipo y maquinaria diversa.

Otras condiciones de riesgo para la seguridad, salud o medio ambiente es la producción y exposición al ruido durante las operaciones de perforación; accesos de interior mina en condiciones inseguras, falta de sumi-

nistro y uso del equipo de seguridad. Por otra parte se encuentra la demanda de madera para el sostenimiento de labores subterráneas, ocasionando la necesidad de un programa de reposición.

5.8.2 Actividad de beneficio de minerales

La disposición de relaves mineros (botaderos o escombreras de material estéril y relaves de cianuración), así como la descarga de efluentes residuales y emisión de ruidos, gases y polvo particulado, se considera que ocasionan impactos mínimos al medio ambiente, por cuanto, el ámbito de las áreas de operación de beneficio de minerales se caracteriza por la presencia de ecosistemas de escasa biodiversidad y biomasa. Los relaves mineros, por lo general presentan escaso contenido de minerales de sulfuros y, ya que las áreas de emplazamiento de estos relaves se encuentran en zonas muy secas, se considera igualmente muy remota la posibilidad de generación del drenaje ácido de roca (DAR).

En la etapa de tratamiento piro-metalúrgico de la amalgama de metales valiosos (oro y plata) se produce la emisión promedio anual de 12,6 tm de vapor de mercurio y la consecuente condensación/precipitación a la superficie en finisimas gotas.

Se desconoce con exactitud de presencia y distribución del volumen anual generado de mercurio residual y sus compuestos derivados. Entre los potenciales receptores y vías de conducción y transporte de las emisiones residuales de mercurio y sus compuestos, se pueden mencionar a la escorrentía, cuerpos y cursos de agua superficial y subterránea.

Los resultados de análisis por mercurio y oro de muestras referenciales de los relaves de amalgamación obtenidos por el sistema quimbaleta, se muestran en el Cuadro 5.1. Se estima que el promedio de pérdidas de mercurio es del orden de 65 g/lata de mineral tratado por el sistema quimbaleta.

El amplio rango de valores registrados para el mercurio se debe a la diferencia en el contenido de oro en el mineral ROM y la destreza del operador del sistema quimbaleta.

Cuadro 5.1 Contenido de mercurio y oro en muestras referenciales de relaves de amalgamación obtenidos del sistema quimbaleta

Centro Minero	Mercurio ppm	Oro g/tm
Mollehuaca	376	20,8
Relave	341	20,9
Saramarca	191	11,5
Nasca	1 101	
Otoca	270	
Tulin	10	33,6
Santa Filomena	48	43,2
Huanta	486	19,6
Chaparra	174	19,7
La Joya	141	10,9
Eugenia	1 622	23,4
Atico	757	11,7
Caravelí	1 796	31,5
Chala	104	
Cerro Rico	211	18,1

Fuente: Alberto Pasco-Font; *Minería Informal y Medio Ambiente-GRADE-Dic. 1996*

La presencia de mercurio, en los materiales de ingreso y los generados en las plantas de cianuración, queda demostrada a través de los resultados del análisis de muestras referenciales que se indican en el Cuadro 5.2.

Durante el proceso de lixiviación de los relaves de amalgamación, el mercurio presente también reacciona con el cianuro para formar el producto soluble cianuro de mercurio: $Hg(CN)_2$.

5.9 RECONOCIMIENTO DEL IMPACTO SOCIAL

El impacto social en las áreas visitadas presenta diversos y variados matices, algunos de los cuales son expresados a través de las Fotos N° 5.142 a 5.162.

La minería artesanal se ha desarrollado en medio de un alto grado de informalidad. Los mineros artesanales operan en concesiones mineras ajenas; como consecuencia, se producen conflictos entre los titulares de las concesiones y los mineros, muchas veces violentos. En los casos en que se llega a un acuerdo, por lo general el titular de la concesión o su representante somete a los mineros artesanales a condiciones desfavorables que disminuyen su rentabilidad. A menudo los mineros artesanales venden su mineral a pre-

Cuadro 5.2 Resultados del análisis por mercurio total y mercurio soluble sobre muestras referenciales obtenidas de diversas plantas de cianuración

Planta de Cianuración	Procedencia del material recibido	Descripción de la Muestra	Mercurio Total ppm	Mercurio Soluble ppm	Oro g/tm
Cerro Rico	Yanaquihua	Relave cianuración	165		7,8
Cerro Rico	Encarnación	Relave cianuración	57		5,3
Cerro Rico	Ispacas	Relave cianuración	66		1,2
Nasca	Depósito abandonado	Relave cianuración	79		2,1
Planta Belén		Rlve.Cian./ sólidos	414		1,5
Planta Belén		Rlve.Cian./ líquido		102,1	
Planta Cormindusa		Pozo de agua		<0,001	
Planta Saresa		Solución impregnada		6,17	
Planta Saresa		Rlve. cianuración		1,17	

Fuente: Alberto Pasco-Font; *Minería Informal y Medio Ambiente-GRADE-Dic. 1996*

cios muy bajos, por desconocimiento del mercado y la necesidad de acceso al recurso minero.

A pesar de su capacidad para generar empleo y brindar ingresos más elevados que otras actividades económicas, este tipo de minería sólo ha servido hasta ahora como refugio y supervivencia, sin posibilidades de crecimiento y acumulación. Parte de esta limitación surge de la imposibilidad de los mineros artesanales para acceder al crédito e invertir en las labores que trabajan. La posesión del título de la concesión minera les daría un respaldo ante las instituciones bancarias; podrían comprar insumos industriales a precio

de mercado y establecer relaciones comerciales equitativas con otros agentes.

Para que la minería artesanal se convierta en una actividad sostenible, requiere de mecanismos de coordinación que no se dan en la actualidad. Los modelos de organización son ineficientes y reflejan relaciones de poder desiguales. De otra parte, se requiere mejorar los sistemas de control para conocer los ciclos y períodos de trabajo, el número de personal en interior mina, para realizar labores tanto de producción como auxiliares.

