

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

**BOLETÍN N° 3**  
**Serie E: Minería**



**MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA  
EN LA COSTA  
SUR MEDIA DEL PERÚ**

Por:  
Dirección de Geología Económica y Prospección Minera

Revisado por:  
César Cánepa

 **INGEMMET**

Lima - Perú  
Junio, 2005



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

---

**BOLETIN N° 3**  
**Serie E: Minería**

# **MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA EN LA COSTA SUR MEDIA DEL PERÚ**

**Por:**  
**Dirección de Geología Económica y Prospección Minera**

**Revisado por:**  
**César Cánepa**



Lima - Perú  
Junio, 2005



**INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO**

**GLODOMIRO SÁNCHEZ MEJÍA**  
**Ministro de Energía y Minas**

**CÉSAR POLO ROBILLIARD**  
**Viceministro de Minas**

**RÓMULO MUCHO MAMANI**  
**Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET**

**VÍCTOR LAY BIANCARDI**  
**MIGUEL CARDOZO GOYTIZOLO**  
**JUAN CARLOS BARCELLOS MILLA**

**VÍCTOR BENAVIDES CÁCERES**  
**Consejo Directivo**

**JOSÉ MACHARÉ ORDOÑEZ**  
**Director Ejecutivo**

**FUNCIONARIOS TÉCNICOS RESPONSABLES**

**MANUEL PAZ MAIDANA**  
**Dirección de Geología Económica y Prospección Minera**

**FRANCISCO HERRERA ROMERO**  
**Director de Sistemas de Información**

Primera Edición, INGEMMET 2005  
Coordinación, Revisión y Edición  
Dirección de Sistemas de Información, INGEMMET  
Lima - Perú  
Se terminó de imprimir el 03 de Octubre del año 2005 en los talleres del INGEMMET

Hecho el Depósito Legal N° **2005-3023**  
Razón Social : Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)  
Domicilio : Av. Canadá 1470, San Borja - Lima-Perú

## Contenido

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	1
CONCLUSIONES .....	1
RECOMENDACIONES .....	2
<b>Capítulo I.....</b>	<b>5</b>
INTRODUCCIÓN .....	5
1.1 LA MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA ¿PROBLEMA SIN SOLUCIÓN? .....	6
<b>Capítulo II.....</b>	<b>9</b>
ASPECTOS GENERALES .....	9
2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	9
2.2 UBICACIÓN Y ACCESO .....	10
2.2.1 Red Terrestre .....	11
2.2.2 Red Aérea .....	11
2.2.3 Red Marítima .....	11
2.3 CLIMA .....	11
2.4 FLORA, FAUNA Y ECOSISTEMA .....	12
2.5 CENTROS POBLADOS .....	12
<b>Capítulo III .....</b>	<b>13</b>
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS .....	13
3.1 INTRODUCCIÓN .....	13
3.2 LA ORGANIZACIÓN .....	14
3.3 INSTITUCIONES DE APOYO .....	14
3.4 SERVICIOS FINANCIEROS .....	16
3.5 LA MIGRACIÓN .....	16
3.6 PROBLEMA DE PROPIEDAD DE LA «MINA» .....	17
3.7 TERRITORIO COMO IDENTIDAD .....	17
3.8 OTORGAMIENTO DE TÍTULOS DE CONCESIONES Y CATASTRO MINERO .....	17
3.9 LA SITUACIÓN DE LA EDUCACIÓN .....	18
3.10 LA RELACIÓN CON LAS UNIVERSIDADES .....	18
3.11 FORMALIZACIÓN DE LA MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA .....	18
3.12 SITUACIÓN SOCIAL EN EL ÁMBITO DE LA MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA .....	19
3.13 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN .....	19
3.14 ASPECTOS REFERENTES AL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA MINERÍA .....	21
3.15 VISIÓN ESTRATÉGICA .....	22
3.16 ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS DE DESARROLLO .....	22
3.16.1 Concepción del Proceso de Desarrollo .....	22
3.16.2 Acondicionamiento Territorial .....	22

3.16.3	Provincias Involucradas en la Minería .....	24
	Palpa .....	24
	Nasca .....	24
	Caravelí .....	24
	Condesuyos .....	24
	Parinacochas .....	24
	Lucanas .....	25
3.16.4	Participación del Sector Minero en la PEA .....	25
3.17	POLÍTICAS DE DESARROLLO .....	25
3.17.1	Políticas de Desarrollo del Gobierno Regional de Ica .....	26
	Subsector minería .....	26
3.17.2	Políticas de Desarrollo del Gobierno Regional de Arequipa .....	26
	Política de desarrollo .....	26
3.18	GESTIÓN DE LA INVERSIÓN .....	26
3.19	ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL .....	27
3.19.1	Organizaciones Modernas .....	27
3.19.2	El Movimiento Cooperativo .....	28
3.20	OBSTÁCULOS PARA LAS PEQUEÑAS EMPRESAS .....	28
3.21	LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL .....	29
3.21.1	Ejes Temáticos Socioeconómicos y Organizativos que se deben fortalecer .....	29
3.21.2	Políticas de Promoción de la Actividad Minera a Pequeña Escala .....	30
3.21.3	Experiencia de Introducción de Tecnología Apropriada en una Operación Minera Artesanal .....	30
	3.21.3.1 Mejoramiento Tecnológico .....	31
3.21.4	Experiencia Empresarial Privada .....	33
3.22	ORGANIZACIÓN DE ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS .....	34
3.22.1	Algunas Reflexiones sobre el Concepto de «Clusters» Industriales .....	34
3.22.2	Características de los «Clusters» en las Economías en Desarrollo .....	35
3.23	CAPACITACIÓN .....	35
3.23.1	Capacitación en Seguridad y Salud .....	35
3.24	PEQUEÑA MINERÍA Y MINERÍA ARTESANAL EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE .....	36
3.25	DESAFÍOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA MINERÍA EN EL PERÚ .....	37
<b>Capítulo IV</b>	.....	<b>39</b>
<b>GEOLOGÍA</b>	.....	<b>39</b>
4.1	GEOMORFOLOGÍA .....	39
4.2	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS .....	39
4.3	GEOLOGÍA MINERA .....	41
4.4	MINERALOGÍA .....	41
<b>Capítulo V</b>	.....	<b>43</b>
<b>OPERACIÓN MINERO METALÚRGICA</b>	.....	<b>43</b>
5.1	EXPLORACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	43
5.2	MINADO .....	43
5.3	EL CICLO DE MINADO .....	45
5.3.1	Perforación y Voladura .....	45

5.3.2	Voladura .....	46
5.3.3	Ventilación .....	46
5.3.4	Transporte del Mineral .....	47
5.3.5	Sostenimiento .....	48
5.4	PALLAQUEO Y CHANCADO .....	48
5.5	MOLIENDA Y AMALGAMACIÓN .....	48
5.6	PÉRDIDA DE MERCURIO DURANTE LA AMALGAMACIÓN .....	49
5.7	INTERVENCIÓN DE LOS QUIMBALETEROS EN LA OPERACIÓN .....	50
5.8	CIANURACIÓN .....	50
5.8.1	Caracterización del Cianuro .....	50
5.8.2	Uso de Cianuro en la Producción de Oro .....	51
5.9	COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	56
5.9.1	Costos de Inversión .....	56
5.9.2	Costos de Operación .....	56
<b>Capítulo VI</b>	.....	<b>59</b>
GESTIÓN DEL RIESGO EN SEGURIDAD, HIGIENE MINERA Y MEDIO AMBIENTE .....		59
6.1	NORMATIVIDAD LEGAL .....	59
6.2	PROTECCIÓN AMBIENTAL EN ACTIVIDADES MINERAS Y METALÚRGICAS .....	59
6.2.1	Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal .....	59
6.2.2	Límites Máximos Permisibles .....	59
6.2.3	Clasificación de los Cursos de Agua en el País .....	60
6.2.4	Manejo de Sustancias Tóxicas/Peligrosas .....	60
6.3	EVALUACIÓN Y DECLARACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	62
6.4	IDENTIFICACIÓN DE ALTERACIONES AMBIENTALES .....	62
6.5	MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	62
6.6	SITUACIÓN Y REGULACIÓN AMBIENTAL COMPARATIVA .....	68
6.6.1	Riesgo Ambiental del Mercurio .....	68
6.6.2	Riesgo Ambiental del Cianuro .....	69
6.6.3	Seguridad Laboral, Salud Pública y Medio Ambiente .....	69
6.7	SITUACIÓN EN EL AREA DE ESTUDIO .....	71
BIBLIOGRAFÍA .....		77

# Participantes en el Estudio

Edwin Loaiza Choque

Marcial Castro Sánchez

Carlos Pérez Honores



# Conclusiones y Recomendaciones

## CONCLUSIONES

1. La minería a pequeña escala es una actividad económica al igual que la minería convencional que depende de la ubicación y extracción de recursos mineros que se encuentran en el subsuelo. El atractivo de un yacimiento minero se da por dos factores: la ley de mineral y el tonelaje de mineral que contiene el yacimiento. En el caso de la ley, mientras mayor sea ésta menor será el esfuerzo para producir el metal que luego será comercializado. Así mismo, el tonelaje es importante porque determina la escala de operación y la vida útil de la mina.
2. La minería a pequeña escala se caracteriza por ser intensiva en mano de obra, es propensa a la conflictividad social y legal, es de bajo desarrollo tecnológico, contribuye al deterioro ambiental, es generador de encadenamientos productivos locales, tiene precarias condiciones de seguridad e higiene, tiene bajo costo de producción, es potenciador de proyectos mayores, es explorador de nuevos yacimientos, es dinamizador de las economías locales, es una alternativa laboral para sectores afectados por la pobreza, es de amplia distribución geográfica donde participan múltiples actores.
3. Las características de la minería a pequeña escala no permiten concebir su problema como actividad técnica exclusivamente, mas al contrario el punto de partida del problema en torno a este subsector se sustenta en los antecedentes socioeconómicos inclusive en los aspectos políticos, que han permitido que a través de los años los actores de esta actividad se multipliquen y formen parte activa de lo que hoy se denomina minería artesanal, los mineros han dinamizado ciertos puntos geográficos del país donde muchas veces el estado no tiene presencia, por lo mismo se sobreentiende que las soluciones técnicas nunca podrán llenar simultáneamente todas las expectativas de este vulnerable sector de la sociedad.
4. Las poblaciones minero artesanales cuentan por lo general con organizaciones en formación que surgen para atender necesidades primarias (alimentación y educación) y para realizar acciones de defensa frente a los conflictos creados por la posesión de las áreas que explotan. Los problemas de liderazgo, gestión empresarial, escasez de recursos y la descoordinación entre organizaciones, limitan las posibilidades de impulsar procesos sostenibles de mejora de la situación ambiental y de las condiciones de vida de estas comunidades.
5. Algunas pequeñas empresas constituidas han logrado superar las limitaciones organizativas y han obtenido concesiones, la calificación de pequeño productor minero y certificados de operaciones mineras. Sin embargo, la mayoría aún presenta dificultades para el desarrollo de las funciones gerenciales y el cumplimiento de las obligaciones formales (contables y tributarias).
6. El carácter espontáneo y temporal de la ocupación en las áreas de pequeña minería y minería artesanal, ha dado paso a centros poblados desordenados y hacinados, sin servicios básicos ni condiciones de vivienda adecuados, donde simultáneamente se realizan las operaciones de beneficio del mineral afectando la salud de toda la población.
7. Las operaciones mineras a pequeña escala suelen involucrar a toda la familia, en las distintas etapas del proceso productivo. Las actividades de extracción están a cargo de los varones, quienes se hallan expuestos a riesgos derivados de las deficientes condiciones de seguridad e higiene en sus labores. Las mujeres y los niños participan principalmente en las actividades de beneficio, siendo el grupo más expuesto a la contaminación por mercurio.
8. Las posibilidades de solución a los problemas ambientales se ven limitadas por el carácter de subsistencia de la actividad minera a pequeña escala. Los bajos in-

gresos obtenidos por las familias mineras restringen las posibilidades de asumir los costos requeridos para mejorar la situación ambiental y las condiciones de seguridad e higiene.

9. En los yacimientos explotados por los pequeños mineros y mineros artesanales, la actividad productiva se caracteriza por ser desarrollada de manera individual o en pequeños grupos, configurándose una desintegración del proceso productivo, desde la extracción hasta las actividades de beneficio de los minerales. Estas condiciones hacen más difícil asegurar una explotación sostenible del recurso y el manejo del medio ambiente por parte de este sector de mineros.
10. La informalidad en que generalmente se desenvuelven las actividades de los mineros artesanales, se resume en la ausencia de un título o relación contractual válida que respalde las operaciones de extracción y procesos de beneficio, generando una situación de incertidumbre e inseguridad jurídica, lo cual a su vez contribuye a una actitud de temporalidad que conduce a una explotación irracional de los recursos y a la despreocupación por el medio ambiente.
11. Las técnicas simples o prácticas empleadas por los mineros artesanales en la extracción y beneficio de los minerales, así como la satisfacción que encuentran con los resultados obtenidos, generan una actitud conformista y conservadora de los métodos aplicados en la explotación. Esta actitud conservadora se refuerza por el desconocimiento de técnicas alternativas y sobre todo, la desconfianza que les genera el uso de tecnologías ajenas que no les permite el control directo sobre el producto de su trabajo individual o porque les resulta poco transparente, por ejemplo, el uso de retortas y en general el tratamiento de sus minerales en plantas convencionales de beneficio.
12. La mayoría de mineros artesanales en la zona de la Franja Nasca-Ocoña, se encuentran trabajando en áreas de derechos de terceros por lo que a raíz de la dación de la Ley N° 27651, Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, la mayoría de mineros informales optaron por formalizarse a través de empresas mineras bajo la forma de asociaciones con personería jurídica e inscritas ante la Dirección General de Minería, no obstante en algunas comunidades minero-artesanales donde se han formado empre-

sas asociativas que poseen títulos de concesiones, las áreas de concesión no son aquellas en las que desarrollan sus operaciones mineras.

13. Los problemas que tienen relación con la contaminación por mercurio vienen a conformar sólo una parte del gran problema, porque también existen otras dificultades que envuelven a este subsector, tal es el caso de las condiciones sanitarias generales. Así mismo las enfermedades que son propias de la actividad minera pueden ser desde la muerte por accidentes de trabajo hasta las eventuales intoxicaciones agudas y crónicas de diferente tipo. Además las neumopatías, las otopatías por ruido, las implicaciones por la exposición a vibraciones, los efectos de la fatiga por jornadas prolongadas, las alteraciones mentales, etc. A esto se suma los diversos riesgos por derrumbes, explosiones, incendios, mala manipulación de herramientas y maquinarias y por el uso inadecuado de la electricidad. Así mismo se considera que la actividad minera es una forma de vida de las familias de los mineros que permite contraer enfermedades como la parasitosis, anemia, tuberculosis, entre otras.

## RECOMENDACIONES

1. La intensificación de la actividad minera artesanal ha permitido el desarrollo de algunas tecnologías propias poco sofisticadas pero muy adecuadas para la realidad del ámbito del estudio. Este debe ser el punto de partida para consolidar una tecnología minera propia con la incorporación y combinación de alguna tecnología moderna. Para ello se requiere promover la investigación aplicada para el desarrollo de una tecnología propia, adecuada a la realidad, dirigida al aprovechamiento racional y sustentable. Es fundamental que las innovaciones tecnológicas sean de tecnología sencilla, y en lo posible, de fácil operación por los propios actores.
2. El desarrollo y la difusión de una tecnología propia requiere de recursos financieros. Se debe pensar en esquemas innovadoras 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.