Anexo Fotográfico
Capítulo V: Áreas Visitadas

Zona Arequipa-Santuario de Chapi-Cuenca río Vítor

Área mina Nuevo Espinal



Foto N° 5.01



Foto N° 5.02

Mina Nuevo Espinal ubicada en el Cerro Espinal, distrito de Yarabamba / Arequipa. La parte superior del yacimiento presenta lentes y clavos mineralizados de óxidos de cobre que alcanzan longitudes de hasta 15 m, con potencias que varían entre 0,30 y 0,80 m. En el nivel inferior presenta minerales de sulfuros de cobre.

Área mina San José/Lixiviación minerales de óxidos de cobre



Foto N° 5.03



Foto N° 5.04



Foto N° 5.05



Foto N° 5.06



Foto N° 5.07



Foto N° 5.08



Foto N° 5.09



Foto N° 5.10

Se muestra los arreglos generales de planta para la lixiviación ácida (ácido sulfúrico) de minerales de óxidos de cobre por el sistema de percolación en rumas. Esta operación artesanal se encuentra temporalmente paralizada. Vistas fotográficas Fotos N° 5.03 a 5.10.



Foto N° 5.11

Minero artesanal dedicado a la extracción / preparación de arcilla. Area mina San José.



Foto N° 5.12

Proyecto de Reactivación-mina de Cobre ex Chapi



Foto N° 5.13



Foto N° 5.14



Foto N° 5.15



Foto N° 5.16



Foto N° 5.17

El esquema de beneficio minero-metalúrgico consiste en la explotación subterránea / flotación selectiva de los minerales de sulfuros de cobre para obtener concentrados con alta recuperación de metales valiosos (oro y plata). Las edificaciones y diversas instalaciones, vías de acceso y servicios de suministros de energía y agua se muestran en las vistas Foto N° 5.13 a 5.17.

Cantera Añashuayco-Sillar



Foto N° 5.18

Esta cantera se ubica al Oeste y adyacente a la ciudad de Arequipa formando parte de la quebrada Añashuayco. Los trabajos son de carácter artesanal familiar; cada miembro de familia recibe una determinada tarea, por ejemplo preparar 200 bloques en un plazo promedio de 1,5 a 2,0 semanas.



Foto N° 5.19



Foto N° 5.20



Foto N° 5.21



Foto N° 5.22



Foto N° 5.23



Foto N° 5.24



Foto N° 5.25

Sus principales herramientas son: barretas, cinceles, combas y un patrón de medida. Se muestra el proceso de trazado, corte y desbaste de bloques de sillar.

Zona Ocoña-Atico-Caravelí-Mina Eugenia-Las Calaveritas

Agrupamiento minero Eugenia



Foto N° 5.26



Foto N° 5.27



Foto N° 5.28

Las operaciones de minería artesanal se encuentra en un área de clima árido y seco tipo desértico (Foto N° 5.26). Cada asentamiento poblacional se encuentra alrededor y/o formando parte de las instalaciones mineras y metalúrgicas. En las vistas Foto N° 5.27 y 5.28 se muestra el acceso a interior mina / poblado de Santa Rosa).



Foto N° 5.29



Foto N° 5.30



Foto N° 5.31



Foto N° 5.32



Foto N° 5.33

operaciones de extracción y recuperación de oro se realizan por el proceso de amalgamación en sistema quimbalete. El sistema incluye la poza de sedimentación para la recuperación / reciclado del agua de proceso y separación del material de relave de amalgamación para su posterior comercialización.

Zona Chala-Cháparra-Torrecillas

Proyecto Aspromart - 4 Horas



Foto N° 5.34



Foto N° 5.35



Foto N° 5.36

Oficina de Aspromart-4Horas en el poblado de Cháparra (Foto N° 5.34). Campamento La Aguada (Foto N° 5.35). Cerro-4 horas en donde se emplaza el yacimiento aurífero tipo filón (Foto N° 5.36).



Foto N° 5.37



Foto N° 5.38



Foto N° 5.39



Foto N° 5.40

Nivel principal - Oficina Mina; además se muestra las perforadoras eléctricas (tipo taladro), incluido el grupo electrógeno a gasolina (Foto N° 5.40), y la escuadrilla de rescate minero (Foto N° 5.41).



Foto N° 5.41

Operación Minera Artesanal



Foto N° 5.42



Foto N° 5.43



Foto N° 5.44



Foto N° 5.45



Foto N° 5.46



Foto N° 5.47

Galería principal de acceso interior mina, incluye área de almacenamiento y despacho de mineral (Fotos N° 5.42 a 5.44). Labor de avance de tajeos (Foto N° 5.45), carro minero de diseño y fabricación artesanal (Foto N° 5.46), botadero de roca estéril de mina y residuos domésticos. (Foto N° 5.47).



Foto N° 5.48



Foto N° 5.49



Foto N° 5.50

Secuencia del transporte del mineral aurífero entre el Nivel de extracción Cerro 4 - Horas y el campamento La Aguada. Piara de burros cuesta arriba al Nivel de almacenamiento y despacho (Foto N° 5.48); cargado de dos costales de mineral en cada burro (Foto N° 5.49); trasbordo de los costales de mineral para su transporte en camiones al poblado de Chaparra (Foto N° 5.50).



Foto N° 5.51



Foto N° 5.52

Nueva instalación de planta de beneficio ubicada en el poblado de Chaparra, consistente en molino de bolas para la molienda del mineral en seco y batería de quimbaletes - pozas de sedimentación para las operaciones de amalgamación.

Zona Chala-La Capitana-Relaves Mollehuaca

Caso Planta de Beneficio Mollehuaca/Tocota



Foto N° 5.53



Foto N° 5.54



Foto N° 5.55



Foto N° 5.56



Foto N° 5.57



Foto N° 5.58



Foto N° 5.59

Se muestran las vistas de arreglos generales de la planta de beneficio Mollehuaca ubicada en el distrito de Tocota, provincia de Caraveli, departamento de Arequipa. Comprende la tolva de recepción de minerales auríferos (ROM); la sección chancado de dos etapas; molienda - clasificación en circuito cerrado con hidrociclón; tanques de lixiviación por cianuración; oficinas y servicios auxiliares; depósito de relaves / pozas de decantación.