3. Incentivar la implementación de mecanismos de participación de los Gobiernos Regionales a través de las Direcciones Regionales de Minería en programas de transferencia de tecnología eficientes y ambientalmente responsables de acuerdo a los patrones culturales de los propios mineros, como base para determinar los mecanismos más apropiados y brindar apoyo al desarrollo de procesos productivos más limpios además de rentables, esto como consecuencia deberá contribuir en el control de la contaminación ambiental y en el incremento de la calidad de vida.
4. Incentivar y propiciar que los agentes privados: ONGs u otros, coadyuven en la gestión organizativa en aspectos de capacitación, aspectos legales y comerciales, con la finalidad de ordenar el sistema de concesiones e involucrar a los mineros artesanales en los programas participativos de fortalecimiento de sus propias instituciones en el ámbito técnico y administrativo.
5. Fortalecer y consolidar las experiencias exitosas de algunas ONGs, en comunidades mineras organizadas y gobiernos locales, en términos de monitoreo y vigilancia ambiental locales. El objetivo fundamental de estas acciones no es tanto la capacidad de prevenir o evaluar un impacto, sino también la de eliminar las relaciones de desconfianza entre los actores, ya que estos programas implican un nivel mínimo de compartir información.
6. Determinar contenidos y metodologías de capacitación apropiados para sensibilizar a la población beneficiaria e implementar a nivel piloto y de manera didáctica, pruebas que reflejen el grado de daño al que están expuestos los pobladores de las zonas mineras y evaluar su efectividad con exámenes. La demanda de capacitación laboral se convierte en denominador común de varios y disímiles actores. Se trataría no solamente de entrenar mano de obra para trabajar en algunas actividades mineras, sino también para actividades no vinculadas a la minería.
7. Respaldar los programas de fortalecimiento organizativo y capacitación técnica y de gestión, además de los programas de capacitación para la gestión ambiental así como el desarrollo de propuestas de planificación estratégica participativa para la identificación de problemas y soluciones en el proceso productivo. El planteamiento de las propuestas siempre es más apropiado cuando se cuenta con la participación de los beneficiarios en la planificación que da sustento y garantiza el éxito, puesto que refleja la necesidad de la población como objetivo.
8. 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; estos planes pueden contener programas pilotos de trabajo conducentes a que todo el sector involucrado cuente con conocimientos básicos del medio ambiente, su protección y el impacto de la minería sobre el medio socio-ambiental. Se debe destacar que la minería a pequeña escala en el ámbito nacional e internacional, cuenta con valiosas experiencias de producción limpia que son ampliamente reconocidas y pueden servir de base o como proyecto piloto para la difusión de la tecnología apropiada.
9. Diseñar y establecer bases administrativas, técnicas y económicas para la ejecución de proyectos específicos de investigación y desarrollo en el campo de las operaciones mineras y de beneficio económico de los recursos minerales. Estos proyectos podrían ser encargados a las universidades que cuentan con laboratorios de análisis químico, biológico y de mecánica de suelos para efectos de control de calidad técnico-ambiental.
10. Es recomendable que el proceso de beneficio sea directamente a través de las plantas de cianuración, debido a que la fiscalización sería mejor 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 que las plantas impermeabilicen sus canchas 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.
11. Dentro de una perspectiva de desarrollo sostenible, se debe promover que los actores sociales puedan tener el control de los procesos que los afectan, lo que debe ser entendido desde una perspectiva de construcción de una ciudadanía que tiene derechos y responsabilidades, acordadas y normadas; por lo tanto es necesario contribuir a reforzar las capacidades de los mineros artesanales y de sus comunidades.



## Capítulo I

# Introducción

El estudio, *Problemática de la Pequeña Minería y Minería Artesanal en la Costa Sur Media del Perú*, tiene como objetivo poner de manifiesto puntos de vista sobre los procesos técnicos, sociales y económicos que se desarrollan en este subsector, así mismo identificar posibilidades de desarrollo sostenible de la minería a pequeña escala en el ámbito del estudio, información que debe constituirse como base informativa para la toma de decisiones de los agentes participantes en torno a los pequeños operadores mineros y mineros artesanales, para la ejecución de proyectos en el campo de las operaciones mineras y para el beneficio de los recursos minerales.

Si bien es cierto que la Ley 27651, Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, define los conceptos de este subsector, durante el recorrido por los diversos asentamientos mineros de la zona de estudio se ha podido recoger experiencias que articulan con el diario vivir, lo que ha permitido evidenciar que además de segmentarlos en función de su volumen de producción o en función a su modalidad de trabajo, los mineros también pueden ser clasificados en función de sus derechos sobre las propiedades. En algunos casos, los mineros en pequeña escala tienen el título de la concesión, pudiéndoseles caracterizar como mineros artesanales-formales; en otros casos, ellos trabajan la propiedad que tradicionalmente han explotado, pero sin que el Estado les reconozca los derechos de propiedad, es decir son mineros artesanales-informales y son considerados ocupantes ilegales por las autoridades del Estado. De los dos grupos, el segundo es el más numeroso, aunque cada vez más los mineros de la zona del ámbito del estudio vienen insertándose en el marco legal.

Las localidades más importantes por la presencia de mineros artesanales, son: Sarmarica y Tulin (Ica); Huanca, San Luis, Santa Filomena y Relave (Ayacucho); Mollehuaca, Cháparra, Eugenia y Cerro Rico (Arequipa).

En estas localidades predominan las viviendas de estera y plástico; no obstante se debe tener en cuenta que en la zona se producen cambios de temperatura desde el calor extre-

mo durante el día hasta bajas temperaturas en la noche. Los campamentos mineros no cuentan con servicios básicos de agua, luz eléctrica, desagüe ni recolección de basura. Sólo algunos centros mineros cuentan con establecimientos de salud y escuelas los mismos que tienen escaso personal, infraestructura y equipamiento, factores que interviene disminuyendo el interés y posibilidades reales de los docentes y personal médico por brindar una atención de calidad a la población.

Algunos campamentos se encuentran relativamente alejados del centro de operaciones mineras, como es el caso de mina Mollehuaca; otros se han levantado dentro del área donde se realiza la explotación/extracción minera, como es el caso de Santa Filomena. Por lo general, los centros poblados también albergan a 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 realiza en función de la bondad y características de los yacimientos de minerales. Su desarrollo se inicia desde la etapa de «invasión» que abarca un período de algunos días; luego, en etapas progresivas, los mineros construyen sus viviendas y algunos locales improvisados para el funcionamiento de escuelas y puestos de salud.

Las escuelas empiezan sus actividades 1 ó 2 meses después del inicio oficial de clases, por demora en la gestión para contar con 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 por 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 el interés y las posibilidades reales de los docentes y personal médico para brindar una atención de calidad a la población.

En muchas localidades, la principal actividad económica es la minería artesanal y/o informal, que en algunas áreas ha desplazado a la agricultura. Esto que en muchos casos empezó como una actividad secundaria o de refugio se ha ido convirtiendo en una actividad permanente. Según estudios realizados por COSUDE en 1999, se ha identificado 40 caseríos de mineros artesanales dispersos en esta zona, que albergan aproximadamente a 6 000 familias; es decir,

unas 15 000 personas entre varones adultos, cónyuges e hijos menores de 18 años, forman parte de la minería artesanal, cifra que, en consideración a diversas variables, se incrementa constantemente.

La minería artesanal genera empleo indirecto por el desarrollo de una intensa actividad comercial, sobre todo en bienes de consumo. Se abren numerosas tiendas de comestibles, restaurantes y otros servicios, como peluquería, hospedaje, transporte, etc. La compra y venta de insumos industriales se encuentran restringidas, se requiere de licencia especial para la adquisición de reactivos químicos, explosivos y otros, lo que origina que la mayoría de los mineros artesanales operen al margen de la ley.

Los operadores del sistema quimbaleta («quimbaleteros») son el nexo entre los mineros artesanales, los compradores de oro y de relaves de amalgamación. Los mineros artesanales por un sentimiento de desconfianza, optan por alquilar el sistema quimbaleta para procesar su mineral por amalgamación, sacrificando temporalmente su presencia y participación en las labores mineras. Los compradores por su parte, cumplen la función de intermediarios entre los productores de oro «refogado» y de relaves de amalgamación, con las plantas procesadoras de recuperación y refinación de oro.

Todo ese cúmulo de experiencias recogidas no sólo de la propia vivencia de los mineros artesanales, sino también de información que circula en el ambiente de los que estamos vinculados a este quehacer, no hace más que mostrar la importancia de la pequeña minería y minería artesanal en la actividad socioeconómica de las regiones que los albergan.

### **1.1 LA MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA ¿PROBLEMA SIN SOLUCIÓN?**

La minería a pequeña escala es un tipo de minería muy característico que en los últimos años está renaciendo en muchas partes, situación que obliga a los gobiernos a reconocerla como realidad social. Esto supone un cambio importante de actitud frente al criterio seguido de apoyar a la mediana minería y a la gran minería en detrimento de la minería a pequeña escala por el hecho de que las grandes explotaciones son más fáciles de controlar, resultan más rentables al Estado y no ocasionan los problemas de la minería a pequeña escala. Consecuentemente debido a la proliferación de estos operadores, los gobiernos incrementan

sus esfuerzos para abrirles nuevos caminos e incluirlos en los sistemas económicos nacionales a los que pueden aportar indudables beneficios directos e indirectos como posible motor para el desarrollo de las regiones rurales. No obstante, para alcanzar este objetivo, la minería a pequeña escala debe tener condiciones de trabajo aceptables para los mineros, respetando el medio natural en el que se desenvuelven.

Hay que tener en cuenta que aunque un determinado tipo de explotación se agrupe bajo la denominación genérica de pequeña minería y minería artesanal, no significa que todas ellas presenten características similares, salvo sus pequeñas dimensiones. En minería los recursos económicos de una empresa están en relación con su tamaño y por ello las organizaciones mineras siempre tendrán esta limitación que restringe la cuantía de las inversiones a realizar; es lógico entender entonces, que los pequeños mineros y mineros artesanales fundamentalmente se dedican a la explotación de yacimientos pequeños, sustentada por su modo de organización que mayoritariamente la conforman grupos familiares o trabajadores que apenas disponen de medios económicos para llevar adelante el laboreo.

Desde el punto de vista técnico, cuanto más grande es la empresa, mayor es el nivel tecnológico que podrá ostentar. Esto es un inconveniente para la minería a pequeña escala por que muchos de sus integrantes no han tenido oportunidad de adquirir formación técnica alguna y eso condiciona también la cultura empresarial hacia una mayor tecnificación de las explotaciones. Por ello es muy frecuente o casi endémico, que la pequeña minería y minería artesanal carezcan de investigación previa de las reservas y su ley, de la planificación de las labores, de la conservación del medio ambiente, etc. En resumen, las características de este subsector se pueden sintetizar desde el punto de vista técnico-económico de la siguiente manera:

- Disponibilidad de recursos económicos limitados, que varía de cuantías modestas, pero no necesariamente precarias, a economías de pura subsistencia.
- Tecnificación modesta a casi nula de las explotaciones.

La minería a pequeña escala en la zona de estudio es parte de todo el conglomerado diseminado, como se dijo, en el ámbito internacional, razón por la cual han tenido que intervenir organismos multilaterales en la solución de los problemas.

Pese a que no existen en todo el mundo estadísticas que generen total confiabilidad del tamaño de la actividad, los datos más recientes entregados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), revelan que en el mundo pueden existir entre 11, 5 a 13 millones de personas que se dedican a esta actividad (1,4 a 1,6 millones lo hacen en América Latina y el Caribe); asignándoles un salario promedio de US\$ 150 dólares al mes, lo que representa una suma que oscila entre los US\$ 2.520 y los US\$ 2.880 millones al año, cifras que se incorporan al flujo económico de la región. Esta situación permite afirmar que la llamada pequeña minería, constituye el sector de más altos ingresos en muchos de los distritos en donde estas personas trabajan, y que esta actividad contribuyen a dinamizar la economía local en diferentes partes del Continente (Chaparro E., 2000).

Existen diferentes puntos de vista que tratan de explicar la expansión de la minería a pequeña escala en nuestro país. En las últimas tres décadas se observa que más allá de factores condicionantes, como la ocurrencia geológica identificada empíricamente y entendida como «oportunidad de riqueza a corto plazo», el factor determinante es la búsqueda de alternativas a la acrecentada condición de pobreza como consecuencia del desempleo urbano, el elevado precio del oro, la baja rentabilidad de las actividades agropecuarias tradicionales en las zonas rurales y, en algunos casos, la situación de violencia política.

La aparición y el explosivo crecimiento de la minería a pequeña escala, particularmente aurífera, es una de las expresiones menos conocidas del desplazamiento social ocurrido en nuestro país y no es ajeno al resto de países latinoamericanos. La incursión en esta actividad ha procurado a la población involucrada en forma directa o indirecta, una fuente de trabajo para el sustento familiar. Esta respuesta autogestionaria a la necesidad de supervivencia ha tenido a su vez un efecto adicional, al actuar como catalizador de los problemas sociales que devienen del desempleo crónico, como consecuencia de la falta de la presencia del estado. (Martínez Z., 1998).

No es un asunto de poca importancia para la región latinoamericana que pueda ser analizado sin recurrir a una perspectiva multidisciplinaria. Involucra a un número importante de problemas: técnicos, conflictos sociales, impactos ambientales, posibilidades de desarrollo y crecimiento económico. La CEPAL en estudios realizados, determina que la

poca atención gubernamental a este segmento socio-productivo agudiza los problemas que genera. Poner en las agendas nacionales a la minería a pequeña escala puede evitar que se profundicen los ya conocidos desajustes políticos y sociales en varias áreas del continente.

Una característica común, particularmente referida al segmento artesanal, es el entorno de pobreza y en algunos casos, de extrema pobreza en que se desarrolla. Ello exige un análisis de los conceptos de desarrollo humano y un abordaje integrador que parta de la identificación de las particularidades culturales nacionales y locales. Salvo los criterios básicos aplicables a la minería a pequeña escala en los países en desarrollo, no se puede incurrir en generalizaciones, ni utilizar una misma medida para su valorización social, económica y medio ambiental. Cada realidad exige respuestas específicas.

Una interrogante frecuente es, si es posible pensar en desarrollo sustentable en el ámbito de este subsector al que se atribuyen características tales como informalidad generalizada, ineficiencia productiva, cultura individualista del trabajo y agente activo de contaminación ambiental. Sin embargo, existen otros aspectos relevantes de su naturaleza y potencialidad. Nos referimos a su contribución a las economías nacionales, la generación de circuitos económicos en ámbitos rurales, creación de fuentes de empleo, capacidad para la supervivencia en entornos de precariedad medio ambiental y socioeconómica, así como la creatividad para suplir la ausencia del Estado en muchos casos (Caballero A., 1997).

La actual coyuntura hace propicia la oportunidad para la revisión y reconcepción de la minería a pequeña escala en nuestro país puesto que de la dación de la Ley N° 27651, Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, no sólo ha permitido reconocer la existencia de esta actividad, dentro del aparato jurídico, sino que, además, dicho subsector ha ido ganando importancia en las agendas de la cooperación internacional y de otras organizaciones multinacionales tales como:

OIT (Organización Internacional del Trabajo), ACDI (Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional), CASM/BM (Iniciativa Comunidades y Minería Artesanal, alojada en el Banco Mundial), CAMMA (Conferencia Anual de Ministerios de Minas de las Américas), DFID (Department for International Development del Reino Unido), UNIDO/GEF/CETEM

## INGEMMET

---

(United Nations Industrial Development Organization/Global Environmental Facility/Centro de Tecnología Mineral de Brasil), UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), IDRC (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo), COSUDE (Agen-

cia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación), CEPAL (Comisión Económica para América Latina, ONU), así como diversas organizaciones nacionales y empresas consultoras que operan en la región de América Latina y el Caribe, África, India y el sudeste asiático.



## Capítulo II

# Aspectos Generales

### 2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO

Los yacimientos auríferos en la franja sur media de la costa peruana son primarios, es decir, vetas muy delgadas emplazadas en rocas volcánicas o sedimentarias. La composición mineralógica predominante de estas vetas es relativamente simple, consiste esencialmente en cuarzo y pirita aurífera. Los yacimientos en esta zona se dividen en 7 áreas principales de norte a sur, las cuales son mostradas en el Cuadro N° 2.1. Las principales empresas mineras de la zona se muestran en el Cuadro N° 2.2.

La minería que se practica en la zona es artesanal y convencional para la extracción del oro, existiendo algunas compañías mineras que trabajan en yacimientos polimetálicos.

Las minas se encuentran en la parte alta de las cuencas, muchas de las cuales resultan ser zonas áridas, los mineros tienen que abastecerse de agua y alimentos desde otras localidades y es por esta razón que son más eficientes en lo concerniente al consumo de agua.

Las instalaciones de procesamiento, tanto los quimbaletes como las plantas de beneficio, se ubican en las partes bajas donde es posible encontrar agua, ya sea en los ríos o en zonas donde la napa freática es superficial, allí se tiene como principal contaminante al mercurio (Hg), que es descargado al ambiente en forma gaseosa en el refogado y en forma líquida y sólida (compuestos) en los relaves como consecuencia de su mal manejo.

El relave generado en los quimbaletes es acumulado para ser vendido a las plantas de tratamiento. Finalmente, el mercurio al igual que el cianuro, tienen como disposición final las canchas de relaves de las plantas concentradoras que son fuente potencial de contaminación.

Cuadro N° 2.1 Principales áreas mineras artesanales en la Franja Nasca-Ocoña

Dpto.	Provincia	Asentamientos Mineros
Ica	Palpa	Saramarca Uchiza Pampa Blanca Río Grande
	Nasca	El Ingenio-Tulín Lajas y Otoa Sol de Oro Vista Alegre
Arequipa	Condesuyos-Acarí	Acarí Eugenia Cerro Rico
	Caraveli	Huanuhuanu Tocota Mollehuaca Cháparra Quicacha
	La Joya	La Joya Los Incas
Ayacucho	Lucanas	Huanca Otoa, Chavincha
	Sancos	Pullo Relave Santa Filomena San Luís Santa Ana Santa Rosa Millonaria Santa Rita Convento Jaquí Filomena

Cuadro N° 2.2 Principales empresas auríferas que operan en la zona

Empresa	Planta	Distrito	Provincia	Capacidad t/día
Abarca Soto, Martha L.	Procesadora Tulin	El Ingenio	Nasca	
Álvarez Sanéz, Claudio	La Capitana	Huanuhuanu	Caravelí	
Arequipa-Varios		Arequipa	Arequipa	15
Aurífera Korijaqui S.A.	Korijaqui	Sancos	Lucanas	30
Cal Minera S.A.	Planta de Calminsá	Bella Unión	Caravelí	
Cía. Minera Palpa S.A.	Planta de beneficio	Llipata	Palpa	
Cía. Aurífera San José S.A.	---	Tocota	Caravelí	15
Cía. Minera Eureka S.A.	---	Cháparra	Caravelí	30
Cía. Minera San Nicolás	Victor Velásquez	Otoca	Lucanas	
Cía. Minera Bonanza S.A.	La Esperanza del Inca	Caravelí	Caravelí	
Cía. Minera Caravelí S.A.	Chauchille	Huanuhuanu	Caravelí	50
Cía. Minera Paraíso S.C.R.L.	Paraíso N° 2	El Ingenio	Palpa	30
Cía. Minera Zorro Plateado S.A.	Llipata	Llipata	Palpa	
COMINDUS S.A.	El Inka	Vista Alegre	Nasca	30
Comunidad Minera Mollehuaca	Planta Mollehuaca	Huanuhuanu	Caravelí	
Grupo Minero Comercial S.A.	Gruminco	Saisa	Lucanas	
Huanca-Massa	---	Huanca	Lucanas	20
Inversiones Mineras Kriete S.A.	Triple K.	Cháparra	Caravelí	
Inversiones Mineras del Sur	Ishihuinca	Caravelí	Caravelí	
Manchas Verdes-Yaber	---	Poroma	Caravelí	12
María-Orión	---	Tocota	Caravelí	20
Metalurgia Extractiva S.A.	Metalex S.A.	Saisa	Lucanas	
Minas Arirahua S.A.	Yareta	Yanaquihua	Condesuyos	
Minera Aurífera Calpa S.A.	Calpa	Atico	Caravelí	
Minera Belén S.A.	Belén	Chala	Caravelí	100
Minera El Rosario S.A.	Quimbaleta	Sancos	Lucanas	
Minera La Perla S.A.	Acarí	Acarí	Caravelí	
Minera Laitaruma	Laitaruma	Jaqui	Caravelí	80
Minera Orduz S.A.	María	Chala	Caravelí	
Molino de Oro S.A.	San Juan de Chorungá	Río Grande	Condesuyos	
OPERMIN S.A.		Huanca	Lucanas	
OPERMIN S.A.	---	Huanca	Lucanas	15
Pantac Robles, José	San José	Nasca	Nasca	
Piedras Gordas-Zureyra		Nasca	Nasca	12
Proyectos Mineros del Perú	Diana	Río Grande	Palpa	
San Juan de Lucanas	---	Puquio	Lucanas	
Santa René S.A. (Saresa)		Poroma	Nasca	20
Tulin-Palos Verdes		El Ingenio	Nasca	20

En esta zona, además de las plantas de tratamiento para la obtención del oro, opera la empresa Shougang Hierro Perú S.A., en una actividad a gran escala que extrae y procesa minerales de hierro.

## 2.2 UBICACIÓN Y ACCESO

El área de estudio comprende a las provincias de Palpa y Nasca en el departamento de Ica, Lucanas y Parinacochas

en el departamento de Ayacucho, Caravelí y Condesuyos en el departamento de Arequipa, la altitud varía desde el nivel del mar hasta 3 200 m.

El área en mención se encuentra ubicada al suroeste del territorio peruano y se enmarca entre las coordenadas:

14°30' a 16°30' de latitud sur

72°30' a 75°30' de longitud oeste

El área cuenta con un sistema vial constituido por redes: terrestre (carreteras), aérea y marítima, siendo la primera la más importante por su extensión y articulación con los centros poblados y áreas productivas.

### 2.2.1 Red Terrestre

La red carretera está constituida por las redes nacional, regional y vecinal. La Carretera Panamericana Sur recorre la zona de estudio de norte a sur, interconectando los principales centros poblados y productivos de las áreas de Palpa, Nasca, Yauca, Atico y Ocoña, asfaltada en su totalidad. Además del ramal longitudinal, la red vial nacional presenta ramales transversales con tramos asfaltados, afirmados y trochas carrozables.

La red regional permite una integración espacial de tipo transversal, destacando los siguientes tramos importantes:

- Portachuelo-Santa Cruz-Tibillo (trocha)
- Palpa-Llanta-(río Palpa) (trocha)
- Palpa-Saramarca-Ocaña (río Vizcas)-(trocha)
- La Legua-San José-El Ingenio-Ocoña (trocha)
- La Legua-El Ingenio-Otoca (trocha)
- Nasca-Pirca-Uchuymarca (trocha)
- Yauca-Jaqui-Coracora (trocha)
- Chala-Tocota-Huanuhuanu (trocha)
- Chala-Cháparra-Quicacha-Sondor (trocha)
- Atico-Caraveli-Cahuacho (afirmado y trocha)

La red vecinal, sólo logra una integración parcial del territorio regional, puesto que vincula de manera limitada a los diversos centros poblados de las partes altas de la zona de estudio.

### 2.2.2 Red Aérea

Los aeropuertos más cercanos a la zona son el aeropuerto Alfredo Rodríguez Ballón, situado en la ciudad de Arequipa y el más usado; concentra todos los flujos de pasajeros y carga entre las principales ciudades del país, reforzando con ello el rol de centro hegemónico de la ciudad de Arequipa. También se cuenta con el aeropuerto de Ica, ubicado en el distrito de San Andrés, provincia de Pisco; existen otros campos de aterrizaje de menor categoría como los de Mollendo y Caraveli en el departamento de Arequipa, además

de los ocho ubicados en el departamento de Ica, de los cuales 3 se encuentran en Pisco y 5 en Nasca.

El aeropuerto de Pisco (Ica), ubicado a 11 msnm, cuenta con una superficie de rodadura asfaltada de 3 020 m de largo y 45 m de ancho, estación meteorológica, aduana, un ambiente de sanidad, restaurante y una capacidad alta de operación, en la actualidad no se le da uso comercial.

Los aeródromos son usados básicamente con fines turísticos.

### 2.2.3 Red Marítima

La región, cuenta con puertos que en mayor o menor grado, están orientados al transporte marítimo de mercancías y al desembarque de la producción hidrobiológica regional.

La infraestructura portuaria disponible en Arequipa para el transporte de carga se reduce al puerto de atraque directo de Matarani y al de Mollendo que es de tipo oleoducto, contándose además con caletas utilizadas para embarcaciones menores destinadas a la pesca artesanal como Lomas, Atico, La Planchada, Chala y Quilca.

Asimismo, en Ica los puertos orientados al transporte de mercancías son el «General San Martín» en Pisco-Paracas y San Juan de Marcona en Nasca. También se cuenta con 5 pequeños desembarcaderos pesqueros artesanales como Chíncha-Tambo de Mora con capacidad muy limitada; en Pisco el desembarcadero artesanal José Olaya, con una capacidad de 10 embarcaciones, desembarcadero pesquero artesanal Lagunilla con una capacidad para 6 embarcaciones, el desembarcadero pesquero artesanal Laguna Grande con una capacidad de 6 embarcaciones, en San Juan de Marcona el desembarcadero pesquero artesanal Diómedes Vente López, con una capacidad para 10 embarcaciones y el atracadero flotante artesanal El Chaco con una capacidad de 3 embarcaciones.

## 2.3 CLIMA

El clima es muy variado, generalmente se debe a la diferencia de cota y a la distancia con relación a la línea de playa, factores que determinan 3 tipos de clima. La faja litoral se caracteriza por tener clima templado y húmedo; durante la mayor parte del año se encuentra nublada y las precipitaciones son ocasionales, dando lugar al crecimiento de pastos naturales.

En la cadena costanera prevalece un clima semicálido muy seco (desértico o árido subtropical), se estima el volumen total de las precipitaciones anuales entre los 80 mm y 150 mm. Algunos años se presentan completamente secos. La temperatura media diurna se sitúa entre 18 y 20 °C, mientras que la temperatura nocturna promedio oscila entre 5 y 8 °C. Las condiciones climáticas constituyen trabas que dificultan el desarrollo agrícola.

En la peneplanicie Subandina, 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.

## 2.4 FLORA, FAUNA Y ECOSISTEMA

La cadena costanera se caracteriza por presentar sectores de planicies, colinas y montañas con clima perárido y semicálido, relieve semiaccidentado, vegetación conformada por asociaciones de *tillandsia* y en las planicies altas, vegetación efímera estacional. Dentro de los pisos ecológicos del país, esta zona se encuentra en la Yunga, caracterizada por la producción de aludes de manera frecuente, con periodicidad anual entre los meses de enero y marzo.

En la zona se encuentra la siguiente fauna:

Aves: gallinazos (*coragys atratus*) y palomas (*leptotila verreauxi*)

Reptiles: lagartijas (*tropidurus peruviana*)

Flora: en la zona del valle cerca de la costa, antes de ascender a la partes altas donde se ubican las áreas mineras, se observa la presencia de árboles nativos como los molles y huarangos; frutales como perales, manzanos, higueras y alguna vegetación rala. Sin embargo, a medida que se avanza hacia el este, aguas arriba, la vegetación se reduce a huarangales (*prosopis* sp.) y a una vegetación xerófila.

## 2.5 CENTROS POBLADOS

Los centros poblados más importantes son: Palpa, Nasca, Bella Unión, Acarí, Yauca, Jaquí, Chala, Cháparra, Huanuhuanu, Tocota, Atico, Caravelí y Ocoña cuyos habitantes se dedican por lo general a la agricultura, pesca y comercio.

Los pobladores de los numerosos caseríos y pueblos pequeños situados a lo largo de la Carretera Panamericana Sur y partes bajas de los valles de la franja aurífera se dedican a la agricultura alternada con la ganadería.

La actividad minera se hace presente en esta zona mayoritariamente mediante mineros artesanales formales, organizados por las ONGs que vienen trabajando con ellos, y mineros artesanales informales no organizados que se dedican a la búsqueda y explotación del oro en concesiones de terceros; además, se tiene la presencia de pequeñas empresas en actual producción.

Localidad	Población
Palpa	7 540
Nasca	24 939
Bella Unión	1 729
Acarí	5 464
Yauca	1 778
Jaquí	2 662
Chala	2 783
Cháparra	1 870
Huanuhuanu	2 104
Atico	3 802
Caravelí	3 604
Ocoña	4 500
TOTAL	62 775

Fuente: Estudios de los recursos minerales del Perú, Franjas 2 y 3 (INGEMMET).

## Capítulo III

# Aspectos Socioeconómicos

### 3.1 INTRODUCCIÓN

La minería artesanal es una actividad que toma gran impulso a partir de los años 80 en un contexto de precios altos del oro, alimentada por procesos migratorios generados por la recesión económica, la crisis del campo y la violencia política, principalmente. Se considera un estimado de 30 000 el número de mineros en este sector y en 180 000 las personas directamente dependientes de la minería a pequeña escala, actividad que generó un volumen de producción record oficialmente estimado en 27,1 toneladas de oro en el año 1995, lo que representó el 47,0% del total de la producción nacional de aquel entonces y 302 millones de dólares en divisas para el país. Ver Cuadro N° 3.1.

En la zona, ámbito del estudio, da oportunidad laboral a 6 000 familias de mineros artesanales y un promedio de 18 000 personas directamente dependen de ellos, esta actividad generó un volumen de producción estimada en 10 toneladas de oro anual en los últimos años.

Con poca inversión y trabajo intensivo, la minería artesanal explota yacimientos marginales o minas abandonadas donde la minería convencional no es rentable, utiliza insumos domésticos, tecnologías sencillas, llegando en algunos casos a niveles de semi mecanización. Estas características reflejan un gran potencial de esta actividad para contribuir a la generación de empleo, reducción de la pobreza, desarrollo local, obtención de divisas y de ingresos fiscales; pudiendo coexistir con la minería convencional como una ac-

tividad que podría desarrollarse de manera sostenible, contribuyendo al desarrollo nacional.

En la región estudiada, el mayor impacto ambiental es causado por la contaminación por mercurio en las principales cuencas de los ríos, Grande, Acari, Yauca, Chala, Cháparra, Atico, Caraveli y Ocoña.

El interés en el subsector, además de estudios analíticos y de diagnóstico, se ha traducido en el desarrollo de programas de capacitación y asistencia técnica, y algunas reformas institucionales. El conocimiento obtenido de la investigación y las experiencias realizadas permite una mejor comprensión de la problemática inherente a la minería a pequeña escala.

No obstante la minería a pequeña escala cuenta con fortalezas tales como:

- Requiere bajos montos de capital por puesto de trabajo.
- Utiliza tecnología simple e intensiva mano de obra.
- Trabaja yacimientos de pequeña magnitud y de alto valor intrínseco (oro).
- No requiere de grandes inversiones para iniciar sus operaciones y genera recursos a corto plazo.
- Utiliza herramientas simples y manuales; en algunos casos realiza operaciones de explotación semimecanizada.
- Se desarrolla en zonas apartadas y deprimidas del país, por lo que es de fácil integración con la población rural.

Así mismo, presenta las siguientes debilidades:

- En la mayoría de los casos se desenvuelve en la informalidad.
- En muchas oportunidades emplea métodos irracionales de explotación con baja recuperación y depredación del recurso.
- Mantiene condiciones inseguras de trabajo.
- No cumple con la normatividad minero ambiental.

Cuadro N° 3.1 Producción anual de oro: 1993-2004

Concepto	Producción Anual											
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Total Nacional, t	30,3	47,8	57,7	64,9	77,9	94,2	128,4	132,6	138,5	157,5	172,6	129
PM y MA, t	18,9	26,5	27,1	24,9	25,2	24,9	19,4	18,6	17,0	19,0	13,1	11,0
%	62,4	55,4	47,0	38,4	32,4	26,4	15,1	14,0	12,27	12,06	7,60	8,53
10 <sup>6</sup> x US\$	201	305	302	281	244	214	166	148	170	190	144	143

Fuente: Ministerio de Energía y Minas-Dirección General de Minería/Estadística Minera

- Tiene pobres condiciones de vida.
- En algunos casos se da el uso ilegal de explosivos y su manejo inapropiado.