Instalaciones de Cianuración de Relaves de Amalgamación



Foto N° 5.60



Foto N° 5.61



Foto N° 5.62



Foto N° 5.63

Vista general (Foto N° 5.60) de las instalaciones para re-tratamiento de relaves de amalgamación por cianuración; pozos de apilamiento y lixiviación del material (Foto N° 5.61 y 5.62); poza de preparación y distribución de la solución de cianuro (Foto N° 5.63).



Foto N° 5.64

Enjambre de operaciones de molienda-amalgamación mediante el uso de sistema quimbalete. Márgen izquierda de la quebrada Tocota.

Centro minero Relave, Parinacochas-Ayacucho



Foto N° 5.65



Foto N° 5.66



Foto N° 5.67

Asentamiento poblacional / Centro minero Relave (Foto N° 5.65); a ambas márgenes del valle se emplazan los yacimientos minerales auríferos; hacia el lado derecho de esta vista se emplaza además el antiguo depósito de relaves La Capitana (Foto N° 5.69). Dentro de la población Relave se realizan operaciones de amalgamación por el sistema quimbalete.



Foto N° 5.68



Foto N° 5.69

Empresa Minera La Capitana S.A.: Hacia el lado derecho de la vista (Foto N° 5.68) se ubica la planta de beneficio por cianuración de relaves antiguos. El antiguo depósito de relaves se muestra en la vista Foto N° 5.69.



Foto N° 5.70



Foto N° 5.71

Comunidad Aurífera Relaves S.A.: Se muestra el Nivel 3 - galería de acceso y madera para sostenimiento (Foto N° 5.70); Nivel principal / Portal de galería de servicios mina (Foto N° 5.71); galería de acceso con compuerta de seguridad para herramientas y materiales. (Foto N° 5.72).



Foto N° 5.72

Zona Yauca-Jaqui-Santa Filomena
Proyecto Minero Santa Filomena



Foto N° 5.73



Foto N° 5.74



Foto N° 5.75

Personal minero portando mineral en sacos desde interior mina a superficie.



Foto N° 5.76



Foto N° 5.77

Skip de izaje - motorizado para la extracción del mineral a superficie. Se muestra el extremo superior del sistema de izaje, efectuando la descarga del mineral en superficie (Foto N° 5.76) y el extremo inferior en interior mina, se muestra los rieles y cables para el deslizamiento del skip. (Foto N° 5.77).



Foto N° 5.78



Foto N° 5.79

Planta de amalgamación mediante el uso combinado de molinda en molino de bolas seguido de molinos - amalgamadores y pozas de sedimentación para facilitar el manejo de pulpas y la recuperación / reciclado de agua.



Foto N° 5.80



Foto N° 5.81



Foto N° 5.82

Sobre la margen derecha de la quebrada Angostura se encuentra la nueva planta de beneficio en proceso de construcción e implementación (Foto N° 5.80). La sección chancado comprende la etapa primaria en chancadora de quijadas y la secundaria en chancadora cónica /zaranda en circuito cerrado (Foto N° 5.81). Se dispone de una serie de pozas de sedimentación para facilitar el manejo de pulpas y recuperación/reciclado de agua (Foto N° 5.82).



Foto N° 5.83



Foto N° 5.84



Foto N° 5.85

Sobre la margen izquierda de la quebrada Angostura también se encuentran las plantas de beneficio por cianuración de Santa Rosa y Colibrí (Foto N° 5.83; Foto N° 5.84 respectivamente). La planta de beneficio de Laitaruma se encuentra sobre la margen izquierda de la quebrada Acaville (Foto N° 5.85). La quebrada Angostura tributa a la quebrada Acaville y ésta a su vez al río Yauca.

Zona Nasca-San José-Tulín-Ingenio
Proyecto Minero El Paraíso/Tulín



Foto N° 5.86

Línea de cianuración en pozas / "bat leaching" comprende la etapa de trituración, circuito de aglomeración; seguida de acarreo y disposición del material en las pozas donde se realiza el proceso de "curado" y riego con solución de cianuro. (Fotos N° 5.86 a 5.89).



Foto N° 5.87



Foto N° 5.88



Foto N° 5.89



Foto N° 5.90

La segunda línea de cianuración comprende la etapa de molienda / clasificación (clasificador espiral), seguida por los tanques de agitación. Se incluye el proceso alternativo de extracción por amalgamación sobre placas en criba Muller (Foto N° 5.91). Obsérvese la descarga de relaves de cianuración en pozas excavadas en terreno superficial (Foto N° 5.93).



Foto N° 5.91



Foto N° 5.92



Foto N° 5.93



Foto N° 5.94



Foto N° 5.95

Circuito de recuperación de metales valiosos (oro y plata) contenidos en las soluciones impregnadas, por el proceso de adsorción en carbón activado.

Planta de Beneficio MAGMA en Proceso de Construcción-Sector Tulin



Foto N° 5.96

En las Fotos N° 5.96 a 5.99, se presenta la construcción de una poza cubierta con geotextil para efectuar el proceso de lixiviación por riego / inundación; también se observa en proceso de montaje e implementación del tanque pachuca y tanques de agitación (color amarillo). La etapa de molienda - clasificación en circuito cerrado con hidrociclón se muestra en la vista Foto N° 5.98.



Foto N° 5.97



Foto N° 5.98



Foto N° 5.99



Foto N° 5.100

El proceso de amalgamación por el sistema quimbaleta se encuentra en actual operación.

Aspecto de la Actividad Socio-Económica



Foto N° 5.101



Foto N° 5.102

Conjunción actual de la agricultura / vivienda rural con una cantera de roca ornamental - Santuario de la Virgen de Chapi de enorme tradición y fervor religioso; todo ello dentro del entorno de la minería en yacimientos de cobre - molibdeno.



Foto N° 5.103



Foto N° 5.104



Foto N° 5.105

Abastecimiento del recurso hídrico: acopio desde manantial / transporte en bidones y de pozos artesianos / acopio en baldes. Comercio ambulante (Foto N° 5.105) de abastecimiento de víveres, abarrotes y otra mercadería.



Foto N° 5.106



Foto N° 5.107



Foto N° 5.108



Foto N° 5.109



Foto N° 5.110



Foto N° 5.111



Foto N° 5.112

Abastecimiento de productos obtenidos de minerales no metálicos para la industria de la construcción civil: sillares, adoquines, baldosas, losetas, dinteles entre otros.