### 3.2 LA ORGANIZACIÓN

Las difíciles circunstancias en las cuales se desenvuelve la minería a pequeña escala ha motivado a quienes la ejercen a asociarse. De hecho existen numerosos ejemplos de organización, que asumen diversas modalidades. El modelo organizativo predominante entre los mineros artesanales son las asociaciones de trabajadores mineros cuya estructura interna asigna cargos funcionales de presidente y sus respectivas secretarías, en muchos casos funciona simulando una cooperativa, pero con aplicación deficiente. Las razones se vinculan con una deficiencia estructural que ha venido limitando la utilización de instrumentos especialmente diseñados para la creación y promoción de dichas cooperativas; la falta de una adecuada capacitación a los asociados y de formación a quienes son los encargados de brindar apoyo al fortalecimiento de las cooperativas, no dejan de ser razones que explican este deficiente desarrollo. Con todo, una de las principales barreras es la dificultad de sus miembros para concertar *grupos asociativos* con objetivos más o menos compartidos y con una visión de largo plazo, ya que generalmente el esfuerzo asociativo se centraliza solamente en alcanzar mecanismos de subsidios que faciliten una solución de corto alcance.

Si lo que se quiere es integrar un grupo de trabajo con el propósito de desarrollar un yacimiento, es fundamental desterrar de la mente de los interesados la idea de mantener la operación individualizada de su propia mina. Si esto se logra, deberán dedicarse de manera conjunta o colectiva a explotar en una mina común, donde distintos mineros artesanales se agrupen con el fin de legalizar su trabajo, comercializar su producto y disminuir costos adquiriendo de manera colectiva insumos más baratos, y finalmente mejorar su calidad de vida. Pero en muchas ocasiones, y allí está focalizado el problema, se rehusan a ello o no aceptan su calidad de productores individuales, esto hace que cada uno de los socios de la organización tenga objetivos, intereses y perspectivas propios con relación al manejo del negocio.

Pareciera entonces que existe una incompatibilidad entre lo que es una cooperativa minera en donde todos los asociados manejan una sola mina y una cooperativa de productores

en donde cada uno maneja su propia mina que es lo que caracteriza a la zona de estudio. Esto conlleva a que de manera permanente se registren disputas alrededor de la administración de la cooperativa u otra forma de organización. Se forman bandos en pro o en contra de los administradores, sumando a esto el poco tiempo para dirigir constantes cambios en los planes y programas de la organización e impidiendo la continuidad y ejecución de programas de largo plazo.

Una aproximación crítica a los actuales modelos organizativos sugiere que han resultado incapaces para responder al reto del desempleo y de fortalecer nuevos vínculos de producción. Estos modelos de organización no han podido despegar bien en el campo minero, por cuanto la esencia misma de la actividad, las dificultades en el mercadeo de los minerales y la individualidad de los socios mineros han impedido el desarrollo de esta iniciativa.

Actualmente en la zona de estudio se han formado asociaciones, que están agrupadas por gremios de mayor magnitud, tal es el caso de la Federación Nacional de Mineros Artesanales del Perú, fundada el 14 de diciembre de 2002 y la Coordinadora Nacional de Mineros Artesanales del Perú (CONAMA) de la que participa la Asociación Regional de Productores Mineros Artesanales del Sur Medio y Centro del Perú (AMASUC).

### 3.3 INSTITUCIONES DE APOYO

En la zona de estudio se ha podido apreciar la participación de algunos Organismos No Gubernamentales (ONGs) de Desarrollo que vienen trabajando en el ámbito organizativo, productivo y de medio ambiente, y todo lo que ello involucra: minorías, salud pública, derechos políticos, sociales y de género, en las comunidades. En muchas oportunidades son puentes que facilitan el entendimiento entre los mineros y las comunidades; en otras lideran procesos de oposición al desarrollo minero y proporcionan elementos de juicio para los análisis técnicos y económicos de los cuales carece la comunidad afectada. En otras ocasiones velan por una adecuada gestión pública, denuncian desafueros de los mineros, buscan espacios de poder local en coordinación con organizaciones políticas.

No hay seguridad absoluta en la independencia y en los fines de algunas de ellas, pero sin lugar a dudas son un excelente instrumento al servicio de la comunidad al momento de interactuar con la industria minera.

**Miembros de la Federación Nacional de Mineros Artesanales del Perú**

Nro.	Asociación	Dpto.	Prov.	Dist.
1	Asoc. Min. Artes. La Esperanza de Tulin	Ica	Nasca	Tulin
2	Asoc. Min. Artes. La Esperanza de Huaranguyo	Ayacucho	Lucanas	Puquio
3	Asoc. Min. Artes. El Ingenio	Ica	Nasca	El Ingenio
4	Asoc. Min. Artes. Saramarca	Ica	Palpa	Palpa
5	Asoc. Min. Artes. Pampa Blanca	Ica	Palpa	Río Grande
6	Asoc. Min. Artes. y Contratistas de Nasca	Ica	Nasca	Nasca
7	Asoc. Min. Artes. Sol de Oro Apemason Nasca	Ica	Nasca	Nasca
8	Asoc. Min. Artes. del departamento de Ica	Ica	Ica	Ica
9	Asoc. Min. Artes. de los Molles Arequipa	Arequipa	Cailloma	Sta. Isabel de Sihuas
10	Asoc. Min. Artes. Española Corolilla	Ayacucho	Lucanas	Ocaña
11	Asoc. Min. Artes. María Auxiliadora	Arequipa	Caravelí	Chala
12	Asoc. Min. Artes. Inmaculada Concepción Huarasaca	Ayacucho	Lucanas	Ocaña
13	Asoc. Min. Artes. Virgen del Carmen	Ayacucho	Lucanas	Sta. Lucía
14	Asoc. Min. Artes. de Copacabana	Ayacucho	Lucanas	Puquio
15	Asoc. Min. Artes. Chillo	Ica	Palpa	Llipata
16	Asoc. Min. Artes. Marcarencca	Huancavelica	Huaitará	Sancayaico
17	Asoc. Min. Artes. Quiparacra	Pasco	Pasco	Huachón
18	Asoc. Min. Artes. La Española	Arequipa	Caravelí	Cháparra
19	Asoc. Min. Artes. La Aguada	Arequipa	Caravelí	Cháparra
20	Asoc. Min. Artes. de Otopa	Ayacucho	Lucanas	Otopa
21	Asoc. Min. Artes. de Yaurilla	Ica	Ica	
22	Asoc. Min. Artes. El Salvador de Ocaña	Ayacucho	Lucanas	Ocaña
23	Asoc. Min. Artes. Jabonería	Palpa	Palpa	

Fuente: Dirección Regional de Energía y Minas de Ica

**Organizaciones afiliadas a AMASUC**

N°	Organización	Región	Provincia	Distrito
1	Asoc. de Mineros Ayacucho (AMIA)	Ayacucho	Ayacucho	
2	Asoc. de Mineros Artesanales de Otopa	Ayacucho	Lucanas	Otopa
3	Sociedad de Trabajadores Mineros S.A. (SOTRAMI)	Ayacucho	Lucanas	Sancos
4	Minera San Luis S.A.	Ayacucho	Lucanas	Sancos
5	Comunidad Aurífera Relave S.A. (AURELSA)	Ayacucho	Parinacochas	Pullo
6	Minera Aurífera El Brillante S.A.C.	Ayacucho	Parinacochas	Pullo
7	Asoc. de Mineros Artesanales Auríferos Relave Pullo	Ayacucho	Parinacochas	Pullo
8	Emp. de Mineros Artes. El Rescate y La Gloria (EMARG)	Arequipa	Caravelí	Huanu Huanu
9	Sociedad Minera Quicacha S.A.	Arequipa	Caravelí	Cháparra
10	Asoc. Productores Mineros Artes. Mina 4 Horas	Arequipa	Caravelí	Cháparra
11	Asoc. de Min. Artes. La Comuna Cháparra (ASMAR)	Arequipa	Caravelí	Cháparra
12	Asoc. de Min. Artes. del Cerro La Lomada	Arequipa	Caravelí	Caravelí
13	Emp. Minera La Victoria S.A.	Arequipa	Camaná	M.N.Valcárcel
14	Asoc. de Mineros Artesanales San José del Sur Medio	Arequipa	Camaná	M.N.Valcárcel
15	Asoc. Prod. Mineros Auríferos Artesanales de Santa Rita	Arequipa	Camaná	M.N.Valcárcel
16	Asoc. de Mineros Artesanales Central Cerro Rico	Arequipa	Condesuyos	Yanaquihua
17	Asoc. de Trabajadores Mineros Artesanales Base Rey	Arequipa	Condesuyos	Yanaquihua
18	Asoc. de Trabajadores Mineros Sol de Oro (ATRAMIN)	Ica	Nasca	Nasca

Fuente: AMASUC

Dentro de los ONGs que vienen trabajando en las diferentes zonas se tiene a ISAT en Huanca, COOPERACIÓN en Santa Filomena y San Luis, PRADES en Relave, IPEP en Mollehua, también CONACAMI en toda la zona.

### 3.4 SERVICIOS FINANCIEROS

Las dificultades financieras para la obtención de recursos frescos es otro de los atributos típicos de la actividad extractiva a pequeña escala. Esto está originado por diversas razones: la falta de garantías reales para avalar los créditos, baja certidumbre sobre el potencial del yacimiento, entre otras; sin embargo, la información relacionada con los aspectos básicos para el trámite de los créditos es muy poca o simplemente no existe. Gran parte de la actividad no está formalizada, es decir, no existen condiciones de seguridad institucional, legal, productiva, social y comercial que representen garantías para las fuentes de financiamiento constituyendo esto la principal barrera para acceder a créditos.

Por otro lado, el bajo conocimiento del negocio minero permite que los operadores financieros vean con recelo las solicitudes de crédito presentadas por los pequeños mineros. Además los mineros que han pensado en solicitar un crédito desconocen los procedimientos, construyéndose de esta manera un círculo poco virtuoso que el sector financiero no está interesado en romper, pues tiene suficientes clientes en otros sectores económicos como para arriesgarse. Esta situación conlleva a que el minero acuda al crédito extrabancario (prestamistas, quienes cobran altos intereses) o agote rápidamente su liquidez, con lo que ello implica. Esto explica el alejamiento del pequeño minero, de las cooperativas y de las asociaciones mineras, de las fuentes de recursos frescos.

### 3.5 LA MIGRACIÓN

En la última década en nuestro país y en particular en la zona central que incluye parte de la zona de estudio, y al igual que en muchas partes del mundo, el desarraigo y el desplazamiento forzado se llevó a cabo de manera vertiginosa debido a múltiples causas: fenómenos climáticos, presión demográfica, pobreza masiva y además los factores de violencia social ejercida sobre comunidades rurales en lugares alejados donde existe alguna actividad de subsistencia, generadas por el deterioro de los mecanismos de control social y la débil presencia del Estado, que permitió el desarrollo de acciones y conductas ilegales en un ambiente

que les otorgó cierta legitimidad y que se han venido institucionalizando y en el presente el Estado tiene serias dificultades para erradicarlas. Frente a esta situación, la titularidad de los derechos mineros o de las pertenencias mineras es tema de discusión permanente entre las autoridades, los empresarios formales, los mineros artesanales y los mineros informales.

La violencia política, ha desarraigado de manera brutal a miles de personas de los campos, estos desplazados, buscan siempre la seguridad física para sus vidas y la de sus familiares y acaban engrosando los cordones de miseria de las ciudades o en a otras áreas rurales buscando un empleo en cualquier otra actividad distinta de la que ejercían en su lugar original; en algunos casos las informaciones del descubrimiento de nuevos yacimientos casi siempre arrastran a gran cantidad de desempleados y buscadores de fortuna, quienes esperan solucionar su problema económico gracias a un rápido enriquecimiento con oro.

En estudios realizados (Ossio, 2001) se manifiesta que el 30% de la población del Perú está vinculada a las comunidades campesinas, y de las estadísticas de los migrantes, aquellos pobladores que han llegado a las ciudades desde los años 40 hasta el presente, no es difícil deducir que casi el 50 o 55% de la población peruana tiene sus orígenes en comunidades campesinas.

Este tema es importante destacarlo, puesto que al igual que la migración del campo hacia las ciudades, en busca de alternativas económicas, también un grupo integrante de comunidades dejan sus labores agrícolas para dedicarse a las labores de la minería artesanal, generando de esta manera en algunos casos asentamientos humanos con elementos sociales propios, extrapolados de sus organizaciones originales. Esto se basa en estudios realizados también por el mismo Ossio quien dice que «la dinámica social de las comunidades campesinas es bastante distinta a la de las poblaciones que viven en la costa donde la división del trabajo adquiere características más complejas. En ellas las relaciones que predominan son las interpersonales, las relaciones cara a cara. Los vínculos de parentesco adquieren especial relieve, sean estos de consanguinidad, afinidad o compadrazgo. Esas relaciones personales generan un ámbito de confianza en estos miembros, por lo que tampoco es extraño que en lugares de concentración minera artesanal trabajen de manera colectiva familias íntegras,



porque cada componente se fue integrando individualmente garantizando de esta manera la confianza familiar propia de la organización andina, donde la suspicacia entre los miembros es bastante reducida.

### 3.6 PROBLEMA DE PROPIEDAD DE LA «MINA»

Las súbitas informaciones del hallazgo de nuevos afloramientos han permitido en muchos casos que grupos de mineros informales se sitúen en las áreas, incluso llegando a enfrentamientos físicos con antiguos poseedores que, siendo titulares o no, se sienten perjudicados por los «invasores».

En otros casos, empresas formales, poseedoras de títulos mineros, «cesionan» parte de la concesión para luego comprar de manera directa el producto de los trabajos. El cesionario genera un deterioro de la calidad de la explotación y vende el producto de su trabajo a bajos costos, esta situación permite a las empresas obtener mejores rendimientos económicos a costa del sacrificio de otros.

Establecido este proceso, las empresas no siempre mantienen el control del área y pronto el cesionario comienza a vender a terceros lo producido; con ello en la práctica se inicia un la ruptura de convenio, que es muy difícil de manejar, o bien un proceso de contrabando.

Otro concepto fundamental dentro de los conflictos por la posesión de la «tierra» se remonta a elementos históricos o tradicionales que a través del tiempo no han sido erradicados, sin embargo diversos estudios sociológicos y antropológicos han determinado la permanente existencia y el fortalecimiento de conceptos de posesión de la tierra partiendo de las sentencias «La tierra no pertenece al hombre, sino que el hombre pertenece a la tierra, el hombre no ha tejido la red de la vida es una hebra de ella, todo lo que haga a la red, se lo hará a sí mismo, lo que ocurra a la tierra ocurrirá a sus hijos de la tierra, lo sabemos todos, las cosas están relacionadas como la sangre que une a una familia». Es decir, sentencias similares y formas de vida que manifiestan lo anterior han sido determinantes en las negociaciones de terrenos superficiales en las concesiones mineras.

Algunos sectores críticos de las actividades mineras han teorizado aún más respecto al problema de tierras y territorio, por ejemplo CONACAMI, en su plataforma manifiesta: «El artículo 89° de la Constitución Política de 1993, sólo

reconoció el carácter imprescriptible del derecho de propiedad de las comunidades campesinas y nativas sobre sus tierras, no haciendo lo mismo con las características de inembargabilidad e inalienabilidad como lo establecía la Constitución de 1979. En ese sentido, la actual Constitución no garantiza el derecho de las comunidades a un territorio que ha sido suyo desde tiempos inmemoriales, disminuyendo el derecho de propiedad y no reconociendo todos los atributos que este derecho tiene en el caso de las comunidades con respecto a las tierras y territorios que ocupan»

### 3.7 TERRITORIO COMO IDENTIDAD

En las formulaciones de los pueblos indígenas está claro que el concepto de territorio no equivale meramente a «tierras o predios» sino más bien va más allá, forma parte de la propia vida del poblador, del sembrar y cosechar, del dar y del recibir, en suma de la reciprocidad.

Considerando que los campesinos tienen otros conceptos respecto a la tenencia de las tierras, correspondiendo a otros patrones de comportamiento cultural por lo que es posible entonces, entender por qué se hacen difíciles las transacciones por la tierra entre agentes foráneos y locales.

Nuevamente el intelectual Ossio (Ob. cit.) dice, «Para un campesino cuya economía gira bajo estos cauces le resulta muy difícil aceptar las frías tasaciones hechas por el Estado nacional y menos sobre la base de criterios de clasificación de tierras que no son coincidentes con los que ellos manejan. De allí que estas valoraciones impersonales nunca deben de aplicarse a rajatabla. Pueden ser punto de partida pero que deben ser ventilados a la luz de un diálogo franco que tome en cuenta las premisas culturales de los actores sociales».

### 3.8 OTORGAMIENTO DE TÍTULOS DE CONCESIONES Y CATASTRO MINERO

El Registro Público de Minería, desde su creación con la vigencia del código de Minería de 1950, inicialmente como Registro de Concesiones y Derechos Mineros, ha tenido por función hasta el 26 de mayo de 2000, la inscripción de concesiones mineras, actos administrativos mineros y actos jurídicos derivados del ejercicio del derecho minero, adicionalmente a la función de inscripción, por Decreto Legislativo N° 708 de fecha 14 de noviembre de 1991, se otorga al Registro Público de Minería la función de tramitación de petitorios mineros y el otorgamiento del título de concesio-

nes mineras. Para tal efecto, se crea la oficina de Concesiones Mineras con jurisdicción nacional para la tramitación de petitorios mineros y su titulación posterior a cargo del jefe institucional. Posteriormente, el 29 de marzo de 2001, mediante D.S. 015-2001-EM se crea el Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero, modificado por D.S. 002-2003-EM publicado el 24 de enero de 2003.

El título minero tiene origen en la concesión minera y como tal es medio probatorio del derecho minero y otorga seguridad jurídica para el ejercicio de la actividad minera, asimismo para la celebración de posteriores actos jurídicos.

El Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero (IN-ACC), tiene por sede institucional la ciudad de Lima y como institución descentralizada cuenta con Oficinas Regionales en Huancayo, Trujillo, Cusco, Puno, Madre de Dios, Arequipa y Cajamarca.

En cualesquiera de estas oficinas el interesado podrá formular el petitorio de concesión minera, sin importar la ubicación del área solicitada.

La titulación minera, en condiciones normales, demanda un tiempo de 6 meses y 21 días, plazo que suele superarse cuando las consultas realizadas a las diferentes entidades involucradas en algunos casos (INRENA, Municipalidades, INC, etc.) demoran en su respuesta.

### 3.9 LA SITUACIÓN DE LA EDUCACIÓN

El problema de la educación en la zona de estudio no es exclusivo del área, puesto que para nadie es novedad que el problema educativo en todo el país es crítico, por tal razón es lógico esperar que en la zona de estudio se carezca de servicios o estos sean deficientes, siendo una de las principales carencias la falta de colegio secundario en localidades importantes.

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

Las escuelas y los establecimientos de salud tienen escaso personal, infraestructura y equipamiento, factores que dis-

minuyen el interés y posibilidades reales de los docentes para brindar una atención de calidad a la población.

### 3.10 LA RELACIÓN CON LAS UNIVERSIDADES

Otra de las dolencias de nuestro país, que tampoco es ajena a la zona de estudio es el poco compromiso de las entidades de formación académicas con las zonas de problemática social aguda que generalmente se encuentran en áreas rurales. Si bien existen importantes estudios en ciencias sociales en torno a los problemas de los pobladores de la zona de influencia, no ocurre lo mismo con las especialidades de ingeniería, por lo que se tiene muy poca información respecto a las actividades mineras a pequeña escala en las bibliotecas de las universidades de las áreas de estudio; peor aún, los jóvenes profesionales en su gran mayoría, no han considerado experimentar o plasmar sus conocimientos en la minería a pequeña escala. En la actualidad hay ligeros intentos de vínculo con la Universidad Nacional de Ingeniería a través de un convenio de participación de practicantes de las carreras afines a la minería, y con la Pontificia Universidad Católica que viene realizando un estudio respecto al uso de tecnologías para la recuperación de mercurio; además de esporádicas iniciativas de algunos jóvenes profesionales de universidades nacionales del resto del país.

### 3.11 FORMALIZACIÓN DE LA MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA

Se entiende que «legalización no es sinónimo de formalización», pero si es un primer y fundamental paso para ello. En general, los mineros artesanales y de pequeña escala en la actualidad enfrentan, en su mayoría, normas legales en el campo laboral, económico, ambiental, comercial y tributario que constituyen barreras para su plena inserción en la economía formal y para acceder a beneficios laborales y sociales. No obstante en nuestro país, luego de la dación de la Ley N° 27651, Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, se evidencian los primeros frutos puesto que se percibe un escenario de incentivo para la legalización y consecuente formalización, por lo cual grupos de mineros artesanales vienen adecuándose a la normatividad vigente mientras que, en otros casos, el fortalecimiento institucional de las organizaciones de mineros en pequeña escala ha permitido la creación de

nuevos espacios que les han permitido un vínculo mucho mayor con las actividades de la sociedad organizada.

En el área de estudio la mayoría de los productores mineros son informales y de los formales, es decir los que tienen el título de concesión, muy pocos cumplen con los requisitos que especifica la Ley de Fiscalización y el Código del Medio Ambiente.

Se pueden identificar dos desafíos centrales para la formalización de la minería informal: la enorme diversidad que existe en el subsector y la construcción de ciudadanía entre los mineros, por lo que el fortalecimiento de las organizaciones de los mineros artesanales y en pequeña escala es una condición fundamental para lograr un proceso de formalización sostenido con una contribución más completa de la minería a pequeña escala para desarrollo sostenible de las regiones y localidades en las que se desarrolla. Sin ello, no es posible su desarrollo económico productivo y su participación responsable en el desarrollo local como actores de la construcción de un futuro de bienestar.

### 3.12 SITUACIÓN SOCIAL EN EL ÁMBITO DE LA MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA

Es claro que los factores que generan violencia están también presentes en el origen mismo de la minería informal, en sus formas incontroladas e incontrolables, «...Sin embargo debe decirse que mientras muchos aspectos relacionados con el sector difieren entre sí, en todo el mundo existe un común denominador y raíz de muchos de los problemas de la minería a pequeña escala, la vil pobreza a menudo asociada con el sector» (Walls, en Buvinic et al., 1999).

La minería informal, simultáneamente, es reproductora de las distintas expresiones de violencia pero también puede llegar a ser, luego de transformarse, una de las herramientas más directas y efectivas para generar procesos de paz con equidad y justicia social para lo cual el Estado debe cumplir un rol fundamental como ente participativo a través de elementos técnicos, empresariales y de formación ciudadana muy definidos.

Cualquier acción preventiva y los esfuerzos de los gobiernos resultarán ineficaces si las acciones tomadas no pasan por un profundo, continuo y serio esfuerzo de capacitación técnica en todos los estratos comprometidos: trabajadores, asociados y autoridades; es decir, todos los que de una manera u otra tienen que ver con el negocio minero.

Las operaciones mineras artesanales visitadas se encuentran ubicadas en áreas geográficas muy dispersas, en centros poblados desordenados, sin servicios básicos ni condiciones de vivienda adecuadas. La población tiene escasa formación y educación ambiental. Los conceptos de medio ambiente y contaminación ambiental resultan ser algo abstractos para ella. Las mujeres y los niños participan principalmente en las actividades de beneficio, siendo éste el grupo más expuesto a la contaminación por mercurio la cual por falta de tecnología apropiada afecta no sólo a los mineros artesanales sino también a las comunidades vecinas. La actividad productiva se caracteriza por ser desarrollada de manera individual o en pequeños grupos, configurándose una desintegración del proceso productivo.

### 3.13 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

La ubicación geográfica de la zona de estudio no ha permitido que se generen situaciones de distorsión comercial en la comercialización del oro, puesto que se han generado condiciones propias en las transacciones. La comercialización se realiza a través de acopiadores locales, la mayoría ubicados en la misma zona de trabajo, otro porcentaje importante de acopio se encuentra ubicado en las ciudades próximas a las operaciones. Estos comercializadores establecen alianzas estratégicas con transportadores, otros acopiadores y con laboratorios para lograr su propósito de tener el producto en condiciones de mercado sobre el cual intentan de alguna manera influir, determinando para ello procesos de normalización de precios y condicionando muchas veces los términos de intercambio.

Una visión más detallada de este nodo vital del negocio minero se presenta a continuación:

#### a. Actores asociados a la comercialización de la producción minera informal y pequeña minería

Coexisten diversas formas de comercializadores en la pequeña minería y en la minería informal: las organizaciones cooperativas, las empresas de comercialización y los independientes están vinculados a consumidores finales o a intermediarios.

Las primeras son siempre explotadores de minas que han decidido unirse alrededor de un instrumento cooperativo para obtener cupos de suministro frente a los grandes consumidores o grandes compradores y ventajas comerciales en la compra de insumos, máquinas y herramientas. Las

asociaciones mineras así formadas poseen en general, estructuras organizacionales muy débiles, pese a los esfuerzos oficiales para apoyar la gestión de las directivas y de sus propios administradores.

Por lo general los mineros se lanzan a la búsqueda individual de mercados ofreciendo su producto al precio coyuntural del momento, con lo cual lesionan la organización que con dificultades viene estableciéndose.

#### **b. Actores individuales de la comercialización**

Existen agentes comerciales que trabajan de manera muy intensa pero individual en la intermediación. Algunos de ellos adelantan dinero a pequeños productores, o bien fomentan de manera directa la invasión de pertenencias mineras constituidas en debida forma, es decir, comprando a futuro la producción de terceros en áreas ya otorgadas, otros compran la producción a menor precio pero al contado. Casi todos acopian el mineral sin orden, en centros inadecuados, y desatan guerras de precio en las que siempre pierde el productor (a quien nunca le pagan el mejor precio o eventuales premios por calidad o tenor del material suministrado sino por el contrario en muchos casos los precios son castigados por razones de calidad o de peso). En algunas oportunidades dichos agentes convierten en suministradores estables de grandes consumidores o son proveedores de otros intermediarios más sólidos.

#### **c. Factores que inciden en el precio**

Normalmente se vincula el precio del oro al valor del dólar con relación a las demás monedas fuertes, a factores especulativos, y a factores de confianza en la economía. Pero si bien estos son hechos que influyen, la verdad es mucho más compleja. Muchos otros factores están presentes en la determinación del precio del oro y éste también influye en los elementos en juego, de modo que existe una corriente permanente de influencias mutuas que determinan el comportamiento de unos y otros.

El precio del oro, como el de todos los productos que se comercian en el mundo libre, está determinado por la oferta y la demanda, con sus agregados, manteniendo una complicada cadena de engranajes que se mueven al unísono determinando el movimiento de uno en función del movimiento del otro.

Veamos cómo funcionan estos engranajes, primero por el lado de la oferta.

#### **Oferta**

- La oferta depende naturalmente de las ventas, y éstas de la producción y las existencias.

La producción nueva de mina representa un flujo permanente (no necesariamente constante en volumen, aunque en los últimos años lo ha sido bastante) al mercado, pero dicha producción de mina depende, en gran medida de los costos de producción y de la tecnología empleada. De allí resulta que cuando los precios del oro bajan, pueden influir negativamente en la producción primaria cuando el precio llega a un nivel no rentable, y si suben mucho estimulan la producción de las minas marginales que solamente pueden subsistir con precios altos. Aquí es evidente la simbiosis producción-precio-producción.

- Por otro lado, en los países de la situación de la balanza de pagos no es buena, los gobiernos tienden a estimular las ventas de sus existencias para suplirse de divisas.
- En resumen, tenemos una situación en la que el precio es, en términos económicos, función de la producción y las ventas, que a su vez lo son de la situación de pagos y de las existencias que son, por su parte, función del precio del oro.

#### **Demanda**

- Por el lado de la demanda, tres son los principales compradores de oro: Los gobiernos (acumulación de reservas), la industria y los inversionistas.

Aquí, la simbiosis es más evidente. Si la demanda acumulada aumenta, el precio sube; pero si el precio baja, estimula la demanda. No obstante, la cosa no es tan simple. La demanda de los gobiernos, de la industria y del inversionista, son funciones de factores relativamente autónomos.

- La demanda industrial está en función del crecimiento de la economía –demanda global en términos de Producto Bruto– y de la tecnología. Esta demanda está obviamente, influenciada por el precio del oro. Cuando éste sube, hay tendencia a sustituir o reducir compras y cuando baja, a acumular inventarios.
- La demanda del inversionista depende básicamente de dos factores: La confianza (valor subjetivo pero siempre presente) y la ventaja comparativa con otros activos líquidos.

El factor confianza está en función de la inflación que prevalece, de las condiciones políticas y económicas y de la fortaleza o debilidad del dólar con relación a las demás mone-

das. El precio del oro influye de manera importante en la demanda del inversionista.

- Finalmente, la demanda originada en los gobiernos tiene un sólo impulso, el de las «decisiones políticas»; pero éstas suelen estar condicionadas por factores políticos, la situación general de la economía y el valor relativo del dólar respecto de las otras monedas fuertes. Por su parte, el precio del oro puede significar un aumento o una disminución de la demanda gubernamental.

### 3.14 ASPECTOS REFERENTES AL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA MINERÍA

La sostenibilidad de la minería está enmarcada dentro del concepto de desarrollo sostenible el cual se entiende como aquel que incorpora de manera integral las consideraciones económicas, sociales y ambientales de una actividad productiva, en un marco democrático de gobernabilidad.

Desde la esfera pública, los pequeños mineros y mineros artesanales no están incluidos de manera orgánica en los planes nacionales de desarrollo minero, y salvo algunas excepciones, los registros referidos a este segmento productivo son aún deficientes en muchas de las estadísticas oficiales. Esta situación resulta una paradoja, en cuanto a los espacios locales en que se encuentra, la minería a pequeña escala suele ser una actividad productiva muy importante en términos de empleo, encadenamientos productivos locales e ingresos, razón por la cual podría ser un eje articulador de los procesos de desarrollo local.

Los esfuerzos que realizan los propios mineros en ésta perspectiva requieren el fortalecimiento de las capacidades de sus organizaciones para la construcción de propuestas de desarrollo sostenible en el ámbito local, así como de estrategias de gobierno adecuadas y persistentes en los ámbitos locales, como parte de los procesos de descentralización.

La minería a pequeña escala se desarrolla generalmente en contextos de exclusión social, económica y política, en parajes alejados de la infraestructura urbana moderna. De allí que no existan medios que actúen como correas de transmisión que faciliten el acceso de los mineros y sus organizaciones a la información legal, técnica, laboral, ambiental y comercial que les permita mejorar su desempeño. Estas condiciones conllevan a que las organizaciones articuladas por los propios pequeños mineros tengan usualmente como prioridad la supervivencia, y sólo propician mejores niveles

de información para la solución de problemas inmediatos de diversa índole que tienen que afrontar. En muchos casos, este segmento convoca a familias y grupos sociales marginados del modelo de desarrollo predominante, razón por la cual los niveles de escolarización y las capacidades humanas para incorporar nuevos conocimientos y procesos tecnológicos son aún limitados. Sin embargo, cabe destacar que a pesar de las dificultades, se constata claramente la voluntad y el interés de un creciente número de organizaciones de mineros a pequeña escala, en fortalecerse como instituciones sociales.

El desarrollo sostenible constituye un nuevo paradigma a alcanzar. Se le entiende como un proceso que pretende la transformación productiva para mejorar la calidad de vida, haciendo uso racional del capital humano, natural, físico, financiero y cultural, sin poner en riesgo la satisfacción de las generaciones futuras, en un marco de equidad social.