Aplicación de productos mineros no metálicos en la industria de la construcción civil:

A. Arquitectura de la catedral y Palacio Municipal en la ciudad de Arequipa.



Foto N° 5.113



Foto N° 5.114



Foto N° 5.115



Foto N° 5.116



Foto N° 5.117



Foto N° 5.118



Foto N° 5.119



Foto N° 5.120



Foto N° 5.121



Foto N° 5.122



Foto N° 5.123



Foto N° 5.124



Foto N° 5.125



Foto N° 5.126



Foto N° 5.127

C. Arquitectura / decoración en interior de viviendas

Comentario 1

Los aspectos de actividad socioeconómico, están relacionados con agroindustria / ganadería - turismo - recursos hídricos (superficial / subterráneo) - comercio de bienes y servicios - industria de la construcción civil, los mismos que serán tomados en cuenta en la elaboración del Estudio Modelo / Piloto previsto en el Plan Operativo - 2003 de la Dirección de Tecnología Minera - Metalúrgica.

Reconocimiento del Impacto Ambiental



Foto N° 5.128

Drenaje ácido de roca (Foto N° 5.128) a través de la galería principal de servicios de la ex - mina Chapi de Cobre.



Foto N° 5.129



Foto N° 5.130



Foto N° 5.131



Foto N° 5.132



Foto N° 5.133

Los efluentes líquidos residuales, procedentes de las operaciones del sistema quimbaleta, se caracterizan por su alto contenido de sólidos en suspensión y otros elementos de significación ambiental (principalmente mercurio) que al ser descargados al medio ambiente receptor causan severos impactos a los suelos, cuerpos y corrientes hídricas; además representan alto riesgo potencial para la salud humana y bienestar social.



Foto N° 5.134



Foto N° 5.135

Instalación piro metalúrgica dentro de una vivienda - oficina, para la recuperación del oro doré a partir de la amalgama. Los gases y vapores con contenido de mercurio, son expelidos directamente a la atmósfera.



Foto N° 5.136



Foto N° 5.137



Foto N° 5.138



Foto N° 5.139



Foto N° 5.140



Foto N° 5.141

Escenarios de impacto y recuperación ambiental: descarga de roca estéril de mina y desperdicio doméstico (Foto N° 5.137); depósito de chatarra (Foto N° 5.138); revegetación depósito de relaves (Foto N° 5.139; forestación Fotos N° 5.140 y 5.141).

Comentario 2

Los aspectos de impacto ambiental están relacionados con la generación del drenaje ácido de roca (DAR) - emisión de gases y efluentes residuales de operaciones y procesos mineros y metalúrgicos - disposición de escombros y relaves mineros - manejo de residuos y aguas servidas domésticas - tecnologías de recuperación ambiental, serán especialmente considerados como "Gestión del riesgo en salud, seguridad y medio ambiente" en el Estudio Modelo / Piloto.

Reconocimiento del Impacto Social



Foto N° 5.142



Foto N° 5.143



Foto N° 5.144



Foto N° 5.145

Caracterización de edificaciones para vivienda y servicios: campamento modular (Foto N° 5.142) - grupo de covachas (Fotos N° 5.143; 5.144 y 5.145) - poblado de casas de estera / calamina (Fotos N° 5.146 y 5.147) - posta médica (Foto N° 5.148) - escuela (Foto N° 5.149) - iglesia evangélica (Foto N° 5.150) - taller de extracción de oro (Foto N° 5.151).



Foto N° 5.146



Foto N° 5.147



Foto N° 5.148



Foto N° 5.149



Foto N° 5.150



Foto N° 5.151



Foto N° 5.152



Foto N° 5.153



Foto N° 5.154

Libre interpretación de actividades extra-convencionales: Niño preparándose para operar pronto un quimbalete (Foto N° 5.152) - adulto preocupado en su labor / niño pensando en que jugar (Foto N° 5.153) - mujer trabajadora imaginando su futuro inmediato (Foto N° 5.154) - Niña buscando divertirse pero ayudando a la vez en el trabajo (Foto N° 5.155) - Niño dirigiendo su operación minera (Foto N° 5.156) - Madre / hijo cuesta arriba en el Cerro - 4 horas, ambos optimistas que llegaran pronto a la cima del progreso. (Fotos N° 5.157 y 5.158).



Foto N° 5.155



Foto N° 5.156



Foto N° 5.157



Foto N° 5.158



Foto N° 5.159



Foto N° 5.160

Recreo infantil (Foto N° 5.159) en el ámbito de trabajo (poblado Relave / Parinacochas) en contraste con el parque infantil desierto en Santa Filomena / Lucanas (Foto N° 5.160).



Foto N° 5.161



Foto N° 5.162

Bar / prostíbulo generalmente instalados en poblaciones con mayor arraigo minero.

Comentario 3

Los aspectos de impacto social mencionados con el presente Código 5-9 están relacionados con el medio social emergente y consecuente de la minería especialmente de aquella desarrollada en pequeña escala. Aspectos como la caracterización de edificaciones para vivienda y servicios (educación - salud - religión - otros) - actividades extra - convencionales (trabajo de la mujer e infantil - niños inmersos en circunstancias de potencial frustración y resentimiento) - ambiente de propensión a la promiscuidad y pérdida de valores morales, serán especialmente considerados como "Impacto Social" en el Estudio Modelo / Piloto.

Análisis químico: Por oro en cada fracción de tamaño.

Recurso Hídrico

Para efectos del análisis referencial sobre la calidad de agua para consumo doméstico, en las unidades mineras existentes en el área Eugenia/Caravelí-Arequipa, se tomó muestra (en tres botellas de material plástico) del manantial ubicado aguas abajo del puente sobre Quebrada Seca Cuadro 6.2, de acuerdo a la identificación siguiente:

Determinación de parámetros

Sobre el volumen total (aprox. 1,5 litros) de la muestra de agua del manantial, determinar lo siguientes parámetros:

pH

Conductividad

Total sólidos disueltos

Iones principales: dureza-sulfato

Metales disueltos: Fe-Cu

Las muestras de mineral de mina (ROM), relaves de amalgamación y agua de manantial, fueron analizadas en los Laboratorios del INGEMMET.