Las consideraciones que se enumera a continuación dejan en claro que la explotación minera en el momento actual no pone en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. Desde este punto de vista la minería puede ser considerada como absolutamente sostenible. Los riesgos más bien se encuentran en otro nivel, en la gestión ambiental de varios subsectores de la minería y en los consecuentes conflictos relacionados con el uso del suelo y la contaminación ambiental.

La sostenibilidad de la explotación minera no es un problema de agotamiento de los recursos minerales, sino más bien un problema social y ambiental. Por los intereses económicos, frecuentemente se convierte en un problema político.

Al adoptar una perspectiva global y múltiple en vez de local y monosectorial se puede afirmar que la minería es una actividad sostenible siempre y cuando se la practique adecuadamente, aplicando tecnología idónea y reciclando sus beneficios en el desarrollo regional y nacional.

Si los beneficios de la minería son efectivamente invertidos en el desarrollo de la sociedad, esta actividad puede garantizar una mejor calidad de vida con el aprovechamiento de recursos geológicos. Las ganancias mineras pueden influir para una mejor educación y en la ampliación de las oportunidades de desarrollo en distintos ámbitos.

La minería siempre ha sido una actividad nómada: se realiza donde se encuentra un yacimiento, y cuando el yacimiento está agotado, se traslada hacia otros lugares. Por lo tanto su sostenibilidad debe ser evaluada no en un contexto local, sino regional. La historia de la humanidad (con miles de años de explotación minera) demuestra que la actividad minera es una actividad sostenible.

¿Quién puede dudar que las futuras generaciones no utilizarán y explotarán metales como el hierro, cobre, zinc, oro, plata, materiales pétreos para la construcción, o minerales no-metálicos para diferentes usos? Tal vez lo harán explotando yacimientos de menor ley y a mayor costo, probablemente buscarán nuevos tipos de yacimientos; pero seguramente lo harán.

### 3.15 VISIÓN ESTRATÉGICA

La Costa Sur Media del Perú es un espacio geográfico de desarrollo descentralizado, integrante de una macro región, teniendo como base la planificación articulada, de consenso y la participación de los agentes políticos, técnicos y sociales involucrados, que tienen como fin el desarrollo sostenible de proyectos de inversión cuya perspectiva es la mejora de la calidad de vida de la población como consecuencia de una correcta distribución de la riqueza, uso eficiente de los recursos naturales y una utilización apropiada de tecnologías limpias; todo ello, dentro de un contexto de identidad cultural regional y nacional, que cultiva los valores éticos y morales, el ejercicio pleno de los derechos de la persona e igualdad de oportunidades; siendo los pilares de su desarrollo los sectores: Minería, Agropecuario, Industria, Turismo y Pesquería.

## 3.16 ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS DE DESARROLLO

### 3.16.1 Concepción del Proceso de Desarrollo

Los mineros artesanales al igual que cualquier grupo humano son parte del grueso de la sociedad con similares situaciones, vicisitudes, esperanzas y éxitos, que atraviesa a diario la población en general. Las precarias organizaciones de mineros no son ajenas a las mismas dificultades propias del agente estatal, la corrupción, la ineficacia y desconocimiento de obligaciones y derechos que imposibilitan el efectivo desarrollo. No obstante, en la actualidad a diferencia de otros sectores, este subsector muestra señales de un im-

portante desarrollo que es conveniente analizar. Según el diccionario económico, se entiende por desarrollo a la evolución progresiva de una economía hacia mejores niveles de vida y para el laureado economista británico Peter Bauer (2000), la esencia del desarrollo es la expansión de las opciones individuales y el papel del Estado es proteger la vida, libertad y propiedad para que los individuos puedan seguir sus propios deseos y metas. Se entiende entonces que el concepto de desarrollo parte fundamentalmente del concepto económico, cumpliendo etapas evolutivas a través del tiempo, logrando integrarse con otras disciplinas para llegar al desarrollo sostenible, que de alguna manera, se entiende como un concepto de desarrollo más integral.

A través del tiempo, las sociedades han demostrado diversas formas de desarrollo, la mayoría coincide en que su fortaleza está en la calidad organizativa. Las unidades productivas de mineros artesanales también tienen sus propios niveles de desarrollo y también se vinculan a la calidad organizativa. El presente acápite parte de la premisa que uno de los ejes del desarrollo es la capacidad de organización por lo que como consecuencia es importante considerar este ítem con mayor responsabilidad.

A pesar de que la región que involucra al área de estudio tiene un comportamiento mineralógico muy similar en cuanto a la mena del oro, las modalidades de trabajo difieren de lugar a otro, lo mismo que la calidad organizativa; esto se ha evidenciado en las diversas agrupaciones de mineros artesanales que realizan trabajos en esta zona.

### 3.16.2 Acondicionamiento Territorial

La zona estudiada comprende parte de tres importantes regiones: Ica, Arequipa y Ayacucho; comprende principalmente, las provincias de Palpa, Nasca, Caravelí, Condesuyos, Parinacochas y Lucanas.

La extensión territorial del departamento de Ica tiene una superficie de 21 327,83 km<sup>2</sup> equivalente a 2 327 783 ha, que representa el 1,7 % del territorio nacional. Esta superficie incluye 22,32 km<sup>2</sup> pertenecientes al conjunto de islas existentes frente a sus costas. La extensión territorial de Arequipa tiene una superficie de 63 343,93 km<sup>2</sup>, que a su vez representa el 5 % del territorio, mientras que Ayacucho tiene una extensión superficial de 43 814,77 km<sup>2</sup> y representa el 3,4 % del territorio.

Cuadro N° 3.2 Ica: Superficie por Provincias

Prov.	Superficie (km <sup>2</sup> )	Regiones Naturales (%)		N° Distritos		
		Costa	Sierra	Total	Costa	Sierra
Ica	7 894,05	100,00	--	14	14	--
Chincha	2 987,35	61,54	38,46	11	8	3
Pisco	3 957,15	77,13	22,87	8	7	1
Nasca	5 234,08	100,00	--	5	5	--
Palpa	1 232,88	73,39	26,61	5	4	1
<b>TOTAL</b>	<b>21 327,83</b>	<b>88,83</b>	<b>11,17</b>	<b>43</b>	<b>38</b>	<b>5</b>

Fuente: INEI

Cuadro N° 3.3 Ayacucho: Superficie por Provincias

Prov.	Superficie (km <sup>2</sup> )	Regiones Naturales (%)		N° Distritos		
		Selva	Sierra	Total	Selva	Sierra
Huamanga	2 981,37	--	100,0	15	--	15
Cangallo	1 916,17	--	100,0	6	--	6
Huancasancos	2 862,33	--	100,0	4	--	4
Huanta	3 878,91	37,0	63,0	8	2	6
La Mar	4 392,15	14,5	85,5	8	2	6
Lucanas	14 494,64	--	100,0	21	--	21
Parinacochas	5 968,32	--	100,0	8	--	8
Paucar del Sara Sara	2 096,92	--	100,0	10	--	10
Sucre	1 785,64	--	100,0	11	--	11
Victor Fajardo	2 260,19	--	100,0	12	--	12
Vilcashuamán	1 178,16	--	100,0	8	--	8
<b>TOTAL</b>	<b>43 814,77</b>	<b>4,7</b>	<b>95,3</b>	<b>111</b>	<b>4</b>	<b>107</b>

Fuente: INEI

Cuadro N° 3.4 Arequipa: Superficie por Provincias

Provincia	Superficie (km <sup>2</sup> )	Regiones Naturales (%)		N° Distritos		
		Costa	Sierra	Total	Costa	Sierra
Arequipa	10 430,12	34,6	65,4	29	5	24
Camaná	4 558,48	100,0	--	8	8	--
Caravelí	13 139,41	70,3	29,7	13	9	4
Castilla	7 634,85	15,2	84,8	14	1	13
Caylloma	11 990,24	--	100,0	20	--	20
Condesuyos	6 958,40	--	100,0	8	--	8
Islay	3 886,03	100,0	--	6	6	--
La Unión	4 746,40	--	100,0	11	--	11
<b>TOTAL</b>	<b>63 343,93</b>	<b>40,0</b>	<b>60,0</b>	<b>109</b>	<b>29</b>	<b>80</b>

Fuente: INEI

### 3.16.3 Provincias Involucradas en la Minería

#### Palpa

En la provincia de Palpa se origina la cuenca del río Grande donde empiezan las líneas y figuras de Nasca, consideradas como Patrimonio Cultural de la Humanidad.

La provincia de Palpa tiene una extensión de 1 232,88 km<sup>2</sup>. Por el norte limita con la provincia de Huaytará del departamento de Huancavelica, por el este con la provincia de Lucanas del departamento de Ayacucho, por el sur con la provincia de Nasca y por el oeste con la provincia de Ica y está situada al sur de la provincia de Ica a 391 km de Lima, entre el paralelo 14° 31' 51" y el meridiano 75° 10' 58", con una altitud que fluctúa entre 370 y 3 235 msnm, su temperatura mínima es de 10 °C y máxima de 32 °C.

Esta provincia cuenta con 5 distritos: Palpa, Santa Cruz, Llipata, Río Grande y Tibillo, así mismo cuenta con la infraestructura vial de la Carretera Panamericana Sur que cruza la ciudad de Palpa, por lo tanto tiene una excelente vía de comunicación con las principales ciudades del país; además, existen otras carreteras con acceso a pueblos del interior de Ayacucho.

#### Nasca

La provincia de Nasca tiene una extensión de 5 234,24 km<sup>2</sup> incluida la superficie insular de 0,16 km<sup>2</sup>. Está ubicada a 447 km de Lima, por el norte limita con las provincias de Ica y Palpa, por el este con la provincia de Puquio del departamento de Ayacucho, por el sur con la provincia de Caravelí del departamento de Arequipa y por el oeste con el océano Pacífico. Se encuentra ubicada a 14° 49' 11" de latitud sur y 74° 56' 07" de longitud oeste, su temperatura mínima es de 10 °C y la máxima de 34 °C, con una altitud máxima de 2 136 msnm (588 msnm como promedio). Cuenta con 5 distritos: Nasca, Marcona, Vista Alegre, El Ingenio y Changuillo.

La Carretera Panamericana Sur cruza la ciudad de Nasca, lo que significa que esta ciudad tiene una excelente vía de comunicación, otra carretera importante es la que une Nasca con Ayacucho, Apurímac y Cusco, y está en muy buen estado de conservación.

#### Caravelí

La provincia de Caravelí se halla ubicada en el extremo noroccidental del departamento de Arequipa, entre el para-

lelo 15°46'39" y el meridiano 73°22'10". Cuenta con 13 distritos: Caravelí, Acarí, Atico, Atiquita, Bella Unión, Cahua-cho, Chala, Cháparra, Huanuhuanu, Jaquí, Lomas, Quicacha y Yauca. El clima es agradable y seco durante todo el año. Las principales cuencas hídricas son las de Acarí, Yauca, Chala, Cháparra, Atico, Caravelí, Pescadores. Todas ellas presentan el relieve característico de los ríos costeros, conformada por una hidrografía escarpada, alargada, de fondo profundo y quebrado, con fuertes pendientes y flanqueadas por ambos lados por cadenas de cerros cuyas cumbres van disminuyendo de cota paulatinamente a medida que se acercan al litoral.

#### Condesuyos

Condesuyos está dividido políticamente en ocho distritos: Chuquibamba, Andaray, Chichas, Iray, Salamanca, Yanaquihua, Río Grande y Cayaraní. Existe un potencial hídrico de alrededor de 567 000 000 m<sup>3</sup> anuales, provenientes de los ríos Blanco, Chorunga, Chichas, Arma y Ocoña. Estudios geológicos han permitido definir dos áreas con potencial minero: La primera se ubica en los distritos de Yanaquihua y Andaray, el oro es el principal mineral de explotación, la segunda área está contenida en los distritos de Chichas y Salamanca los principales minerales de explotación son: oro, plata, cobre, plomo y zinc. Las áreas con potencial minero están encajadas mayormente en rocas graníticas y presentan su mineralización en forma de vetas.

#### Parinacochas

La provincia de Parinacochas limita por el norte con la provincia de Lucanas, por el este con la provincia de Paucar del Sara Sara, por el oeste con la provincia de Lucanas y por el sur con el departamento de Arequipa.

Su capital la ciudad de Coracora, la cual es atravesada por las quebradas de Sanquibamba, Saramarca y otras; cuenta con ocho distritos.

Tiene una superficie territorial de 5 968,32 km<sup>2</sup>, Pullo es el distrito de mayor extensión, con 1 562,24 km<sup>2</sup>, seguido del distrito de Coronel Castañeda con 1 108,04 km<sup>2</sup>.

Para Parinacochas se ha estimado una precipitación anual de 600 mm y una evaporación diaria de 4 mm. Teniendo en cuenta las eras y períodos geológicos, en la provincia de Parinacochas el 90% de sus terrenos pertenecen al volcánico Terciario y Cuaternario. Hacia el sur se encuentran pe-



queños sectores del Cretáceo, Jurásico y el intrusivo cretácico-terciario.

Coracora dispone desde 1916 una planta hidroeléctrica, que en los años 40 dejó de funcionar para ser reemplazada por un grupo electrógeno. Actualmente cuenta con una hidroeléctrica, aprovechando las aguas de los ríos Pumahuiri y Tastamayo.

Desde la Colonia e Incanato se han explotado sus minas. En la República fueron abandonadas las de oro de Ccorichacra y Ccochuán (de oro y plata).

### Lucanas

La provincia de Lucanas limita por el norte con la provincia de Huancasancos, por el este con la provincia de Víctor Fajardo, por el oeste con el departamento de Ica y por el sur con la provincia de Parinacochas. Es la más extensa de todas las provincias, ubicada al sur del departamento. Su capital es la ciudad de Puquio, cuenta con 21 distritos. Tiene una superficie territorial de 14 424,64 km<sup>2</sup>, siendo Sancos el distrito de mayor extensión, con 1 520,87 km<sup>2</sup>, seguido del distrito de Lucanas con 1 208,78 km<sup>2</sup> y San Juan el de menor extensión con sólo 44,59 km<sup>2</sup>.

El distrito de San Cristóbal, el de mayor altitud, está ubicado a 3 550 msnm, y el de menor altitud es Otoa con sólo 1 800 msnm.

Teniendo en cuenta la distribución de las eras y períodos geológicos, en la provincia de Lucanas la mayor parte de la superficie es material volcánico terciario-cuaternario. Hay pequeños sectores de intrusivo cretácico-terciario y del Jurásico.

### 3.16.4 Participación del Sector Minero en la PEA

En los últimos cincuenta años la población del Perú se multiplicó por cuatro. Paralelamente, la Población Económicamente Activa (PEA) también mostró un significativo incremento (entre la década del setenta y comienzos del 2000 se multiplicó por tres).

De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda de 1993, la PEA del sector minero estaba compuesta por 72 170 personas, cifra que representaba al 1,03 % del total nacional. En 1999 se calculaba que la minería como actividad económica había ocupado a 81 813 trabajadores y el año 2000 la minería ocupó a 64 685 trabajadores, representando

el 0,6% de la PEA nacional. De acuerdo a la participación de las actividades económicas en el total de la PEA nacional, la minería ocupa el último lugar antecedido por la industria de bienes de capital (2,5 %), construcción (3,4 %), industrias de bienes de consumo (7,9 %), servicios personales (8,7 %), comercio (19,4 %), servicios no personales (21,8 %) y agricultura (32,4 %).

La generación de empleo es una contribución importante de la pequeña minería y minería artesanal, cuya tecnología más incipiente las hace más dependiente en mano de obra. Ambos estratos mineros captan más de un tercio del personal ocupado en minería (ver cuadro N° 3.5), superando la contribución de la gran minería. Estas cifras tienen gran relevancia, si se considera que generar un puesto de trabajo en la gran minería requiere una inversión de más de US\$ 15 000 contra menos de US\$ 100 en la minería artesanal.