6.3 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados del análisis de laboratorio sobre los minerales de mina (ROM) y relaves de amalgamación, se muestran en el Cuadro 6.3.

Sobre el compuesto de los relaves de amalgamación/Eugenia (RLV-04-A; RLV-05-B; RLV-06-C) se efectuó el análisis de malla y de oro sobre cada fracción de tamaño. Los resultados de distribución peso y de contenido de oro por fracción de tamaños, se presentan en el Cuadro 6.4.

Los resultados de calidad de agua sobre la muestra tomada del manantial ubicado aguas abajo del puente sobre quebrada Seca, se muestran en el Cuadro 6.5.

Cuadro 6.2 Muestras de agua de manantial en el área Eugenia/Caravelí-Arequipa

Fecha	Muestra N°	Código	Descripción	Volumen l
20-10-2002	CLA-01a	Eugenia-1	Agua de manantial-aguas abajo del puente sobre Quebrada Seca.	0,5
20-10-2002	CLA-01b	Eugenia-1		0,5
20-10-2002	CLA-01c	Eugenia-1		0,5

Cuadro 6.3 Resultado de análisis de laboratorio de los minerales de la mina (ROM)

Muestra N°	Ensayes, g/tm (* ppm) (** %)					
	Au	Ag	Cu*	CuOx*	Fe**	S**
Mineral de Mina-Eugenia						
ROM-02-HRA	22,33	2,0	170	20	9,11	<0,005
ROM-03-SJQ	75,67	5,0	246	15	19,50	<0,005
Relave de amalgamación-Eugenia						
RLV-04-A	7,92	2,0				
RLV-05-B	10,58	2,0				
RLV-06-C	12,17	2,0				
Relave de amalgamación-Mollehuaca						
RLV-07-D	14,17	22				

Cuadro 6.4 Análisis granulométrico y distribución del oro

Fracción de Tamaño	Distribución Peso		Distribución Oro		
	% Parcial	% Acumul.(-)	Ley, g/tm	% Parcial	% Acumul.(-)
+ malla-100	13,56	86,44	7,58	11,85	88,15
+ malla-200	31,89	54,55	9,25	34,00	54,16
+ malla-400	18,90	35,65	8,83	19,23	34,92
- malla-400	35,65	-.-	8,50	34,92	-.-
Promedio (Calculado)	100,00		8,68	100,00	

Cuadro 6.5 Análisis de calidad de agua procedente del manantial ubicado aguas abajo del puente de quebrada Seca

Concepto	Muestra N°		
	CLA-01c	CLA-01b	CLA-01c
* Parámetros físico - químicos			
pH	7,4	7,4	7,4
Conductividad eléctrica, ms / cm	2 060	2 060	2 060
T.S.D. , mg / l	1 028	1 027	1 032
Dureza, mg CaCO ₃ / l	706	704	707
* Cationes, mg / l			
Ca	217	218	216
Mg	37	36	38
Na	184	183	185
K	11	11	11
Al	<0,1	<0,1	<0,1
Sr	1,37	1,37	1,37
* Aniones, mg / l			
SO ₄ ⁼	611	610	610
Cl ⁻	225,6	225,6	225,6
HCO ₃ ⁻	118	118	118
* Metales pesados, mg / l			
Cu	<5	<5	<5
Fe	0,02	0,02	0,01
Pb	<0,005	<0,005	<0,005
Zn	<0,005	<0,005	<0,005
Mn	0,005	0,005	0,006

6.4 COMENTARIOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Considerando que las muestras tomadas son esporádicas y puntuales; es decir, no son de ningún modo representativas ni del lugar de procedencia, ni mucho menos del ámbito de la zona territorial Nasca-Ocoña,

los comentarios que a continuación se ofrecen son de carácter referencial con respecto a los registros que han sido revisados para efectos de la elaboración del presente informe.

- Las leyes de oro: 22,33 - 75,67 g/tm se encuentran dentro del rango promedio de variación de leyes

de los minerales de extracción mina (ROM), los mismos que son procesados mayormente en los sistemas de quimbalete por amalgamación y otra menor proporción directamente en las plantas de cianuración.

- La variación de leyes de oro entre 7,92 y 12,17 g/tm para el relave de amalgamación del sector Eugenia y la ley de 14,17 g/tm para el sector Mollehuaca, se encuentra en el rango promedio inferior.

Comentarios

1. Considerando que el productor minero se esfuerza por realizar el tratamiento de su mineral con el mejor contenido de oro (promedio de 66,7 g/tm), vía el sistema quimbalete, se deduce que para producir el estimado promedio anual de 5,690 kg de oro, es necesario alimentar al sistema un volumen de mineral extracción mina (ROM) del orden de 150 720 tm/año (460 tm/día). Teniendo en cuenta que la recuperación de oro por el sistema quimbalete se encuentra en el orden de 56,6%, el volumen de relaves de amalgamación deberá tener una ley promedio de 28,36 g/tm.
2. El volumen total de los mencionados relaves de amalgamación son acopiados y entregados a las plantas de beneficio por cianuración existentes en la zona

Nasca-Ocoña. La producción de oro, a partir del tratamiento de los relaves de amalgamación se calcula que debe ser del orden de 4 060 kg /año. Estas plantas de beneficio también tienen una producción adicional de oro de 1 270 kg/año, resultante del tratamiento de minerales de extracción mina (ROM) del orden de 27 560 tm/año (equivalente a 82,0 tm/día).

3. El estimado de la producción total de oro es de 11 020 kg/año, correspondiendo el 51,6% a la obtenida por amalgamación en los sistemas quimbalete y el 48,4% restante por cianuración en las plantas de beneficio.
4. Considerando la amalgamación de los minerales de extracción mina (ROM), las mayores pérdidas de oro del orden del 88% se producen a través de la fracción fina menor a malla-100/150 micrones.
5. Los resultados de calidad de agua indican que para fines de consumo doméstico, las aguas del manantial ubicado aguas abajo del puente de quebrada Seca, deben ser convenientemente tratadas para reducir la dureza y el contenido de sólidos disueltos, especialmente los iones metálicos.

Conclusiones y Recomendaciones

7.1 CONCLUSIONES

- a. La franja Nasca-Ocoña es una región muy importante dentro de las ocurrencias geológicas desde el punto de vista económico. La mineralización económica alcanza una profundidad de 150 a 200 m en el sector norte de la franja, llegando hasta los 500 m en el sector sur; se encuentra rellenando fracturas y en menor escala en forma diseminada.
- b. En el área se han determinado ocurrencias de recursos no metálicos tales como calizas, materiales de construcción, rocas ornamentales; no obstante, de su importancia económica, estos yacimientos son desarrollados de manera artesanal, tal vez el problema no sería el tamaño de la operación, sino más bien el hecho que consigo trae ese tipo de trabajo y en la mayoría de casos la informalidad.
- c. Las características geológicas de los yacimientos filonianos de escasa potencia y alta ley, son los que determinan el éxito de la minería artesanal frente a la convencional. Puede por ello coexistir y desarrollarse sin interferencia con la Mediana y Gran Minería, que se desenvuelven exitosamente en otro tipo de yacimientos.
- d. La minería artesanal tiene un crecimiento limitado por la profundidad de la labor, que exige esfuerzo y costo creciente para vencer la deficiente ventilación y acumulación de desmonte en el interior. Su progreso y permanencia como actividad rentable depende fundamentalmente del apoyo técnico materializado como servicio de perforación de chimeneas de ventilación, piques, galerías de extracción y sistemas prácticos de extracción de desmontes, junto con el planeamiento de minado para alargar la vida de la mina.
- e. El costo de producción de la minería artesanal oscila entre 140 y 170 US \$/onza de oro que, comparado con el precio internacional de 312 US \$/onza y el costo de producción promedio de los países desarrollados (175 US \$/onza), lo que demuestra que es una alternativa para el alivio de la pobreza en esta región.
- f. La minería aurífera artesanal primaria es una actividad de gran trascendencia socio-económica en las zonas de Ica, Arequipa y Ayacucho por ser una fuente permanente de empleo. Esta actividad proporciona empleo directo a 13 000 mineros, que a su vez mantienen a 32 500 personas dependientes aproximadamente, que por lo general constituye la única fuente de trabajo para una población desempleada que ha migrado de varias regiones del país. En la medida que el problema de desempleo y pobreza en el país no se solucione, la minería artesanal es una realidad con la cual va a ser necesario interactuar.
- g. El ingreso neto promedio que cada minero obtiene está en el orden de US\$ 200 mensuales y en los lugares donde emplean perforadores eléctricos, se obtienen ingresos promedio de US\$ 648/mes.
- h. La producción de oro de esta actividad se estima en 9,40 tm anuales valorizadas en 90,7 millones de dólares.
- i. En el plano ambiental, es importante concluir que la minería artesanal de manera cíclica ha venido contaminando por el desconocimiento de la tecnología o por no usarla adecuadamente. En la actualidad se vie-

nen realizando trabajos de control y difusión de manejo de tecnologías limpias lo cual posibilitará un desarrollo sustentable.

j. Las pequeñas operaciones mineras muchas veces trabajan con márgenes de rentabilidad muy reducidos. Por esta razón, y debido a la ausencia de una conciencia ambiental, las medidas técnicas que mejorarían la situación del medio ambiente sólo serán exitosas si coinciden con la idea de una producción incrementada.

k. Los esfuerzos por ordenar la situación informal en la zona son bastante importantes, puesto que luego de la dación de la ley 27651, ley de la formalización y promoción de la pequeña minería y la minería artesanal, se observó importantes avances en la legalización, lográndose la identificación de los operadores mineros y permitiéndoles estar dentro del marco legal, no obstante aún la implementación de la formalización propiamente dicha está en proceso, por lo que aún se debe continuar con el apoyo en la difusión de transferencia de tecnologías limpias, asistencia en los trabajos de explotación y proceso de minerales, asistencia respecto a la salud y seguridad, capacitación respecto a los temas de la comercialización de los productos obtenidos.

7.2 RECOMENDACIONES

La minería en pequeña escala, ha sido reconocida como una de las áreas urgentes de abordar desde el punto de vista del aporte que puede hacer al desarrollo sustentable de las regiones, siempre que se haga su gestión en interrelación con la administración pública ambiental y concuerde con los planes de desarrollo local.

El papel que debe jugar la minería en pequeña escala se ve reafirmado en la creciente importancia que ha ido ganando en las agendas de la cooperación internacional y de otras organizaciones multinacionales, organizaciones nacionales y organismos no gubernamentales de desarrollo que operan en la región de América Latina. Por consiguiente se recomienda:

En el aspecto organizacional

- Es importante que los órganos pertinentes intensifiquen el programa de formalización de la minería artesanal informal con la finalidad no sólo de ordenar el sistema de concesiones sino también involucrar a los mineros artesanales en los programas participativos de fortalecimiento de sus organizaciones.
- Propiciar que los agentes privados, sean ONGs u otros, tengan que coadyuvar con el proceso del fortalecimiento institucional de los pequeños mineros a través sus organismos, como ya lo vienen haciendo en algunos lugares
- La principal barrera para que la minería artesanal no sea atractiva para el sector financiero es porque esta actividad no cuenta con condiciones de seguridad institucional, legal, productiva, social y comercial que representen garantías para las fuentes de financiamiento, por lo que se recomienda coadyuvar con el proceso formalizador para el logro de organizaciones más sólidas y solventes administrativamente.
- Es muy recomendable que los mineros que no se encuentran dentro de una organización tengan que hacerlo, puesto que es un mecanismo apropiado para la buena gestión del propio grupo.

En el aspecto tecnológico

- La minería informal tiene una limitación muy importante por la profundidad de los yacimientos, que exige esfuerzo y costo creciente para vencer la deficiente ventilación y acumulación de desmonte en el interior. Su progreso y permanencia como actividad rentable depende fundamentalmente del apoyo técnico. Se recomienda implementar mecanismos de gestión en asesoría técnica a la actividad artesanal. En la base del análisis se debe hacer una adecuada caracterización mineralógica con el propósito de precisar mejor su adecuación a los procesos técnicos conocidos de explotación y beneficio.
- Contribuir con las políticas de transferencia de tecnologías eficientes y ambientalmente responsables, lo

que como consecuencia deberá contribuir en el control de la contaminación ambiental y en el incremento de la calidad de vida.