El impacto de la minería artesanal es importante también en la generación de empleo indirecto. La minería artesanal genera una intensa actividad comercial, sobre todo en bienes de consumo y en menor medida, de insumos. En los pueblos mineros artesanales, abundan las tiendas de comestibles, los restaurantes y servicios menores, como peluquerías, hospedajes, servicios de transporte, etc. La compra y venta de ciertos insumos industriales (explosivos y reactivos químicos) es más restringida, porque obviamente requiere licencia y la mayoría de los mineros artesanales operan al margen de la ley.

**Cuadro N° 3.5 Personal ocupado en la minería (1999)**

Estratos	Personas	%
Gran Minería	23 413	28,62
Mediana Minería	30 476	37,25
Pequeña Minería	5 924	7,24
Minería Artesanal	22 000	26,89
<b>Total</b>	<b>81 813</b>	<b>100,00</b>

Fuente: IDEM-MMSD

### 3.17 POLÍTICAS DE DESARROLLO

El estudio de alternativas para el desarrollo de la actividad minera a pequeña escala se establece en el marco de una propuesta de trabajo de carácter sistemático, la problemática por la que atraviesan los operadores mineros artesanales abarca factores económico-sociales de mayor alcance lo que no ha permitido la visión apropiada para el planteamiento de alternativas. En la actualidad se vienen incorpo-

rando instrumentos mucho más complejos en este tipo de análisis, para ayudar a descubrir información que no se puede evidenciar a simple vista.

Es necesario involucrar en el espacio de la minería artesanal a los Gobiernos Regionales, los mismos que han venido realizando propuestas en torno a esta actividad que a continuación describimos.

### 3.17.1 Políticas de Desarrollo del Gobierno Regional de Ica

El Gobierno Regional de Ica viene formulando y recogiendo iniciativas para plantear políticas de desarrollo en función a los recursos existentes y sus propias capacidades. Dichas líneas de acción se describen a continuación.

- Impulso del desarrollo regional sostenible promoviendo la inversión pública y privada, nacional e internacional articulando y fortaleciendo los espacios geoeconómicos con énfasis en el desarrollo productivo y exportable; fomentando la generación de empleo y la igualdad de oportunidades de sus habitantes, en concordancia con los planes nacionales, regionales y locales de desarrollo.
- Impulso y fortalecimiento del proceso de descentralización y desconcentración administrativa con la participación ciudadana en la formulación, debate y concertación de los planes de desarrollo, presupuestos y en la gestión pública.

#### Subsector minería

- Aliento a la inversión privada en la exploración sistemática y planificada de la pequeña y mediana minería y su racional aprovechamiento.
- Fomento y/o desarrollo del mapa y catastro minero y de recursos minerales de la región.
- Acciones de desarrollo dirigidas a mejorar las condiciones ambientales, la seguridad en el trabajo y las relaciones con las comunidades involucradas.
- Promoción de ejecución de los proyectos de inversión minera, con el fin de hacer realidad las previsiones de producción y exportación plasmados en el plan referencial.
- Implementación del catastro regional minero, a fin de garantizar la ubicación definitiva y la titulación de las concesiones mineras.
- Fomento de una mayor conciencia ambiental.

### 3.17.2 Políticas de Desarrollo del Gobierno Regional de Arequipa

El desarrollo regional que promueven las nuevas autoridades regionales tiene dos aristas. En primer lugar el desarrollo de las zonas altoandinas enclavadas en extrema pobreza para rescatar su crecimiento en el PBI regional y en segundo lugar fortalecer e impulsar la economía dinámica urbana, orientada al desarrollo competitivo de la región Arequipa en el escenario de la economía mundial, a través de alianzas estratégicas con el sector privado para que desarrollen la investigación científica y tecnológica que requiere el desarrollo regional.

#### Política de desarrollo

Diversificar la estructura productiva de las zonas altoandinas de las provincias de la región consideradas de extrema pobreza, incrementando los niveles de producción y productividad. Fomentar el desarrollo industrial ligado a la explotación y aprovechamiento de los recursos naturales, generando mayor valor agregado en la articulación de la estructura productiva. Asumir y propiciar las diversas modalidades de organización asociativa de la población con la finalidad de comprometer la participación en la gestión regional, organizando, ejecutando y evaluando los programas regionales, y convirtiéndose en gestores de su desarrollo, con el apoyo técnico-económico del Estado.

Dotar de mayor crédito en condiciones preferenciales a la pequeña empresa y a empresas artesanales a través de las PYMES.

El Gobierno Regional de Ayacucho, dentro de sus políticas de desarrollo no ha tomado en cuenta lo referente a la minería de pequeña escala.

### 3.18 GESTIÓN DE LA INVERSIÓN

El trabajo desarrollado en el ámbito de estudio muestra la falta de inversión para diferentes rubros productivos. Esto se entiende como consecuencia de una fuerte corriente centralista desarrollada en el país, además de la falta de políticas generadoras de condiciones apropiadas para el desarrollo, según se ha podido recoger de los propias autoridades de la zona.

Si bien es cierto que el desarrollo regional depende esencialmente del aporte público, el Estado deberá persuadir a las empresas privadas que lo acompañan en la tarea de

expansión regional. Las acciones que puede considerar el Estado, según los gobiernos regionales del ámbito involucrado, serían:

- a. El otorgamiento de ventajas fiscales a las empresas que se establezcan en regiones atrasadas o deprimidas.
- b. La ayuda financiera o en servicios instalados.

Uno de los factores adversos, que influye en la depresión económica de la región Ica, es la falta de inversiones de envergadura. El desarrollo de Ica sólo será posible a través de un aumento sustancial de stock de capital generador de mayor producción y empleo. Para complementar los recursos internos, se hace indispensable atraer inversión nacional y extranjera.

Para atraer la inversión se hace necesario que la región mejore los factores locacionales, tales como:

- a. Proximidad de productores y consumidores
- b. Acceso a vías de transporte
- c. Acceso a mano de obra calificada
- d. Impuestos regionales razonables
- e. Cultura y posibilidad de recreación.

El Gobierno Regional de Ica plantea un conjunto de medidas tributarias, tales como:

- a. Reducción del IGV
- b. Incentivos para la reinversión de las utilidades
- c. Reducción del ISC
- d. Crédito contra el IR a las empresas que inviertan en determinadas actividades, acordes con la vocación productiva de las provincias.
- e. Arancel preferencial para el desarrollo regional, para la importación de maquinaria y equipos, a fin de promover la instalación y renovación de activos industriales.
- f. Conversión de los bonos de reforma agraria en inversión.
- g. Estímulo a la instalación de empresas con ocupación intensiva de mano de obra.

Por otro lado el Gobierno Regional de Arequipa propone:

- a. Aumentar los recursos de financiamiento a través de las fuentes cooperantes y grupos financieros internacionales que permita atender, impulsar y promover proyectos de impacto regional y macro regional.

b. Agilizar la captación del canon procedente de la explotación de los recursos naturales regionales, como fuente de financiamiento alternativo para el Gobierno Regional y los municipios locales, adoptando eficientes mecanismos de gestión y administración de recursos financieros.

c. Fomentar la apertura de nuevas líneas de crédito con gremios empresariales, nacionales o extranjeros que dinamicen la actividad productiva regional, asegurando el reforzamiento de la capacidad operativa y de la gestión descentralizada de una nueva banca de fomento regional, con capitales compartidos entre el Gobierno Regional y los inversionistas privados.

### 3.19 ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL

Es necesario dar una mirada y contrastar las crecientes formas de gestión que se vienen implementando en nuestro medio los mismos que se vienen replicando en los agentes productivos de los ámbitos regionales del país, es necesario así mismo, poner de manifiesto que en la actualidad las organizaciones mineras a pequeña escala vienen adoptando patrones de organización bastante renovados y acorde a la dinámica del medio donde se realizan las actividades complementarias de los propios mineros.

#### 3.19.1 Organizaciones Modernas

La tendencia globalizadora de los países y el fortalecimiento de las economías de escala, han permitido la creación de instrumentos de gestión así como de una revisión y actualización de teorías organizacionales, proponiendo modernas metodologías que en suma son el entrelazamiento de las obligaciones y responsabilidades sociales cuyo objetivo final beneficia al desarrollo sostenible.

Las estructuras organizacionales convencionales han sido proyectadas con un sólo objetivo: alcanzar eficientemente las metas propuestas por medio del compromiso de las personas que integran la estructura informal, mediante los equipos autónomos de alto desempeño.

La finalidad de las empresas es garantizar la producción de bienes y servicios de calidad, que satisfagan no solamente a sus clientes, sino también la fidelidad y lealtad de los mismos; por la cual debe apoyarse por medio de una dirección general estratégica en las áreas fundamentales tales como: Administración del conocimiento y del capital intelectual humano, finanzas, mercadeo y producción; coopera-

das por relaciones industriales, ingeniería, mantenimiento, relaciones públicas e institucionales, legales entre otras. Éstas deben actuar integradas, debido a que cualquier decisión que sea adoptada en cada una de esas áreas influye en las otras.

La propuesta de un pensamiento sistemático debe colaborar en la consecución de los objetivos estratégicos organizacionales, para garantizar el éxito de la organización. Por tal motivo los líderes que ocupan posiciones en los altos niveles deben garantizar que el sistema operativo de las mismas sea taxonómico, es decir de inclusión y de compromiso. Bajo estas perspectivas las empresas deben establecer su diseño con un sólo objetivo: Ser organizaciones comunicantes.

Las áreas operativas y de producción son las responsables a través de los procesos, de obtener productos o bienes finales de una alta calidad, por medio de la transformación de la materia prima. Éstas son la base fundamental de las mismas, por lo tanto deben agregar valor durante todo este proceso. Sin lugar a dudas que el rol de estas unidades organizacionales es garantizar a como de lugar las ventajas competitivas de la empresa. Su competencia fundamental es garantizar que el producto final sea de calidad y con una mínima cantidad de insumos. Sin lugar a dudas esto implica un gran reto y para salir airoso del mismo deben establecer su funcionamiento en tres grandes pilares:

- a. El diseño de un sistema óptimo de operaciones, tomando en cuenta no solamente los costos relacionados con las inversiones, sino también los costos asociados a la ineficiencia de la propia actividad operacional.
- b. El segundo pilar del éxito de estas áreas está representado por el estilo gerencial participativo, por medio de equipos autónomos de alto desempeño, que siempre tengan presente una filosofía de calidad total, el cuestionamiento de los resultados obtenidos con la finalidad de afianzar la mejora continua de los procesos para garantizar la eliminación o minimizar los errores, las fallas y los defectos, eliminando todo aquello que no represente algún beneficio para el proceso.
- c. El tercer pilar del éxito de las áreas productivas u operativas, está directamente relacionado con los procesos de establecer una organización inteligente de aprendizaje continuo. Con esto se lograría la implementación de una segmentación organizacional en unidades estratégicas del ne-

gocio, que sin lugar a dudas es el mejor sistema para garantizar las ventajas competitivas de cualquier organización.

Por las ideas y conceptos expresados en los párrafos anteriores el compromiso de la gente hacia el logro del pensamiento sistemático, por medio de una visión compartida, cada día tiene más vigencia; bajo este panorama, es fundamental conformar diseños organizacionales que estimulen la implantación de las nuevas filosofías de gestión.

### 3.19.2 El Movimiento Cooperativo

Las cooperativas son empresas cuya propiedad es colectiva y el poder es ejercido democráticamente, un socio un voto, independientemente del valor de sus aportes. La dirección, administración y vigilancia de las cooperativas están a cargo de la Asamblea General, el Consejo de Administración y el Consejo de Vigilancia.

Las cooperativas se formaron sobre la base de trabajadores que se agrupan en torno a un interés mancomunado y como un mecanismo de creación de empleo para sus asociados.

### 3.20 OBSTÁCULOS PARA LAS PEQUEÑAS EMPRESAS

Los mayores obstáculos que dificultan el establecimiento y la subsistencia de las pequeñas empresas son:

#### a. La inadecuación de los modelos empresariales a las condiciones vigentes:

- Continuidad de viejos paradigmas relativos a la dinámica del mercado y de la economía.
- Visión acotada del alcance del negocio y de los riesgos, amenazas y oportunidades presentes, emergentes y latentes.
- Actitudes conservadoras que privilegian la continuidad en los enfoques y las estrategias tradicionales para el manejo del negocio.

#### b. La insuficiente aptitud empresarial o capacitación gerencial:

- Bases administrativas estrechas, que impiden una adecuada gestión operacional de los negocios.
- Insuficiente disposición y experiencia para el manejo de los aspectos empresariales del negocio.
- Insuficiente capacitación y formación básica para la gestión empresarial de los negocios.

**c. La Insuficiencia de financiamiento adecuado:**

- El financiamiento disponible tiene un alto costo y exige condiciones que no están al alcance de las pequeñas empresas.
- El financiamiento accesible para las pequeñas empresas es sumamente escaso.
- Las pequeñas empresas experimentan diversas dificultades para acceder a los posibles clientes de financiamiento.

**d. Las barreras informativas:**

- Las pequeñas empresas experimentan frecuente perplejidad frente al contraste entre la complejidad de los negocios y sus propias deficiencias de información.
- Carecen de suficiente capacidad para el análisis del contexto y de otras variantes relevantes para su desempeño.
- Experimentan graves problemas y limitaciones para el acceso y utilización de la información.

**e. La inadecuación de la infraestructura y la tecnología:**

- Generalmente tienen costos fijos relativamente altos.
- Suelen mantener instalaciones inadecuadas.
- Experimentan frecuentes falencias en cuanto a entrenamiento, mantenimiento y apoyo técnico.
- Suelen operar con tecnología incompleta, excesiva, compleja, costosa u obsoleta.
- Experimentan frecuentes deficiencias en cuanto a ubicación y acceso a proveedores y servicios.

Pero, paralelamente a las referidas limitaciones, las pequeñas y medianas empresas manifiestan notables ventajas y fortalezas para inducir transformaciones sustanciales en las condiciones económicas del medio en que se hallan insertas.

Entre las ventajas y fortalezas se destacan las siguientes:

- Son muy numerosas.
- No requieren grandes inversiones.
- Ofrecen un importante potencial de desarrollo.
- Incentivan integraciones productivas sectoriales.
- Son dinámicas y promueven la actividad competitiva.
- Generan fuentes de trabajo inmediatas y a un bajo costo.
- Pueden adaptarse ágil y dinámicamente a las condiciones locales.

- Proveen oportunidades a grupos marginados de la población.
- Facilitan la consolidación de procesos de desarrollo económico local y regional.
- Potencian la generación de nuevos proyectos de inversión.
- Promueven la vinculación con otros sectores económicos.
- Mediante una intensiva cooperación, pueden impulsar el desarrollo institucional de los sectores en que actúan.

**3.21 LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL**

La reorientación de las empresas pequeñas tradicionales y el establecimiento de nuevas empresas para enfrentar los retos y oportunidades requieren de un sistema de apoyo integral. Las pequeñas organizaciones empresariales necesitan acceso al crédito, asistencia técnica, apoyo en el mejoramiento de sus habilidades comerciales y empresariales, al igual que una mayor y mejor información sobre el comportamiento del mercado. Pese a que estos servicios son ofrecidos a través de las ONGs, del Estado o de los intermediarios comerciales; muchas veces resultan poco efectivos o sólo se brindan parcialmente.

Estos argumentos han orientado a un análisis de proponer alternativas donde los propios actores sean los que promuevan de manera participativa las alternativas y los programas de desarrollo para de esa manera tener menor dependencia de agentes externos. Por lo que es importante definir la propuesta en tres niveles.

1. La estructura y organización interna de la empresa.
2. La organización de los vínculos hacia adelante y hacia atrás, y entre empresas en el sistema minero.
3. La organización y entrega de servicios de apoyo a las organizaciones.

**3.21.1 Ejes Temáticos Socioeconómicos y Organizativos que se deben fortalecer**

**i. Consolidación institucional y organizacional**

- Producir y difundir datos sobre la situación actual de la minería artesanal para la información objetiva de la opinión pública.