- La experiencia indica que no existen fórmulas generales para la transferencia de tecnologías, entre otras cosas, por los variados contextos mineralógicos y la diversidad cultural que caracteriza a los grupos humanos que se dedican a esta actividad; por lo que es recomendable trabajar estos elementos con los patrones culturales propios de los mineros, como la base para determinar los mecanismos más apropiados para brindar apoyo al desarrollo de procesos productivos más limpios y rentables.

En el aspecto medioambiental

- Se recomienda definir un plan estratégico que determine políticas de control ambiental de manera muy efectiva, en concordancia con los agentes sociales y políticos gubernamentales y privados.
- A pesar de que el proceso de cianuración también tiene efectos nocivos, es recomendable que se traten directamente los minerales en plantas de cianuración, debido a que la fiscalización de estas plantas son más fáciles de realizar en el marco del cumplimiento de las normas ambientales. La actual legislación ya contempla medidas para vigilar los procesos de cianuración. En este caso bastaría con implementar a las Direcciones Regionales de Minería para que fiscalicen aspectos como la impermeabilización de las canchas de las plantas de cianuración y cumplan con todas las restricciones ambientales. Este sistema de control es mucho más sencillo que controlar a miles de mineros artesanales refogando su oro.
- El reto estriba en lograr que los mineros voluntariamente decidan sustituir el uso de quimbaletes por entregar su mineral directamente en planta. Para ello se propone educar a los mineros para que conozcan técnicas de muestreo y puedan determinar con facilidad la ley promedio de su mineral. Esto podría llevar a que los propios mineros inviertan en plantas de cianuración directa de mineral (y no de relaves). Para que

esta estrategia funcione se debe dotar de capital de trabajo a las plantas de cianuración de manera que puedan comprar mineral a los mineros e irlo acumulando antes de tratarlo. No hay que olvidar que una de las principales ventajas para el minero informal de los quimbaletes, es que le permiten tener efectivo muy rápido, sin tener que acumular grandes volúmenes de mineral. Creemos que con la capacitación adecuada existe un gran margen para que los mineros se dediquen sólo a extraer mineral y abandonen el esfuerzo y el tiempo que les representa usar los quimbaletes. De hecho esto ya está sucediendo en ciertas áreas de la región.

En el aspecto de desarrollo sostenible

- Dentro de una perspectiva de desarrollo sostenible, se debe promover que los actores sociales puedan tener el control de los procesos que los afectan. Asimismo, considerar que los espacios en los que se encuentran, permitan una participación más efectiva respecto a la toma de decisiones y al fortalecimiento de sus organizaciones, lo que debe ser entendido desde una perspectiva de construcción de ciudadanía, que tiene derechos y responsabilidades, acordadas y normadas; por lo que es necesario contribuir a reforzar las capacidades de los mineros artesanales y de sus comunidades.
- Es recomendable realizar estudios integrales referentes a las actividades económicas potenciales de cada zona, de tal manera que se pueda practicar el binomio ganar-ganar entre los diversos sectores productivos.
- La minería artesanal implica el desarrollo de una tecnología propia, poco sofisticada pero muy adecuada para la realidad nacional. Este debe ser el punto de partida para consolidar una tecnología minera propia con la incorporación e hibridización de alguna tecnología moderna. Para ello se requiere promover la investigación aplicada para el desarrollo de una tecnología propia dirigida al aprovechamiento racional y sustentable de nuestros recursos naturales, y a la autosuficiencia tecnológica. El desarrollo y la difusión de una

tecnología propia requiere de recursos financieros. Se debe pensar en esquemas innovadores que garanticen el flujo de recursos, de preferencia a través del sistema bancario comercial, sin que esto implique subsidios

como en el pasado. Esquemas de crédito a operadores artesanales en otras esferas de la economía han sido relativamente exitosos y con pocos recursos se pueden lograr resultados importantes.

Anexo: Resultados de Laboratorio

DIRECCION DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA

SOLICITADO POR : Ing. Edwin Loaiza Choque
 : Dirección de Tecnología y Minería
 y Metalúrgia
 Memo. N° 067-2002-DTMM
 PROCEDENCIA : AREA EUGENIA/CARAVELI - AREQUIPA
 ANALISIS POR : Au
 FECHA : Lima, 10 de Diciembre del 2002

CODIGO MUESTRA	Au g/TM	Ag g/TM	Cu ppm	CuOx ppm	Fe %	S %
MIN. MINA						
ROM-02-HRA	22.33	2.0	170	20	9.11	< 0.005
ROM-03-SIQ	75.67	5.0	246	15	19.50	< 0.005
MIN.RELAVE						
RLV-04-A	7.92	2.0	--	--	--	--
RLV-05-B	10.58	2.0	--	--	--	--
RLV-06-C	12.17	2.0	--	--	--	--
RLV-07-FCM	14.17	22	--	--	--	--



Maria Jara F.
 Quím. MARIA JARA F.
 Laboratorio de Análisis Geoquímico
 INGEMMET

**REPORTE DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS**

MEMO N° : 067 - 2002 - DTMM
CLIENTE : Ing. Edwin Loaiza Choque
CANTIDAD : 1 Muestra
Cantidad de Mallas : 4 Mallas
PESO : 1 K. de muestra
REALIZADO POR : Wilson Vásquez C.
FECHA : Noviembre 25, 2002

MUESTRA : **Compósito (RLV - 04 - A; RLV - 05 - B; RLV - 06 - C)**

<i>Tamiz</i>	<i>Peso gr</i>	<i>Peso %</i>
50	0.00	0.00
100	135.55	13.56
200	318.87	31.89
400	189.05	18.91
-400	356.53	35.65
TOTAL	1000.00	100.00


Téc. Wilson Vásquez C.
Preparación Mecánica de Muestras



DIRECCION DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA

SOLICITADO POR : Ing. Edwin Loaiza Choque
 : Dirección de Tecnología y Minería
 y Metalúrgia
 Memo. N° 067-2002-DTMM
 PROCEDENCIA : AREA EUGENIA/CARAVELI - AREQUIPA
 ANALISIS POR : Au
 FECHA : Lima, 10 de Diciembre del 2002

ANALISIS GRANULOMETRICO: COMPOSITO :	Au g/TM
RVL : 04 - 05 - 06 (A + B + C) + malla a 100 (pulverizado)	7.58
RVL : 04 - 05 - 06 (A + B + C) + malla - 200	9.25
RVL : 04 - 05 - 06 (A + B + C) + malla 400	8.83
RVL : 04 - 05 - 06 (A + B + C) - malla 400	8.50



Maria Jara F.
 Quím. MARIA JARA F.
 Laboratorio de Análisis Geoquímico
 INGEMMET

DIRECCION DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA

SOLICITADO POR : Ing. Edwin Loaiza Choque
 : Dirección de Tecnología y Minería
 y Metalúrgia
 Memo. N° 067-2002-DTMM

PROCEDENCIA : AREA EUGENIA/CARAVELI - AREQUIPA

ANALISIS POR : Cationes, Aniones, Metales Pesados,
 Otros Paramétros

FECHA : Lima, 14 de noviembre del 2002

CATIONES :

CODIGO DE MUESTRA	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Al mg/L	Sr m.g/L
CLA - 01a	217	37	184	11	< 0.1	1.37
CLA - 01 b	218	36	183	11	< 0.1	1.37
CLA - 01 c	216	38	185	11	< 0.1	1.37

ANIONES :

CODIGO DE MUESTRA	SO ₄ ²⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L
CLA - 01a	611	225.6	118
CLA - 01 b	610	225.6	118
CLA - 01 c	610	225.6	118

METALES PESADOS:

CODIGO DE MUESTRA	Cu µg/L	Fe mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	Mn mg/L
CLA - 01a	< 5	0.02	< 0.005	< 0.005	0.005
CLA - 01 b	< 5	0.02	< 0.005	< 0.005	0.005
CLA - 01 c	< 5	0.01	< 0.005	< 0.005	0.006

OTROS PARAMETROS :

CODIGO DE MUESTRA	pH	Conductividad Eléctrica µs/cm	T.S.D mg/L	Dureza Como Como mg CaCO ₃ /L
CLA - 01a	7.4	2060	1028	706
CLA - 01 b	7.4	2060	1027	704
CLA - 01 c	7.4	2060	1032	707



[Handwritten Signature]

Quím. MARIA JARA F.

Bibliografía

- BRICEÑO, J. (2002) - El Terruño. Serie Los Relatos de Patroclo, Ica, 202 p.
- CHAPARRO, E. (2000) - La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial. CEPAL, Santiago de Chile, 82 p.
- DOUROJEANNI, M. (1986) - Recursos Naturales, desarrollo y conservación en el Perú. En: Gran Geografía del Perú, naturaleza y hombre. Manfer, Juan Mejía Baca, Barcelona, t. 4, 243 p.
- ECHEVARRIA, C. (2001) - Reflexión sobre el sentido de territorio para los pueblos indígenas en el contexto del ordenamiento territorial y el desarrollo minero. CYTED-SEGEMAR, Mendoza, 10 p. (documento internet: www.mmsd-la.org).
- HENTSCHEL, T. & PRIESTER, M. (1991) - Problemas ambientales por amalgamación y soluciones técnicas para la pequeña minería, En: Seminario «Pequeña Minería y Medio Ambiente», La Serena, Chile, p. 4-6.
- HENTSCHEL, T. & PRIESTER, M. (1992) - Small-scale gold mining, GATE/GTZ, Eschborn, 96 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1989) - Atlas del Perú. Proyecto Especial Atlas del Perú, Ministerio de Defensa, Lima.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2000) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 1. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 8, 196 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2002) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 2. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 11, 392 p.
- MENDÍVIL, S. & CASTILLO, W. (1960) - Geología del cuadrángulo de Ocoña. Comisión Carta Geológica Nacional, 3, 54 p.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2001) - Minería aurífera aluvial: exposiciones técnicas. Ministerio de Energía y Minas, Lima, 82p.
- PIAZZA, M. (2001) - Niños que trabajan en minería artesanal de oro en el Perú. Programa para la prevención y eliminación progresiva del trabajo infantil en la minería artesanal de oro en Sudamérica. IPEC-OIT, Lima. 113 p.
- REGISTRO PÚBLICO DE MINERÍA (1993) - Minería informal. R.P.M., Lima. (Informe interno)
- ROQUE, D. (1997) - Experiencias prácticas en el control de emisiones de mercurio en la pequeña minería aurífera boliviana. En: Simposio Nacional de Medio Ambiente y Seguridad Minera, 1, Lima, 1997, Trabajos técnicos. Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, t. 3, p. 187-194.
- SOCIEDAD PERUANA DE DERECHO AMBIENTAL (2000) - Equilibrio. Boletín de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 3, 8 p.

- VARGAS, A. (1978) - Estudio geológico minero de la faja aurífera Nazca-Ocoña. Instituto de Geología y Minería, Lima, 179 p.
- VARGAS, J. (1998) - Oro, pequeña minería y desarrollo humano. *Minería*, (252):10-13.
- VIDALÓN, J. & MEDINA, G. (1997) - Control de contaminación en la minería artesanal y pequeña minería. En: Simposio Nacional de Medio Ambiente y Seguridad Minera, 1, Lima, 1997, Trabajos técnicos. Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, t. 3, p. 195-200.
- VILCAPOMA, O. (1996) - Explotación de filones auríferos de poco buzamiento. En: Simposium Nacional de Minería Aurífera., 2, Cerro de Pasco, 1992. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, Cerro de Pasco, p. 93-103.
- WEBB, R & FERNÁNDEZ, G. (2002) - Perú en números 2002, Instituto Cuanto, Lima, 1352 p.
- WILLS, B.A. (1987) - Tecnología de procesamiento de minerales. LIMUSA, México, 568 p.
- WOTRUBA, H., et al. (1998) - Manejo ambiental en la pequeña minería, MEDMIN-COSUDE, La Paz, p. 81-163.
- ZÁRATE, H. & GALLOSO, A. (1988) - Estudio geológico-minero de la franja aurífera Nazca-Ocoña. INGEMMET, Lima, 28 p. (Informe técnico).