- Apoyar espacios de concertación sobre la importancia de la minería artesanal.
- Desarrollar programas de fortalecimiento organizativo y capacitación en gestión de la organización con las empresas ya formadas.
- Procurar una planificación estratégica participativa para la identificación de problemas y soluciones en el proceso productivo con las empresas.
- Establecer programas de capacitación para la gestión y planificación del trabajo en las empresas mineras artesanales.
- Propiciar programa de capacitación en gestión ambiental en las empresas asociativas de mineros artesanales.
- Organizar servicios de asistencia legal y técnica para el desarrollo de programas ambientales y programas de seguridad colectivos de minería a pequeña escala.
- Sistematizar y difundir de experiencias modelo del proceso de formalización.

## ii. Desarrollo local

- Autodiagnosticar debilidades, fortalezas y oportunidades de las organizaciones de productores en las regiones de minería artesanal.
- Determinar contenidos y metodologías de capacitación apropiadas e implementarlas a nivel piloto, y evaluar su efectividad.
- Impulsar y/o reforzar espacios de gestión interinstitucional en regiones de minería artesanal.
- Llevar a cabo censos de población, vivienda y trabajo en las localidades donde se encuentran los operadores mineros artesanales.
- Organizar programas de planificación estratégica participativa del desarrollo local sostenible, con la concurrencia de las organizaciones sociales y las organizaciones productivas de las localidades mineras artesanales.

## iii. Género

- Apoyar acciones específicas de capacitación dirigidas a mujeres para fortalecer su participación en el desarrollo.
- Programa de sensibilización con respecto al protagonismo de la mujer en el desarrollo de las localidades mineras.
- Apoyar a la gestión de iniciativas empresariales alternativas para mujeres.

### 3.21.2 Políticas de Promoción de la Actividad Minera a Pequeña Escala

La pequeña minería y minería artesanal como se dijo en el diagnóstico, tiene su dinámica propia como consecuencia de sus limitaciones y fortalezas. Se debe destacar que en la actualidad los operadores mineros se van aproximando a modelos que vienen funcionando en el área y pueden ser un ejemplo; en este sentido, luego de un previo estudio es posible definir dos modelos inmediatos que pueden servir de guía, asumiendo por cierto vivencias propias para cada escenario:

### 3.21.3 Experiencia de Introducción de Tecnología Apropriada en una Operación Minera Artesanal

Como ejemplo se muestra la experiencia de la consolidación de una organización a través de un programa de desarrollo minero propuesto por la ONG COPERACCIÓN, ejecutada en el Asentamiento minero de Santa Filomena en el marco del Programa de Desarrollo Local de Santa Filomena con el apoyo de organismos internacionales, como la OIT y el proyecto GAMA de COSUDE. La intervención se centró principalmente en la erradicación del trabajo infantil en la minería artesanal de oro en el Perú, donde las estrategias de mejoramiento tecnológico de la actividad minera artesanal se relacionan con estrategias sociales y de fortalecimiento organizativo.

COPERACCIÓN ha venido trabajando en este tema a partir del año de 1998, bajo la premisa de lograr un equilibrio entre la explotación de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente en las diferentes zonas del Perú.

El planteamiento de la implementación de las tecnologías fue mediante una planificación participativa con los propios actores locales para definir claramente sus requerimientos. Las tecnologías propuestas han sido adecuadas a las condiciones locales, principalmente las referentes a la viabilidad social.

Santa Filomena, según expuso COPERACCIÓN, es un centro poblado asentado sobre un yacimiento de oro filoniano, ubicado en el sur medio del Perú a una altitud de 2 400 msnm. En la actualidad cuenta aproximadamente con 1 500 habitantes que tienen como actividad económica principal la minería artesanal. Esta actividad está muy desarrollada de manera rudimentaria y en condiciones de trabajo muy perju-

diciales para la salud y el ambiente, con poca planificación y escasa mecanización.

Estudios efectuados por la ONG, reportan un informe médico realizado en 1999 acerca de la presencia de mercurio en la sangre de los hombres, mujeres y niños de Santa Filomena, la población más expuesta es la infantil debido a que ellos permanecen siempre en un ambiente contaminado. Teniendo en cuenta los daños ecológicos que se han venido suscitando en los últimos tiempos en Santa Filomena se realizó trabajos de sensibilización a los mineros y población en general y se tomó medidas precautorias, que se resumen en las siguientes:

- Restricción de nuevas instalaciones de quimbaletes y molinos dentro de la población.
- Implementación de retortas y recuperadoras de mercurio proporcionadas por el Ministerio de Energía y Minas.
- Obtención de una concesión de beneficio.
- Realización de estudios de alternativas de beneficio de mineral.
- Realización de un estudio de impacto ambiental.
- Instalación de un miniplanta de beneficio de mineral.

Las tres últimas con apoyo de IPEC-OIT, el proyecto GAMA y la ONG COOPERACIÓN.

### 3.21.3.1 Mejoramiento Tecnológico

#### i. La planificación participativa para la incorporación de cambios tecnológicos

La introducción de cambios tecnológicos para el mejoramiento de la actividad minera en Santa Filomena, ha pasado por un proceso de planificación participativa con la finalidad de identificar las prioridades y la demanda real de la población.

Este proceso estuvo a cargo de SOTRAMI como responsable y titular de la concesión minera y la ONG COOPERACIÓN como impulsor del programa de erradicación del trabajo infantil en la minería artesanal de oro en el Perú, en la que se considera el mejoramiento tecnológico de la actividad minera como una de las estrategias principales. Así mismo es necesario garantizar la sostenibilidad basada en el mejoramiento de las condiciones económicas de la población, ya que esto contribuirá a mejorar la calidad de vida y dará mayores oportunidades de salud y educación a los niños.

La implementación de las propuestas ha seguido un proceso paralelo al fortalecimiento social y organizativo de la población conjuntamente con las actividades de formalización y regularización de la actividad minera.

#### ii. Proceso de implementación de cambios tecnológicos

La identificación y definición para la implementación de cambios tecnológicos conlleva un proceso de negociación y planificación con los mineros, para que la propuesta sea técnica y socialmente viable. Se ha tomado en consideración los aspectos sociales y organizativos de la actividad minera actual. Los cambios se adaptan a la situación real de tal manera que la tecnología sea sencilla y fácilmente operada y asimilada por los propios mineros. Puede ser que los rendimientos en algunos casos sean menores que con otra tecnología convencional, pero lo más importante es que su aplicación sea socialmente aceptada y viable. A continuación se enumera las actividades técnicas realizadas en la Mina Santa Filomena.

- Instalación de un sistema de izaje mecanizado, con winche eléctrico.
- Estudios técnicos de evaluación de reservas mineras, planeamiento de minado y alternativas de procesamiento de mineral de Santa Filomena.
- Diseño final de una miniplanta y su respectivo estudio de impacto ambiental.
- Instalación de una miniplanta de cianuración.

Un requisito fundamental para la introducción de cambios tecnológicos es la formalización, de la población minera y de la actividad minera. En este sentido se ha trabajado para lograr la titularidad de una concesión minera y de beneficio, conjuntamente con la obtención de permisos de operación, y en el aspecto de servicios sociales se ha logrado obtener el reconocimiento político y la atención de los sectores de Educación y Salud.

#### iii. Participación local

La realización y el apoyo de las propuestas cuentan con el apoyo de SOTRAMI como contraparte local, con la cual se ha establecido compromisos para realizar una serie de tareas de apoyo.

El aporte local se concreta de varias maneras: como mano de obra no calificada para la realización de obras de cons-

trucción en faenas mineras, con aporte económico para las gestiones administrativas destinadas a la obtención de permisos y autorizaciones, y para los gastos de acarreo y transporte de materiales de construcción y maquinarias a la zona de trabajo.

Otro detalle igualmente importante es el apoyo y compromiso con los objetivos del programa, donde pobladores y autoridades participan en los talleres de capacitación y sensibilización.

#### iv. Realización de estudios técnicos

La planificación de la actividad minera y el planteamiento de acciones de mejoras tecnológicas requieren estar sustentados con una información técnica veraz. Por esta razón como una etapa fundamental en Santa Filomena se ha visto por conveniente realizar los estudios básicos que requiere la ejecución de una actividad minera convencional. Estas actividades han consistido en:

- Estimación de reservas mineras potenciales
- Estudio de planeamiento de minado
- Evaluación de alternativas de beneficio de mineral
- Evaluación ambiental básica

Estos estudios han dado la información básica requerida y han permitido planificar las actividades con sustento técnico.

#### v. Instalación de una miniplanta de cianuración

La etapa de beneficio fue identificada como la parte más crítica para el mejoramiento de ingresos de los mineros, ya que el relave es vendido a las plantas privadas que de esta manera se benefician más que el propio minero en la mayoría de casos. Por lo tanto, como medida de lograr el cierre del ciclo minero y reducir la contaminación por mercurio, se ha decidido implementar un método alternativo más limpio y bajo el control de los propios mineros.

El diseño está concebido como un esquema con tecnología sencilla, flexible y fácilmente operada por los propios mineros. En su diseño participaron profesionales expertos nacionales y extranjeros.

El método de tratamiento propuesto está acorde al esquema organizativo de la producción minera y cuenta con la aprobación de los mineros. Asimismo cuenta con todos los requerimientos técnicos y de seguridad para brindar una operación segura y eficiente; aunque las recuperaciones son menores que con otra tecnología, es importante insistir que

el método se ajusta al tipo de trabajo y organización de los mineros.

#### vi. Cooperación Técnica Internacional

El apoyo de la cooperación internacional ha sido fundamental, ya que ha permitido concretar y dar los pasos iniciales en el logro de las metas.

Dentro del marco del programa de Desarrollo Local de Santa Filomena se ha logrado interesar e involucrar el apoyo y la participación de instituciones de Cooperación Técnica Internacional con financiamiento para la ejecución de las distintas actividades de desarrollo local. Entre ellos están el Programa IPEC de la OIT con el Programa de Erradicación del Trabajo Infantil en Minería artesanal y el proyecto GAMA de COSUDE, que apoya aspectos ambientales en minería artesanal, y el Banco Mundial bajo el marco del programa CASM.



Vista que muestra la planta de tratamiento de minerales de oro de la Sociedad Minera Santa Filomena.

#### vii. Lecciones aprendidas en Santa Filomena

El primer paso fue sensibilizar a la población beneficiaria de los riesgos de una manera didáctica y contundente, con exámenes y pruebas que reflejan el grado de daño al que están expuestos.

El planteamiento de las propuestas siempre es más apropiado cuando se cuenta con la participación de los beneficiarios y una planificación participativa; lo que da sustento y garantiza el éxito.

En proyectos de desarrollo es fundamental que las innovaciones tecnológicas sean adecuadas a su realidad, con una tecnología sencilla y de fácil operación, en lo posible por los mineros mismos.



Es importante considerar el asesoramiento de distintos profesionales y la participación de especialistas en las diferentes disciplinas de tal manera de no perder de vista aspectos importantes.

**Cuadro N° 3.6 Principales resultados**

	<b>Efectos</b>
Reducción del trabajo infantil	Eliminación de la carga de mineral del interior de la mina. Mayor responsabilidad de los padres. Prohibiciones y control de ingreso a la mina.
Mecanización	Disminución del tiempo de limpieza de los frentes en 500%. Reducción del costo de limpieza en 550%. Incremento de la producción y de ingresos familiares.
Mejora de condiciones de trabajo y seguridad	Mayor flujo de ventilación. Mayor responsabilidad de los mineros en el trabajo.
Formalización de la actividad minera	Fortalecimiento de SOTRAMI y en los directivos. Disposición de la población a trabajar por el desarrollo. La población está dispuesta a trabajar y a aportar.
Generación de pequeños negocios	Mayores oportunidades para el entretenimiento de los niños.
Fortalecimiento de sistemas de comunicación radio/TV	Disminución en costo de energía para perforación en 38%. Disponibilidad de energía eléctrica para perforación. Mejora de alumbrado doméstico y público.
Medio Ambiente	Eliminación de la contaminación mercurial por la población.

Fuente: Pequeña Minería y Minería Artesanal  
Experiencia de Introducción de Tecnología Apropriada en una Operación Minera Artesanal (COPERACIÓN).

**Cuadro N° 3.7 Modelo de erradicación del trabajo infantil en una perspectiva de desarrollo sostenible en el caserío minero artesanal Santa Filomena**

1. Diagnóstico y planificación participativa.
2. Modernización del proceso técnico productivo.
3. Protección social o fortalecimiento de servicios públicos.
4. Generación de ingresos familiares.
5. Fortalecimiento organizativo.
6. Sensibilización y cambio de patrones culturales.

Fuente: Pequeña Minería y Minería Artesanal  
Experiencia de Introducción de Tecnología Apropriada en una Operación Minera Artesanal (COPERACIÓN).

**Cuadro N° 3.8 Rendimiento alcanzado**

**Winche de Izaje**

El costo unitario de extracción del mineral en forma manual fue de 15,45 \$/t.  
El costo unitario de la misma tarea pero con uso del winche eléctrico es de 4,15 \$/t.  
Se ha reducido el costo en 372 %. En 4 años representa 122 000 dólares de beneficio.  
El tonelaje de mineral extraído en forma manual es de 0,06 t/h  
El tonelaje extraído utilizando el winche es de 3 t/h  
El tonelaje total aproximado extraído: 10 800 t  
El beneficio directo estimado es de 122 000 dólares

**Miniplanta de Percolación:**

Recuperación actual (quimbaletes): 50% del mineral  
Recuperación proyectada de mineral: 75% del mineral  
Incremento de recuperación: 50%  
El tonelaje de mineral tratado en la planta por año será de 2 520 t/año.  
El incremento de rentabilidad por tonelada en dólares es de: 130 \$/onza.  
Lo que permite un incremento de la rentabilidad anual: 326 000 \$/año.

Fuente: Pequeña Minería y Minería Artesanal  
Experiencia de Introducción de Tecnología Apropriada en una Operación Minera Artesanal (COPERACIÓN)



Vista del castillo del winche de izaje de mineral (mina Santa Filomena).

**3.21.4 Experiencia Empresarial Privada**

En la zona de estudio vienen operando plantas de beneficio que dan servicio de procesamiento de minerales a los mineros artesanales, en diversas modalidades, por ejemplo:

- Compran el mineral de mina
- Compran el relave producto de los quimbaletes

- Compran el relave producto de molinos artesanales
- Dan servicio de molienda haciéndose pago con los relaves.

Esta materia prima es adquirida en diversos lugares del Perú, en la mayoría de los casos de mineros artesanales informales, puesto que el mineral es extraído de derechos mineros de terceros.

Estos empresarios, propietarios de plantas, han optado por realizar sus petitorios mineros con el fin de conseguir concesiones, logrando un mecanismo organizado en la obtención de su materia prima que se describe a continuación:

El empresario minero peticiona un área determinada obteniendo la concesión, la misma que es «cesionada» a los mineros artesanales a fin de ser explotada, con el compromiso de que el producto sea vendido a los concesionarios y/o propietarios de la planta de beneficio.

Los concesionarios proveerán de insumos para la explotación, en algunos casos incluso capital de trabajo.

**Cuadro N° 3.9 Ventajas vs. desventajas**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los mineros artesanales se ahorran todo trámite para la gestión de la concesión.</li> <li>• Ahorro de tiempo y dinero en la obtención de permisos de explotación (EIA, DICSCAMEC, DGM, etc.).</li> <li>• Trabajo formalizado.</li> <li>• Acceso a dirección técnica.</li> <li>• En algunos casos acceso a créditos para capital de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tienen título de la concesión.</li> <li>• Perspectiva de desarrollo limitada.</li> <li>• Condiciones de transacción comercial parametrado.</li> <li>• Quedan a merced del concesionario.</li> <li>• Limitado espacio para la negociación.</li> </ul>

Algunas organizaciones de mineros artesanales en las zona del estudio vienen trabajando en esta modalidad y han alcanzado importantes oportunidades estables de trabajo, liberando tiempo de gestión para incrementar sus actividades en operaciones propias de la mina.

### 3.22 ORGANIZACIÓN DE ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS

Para el logro del desarrollo local es importante articular diferentes temas tales como planes empresariales mine-

ros con los planes de desarrollo local y regional así mismo la contribución de la minería en la formación de «clusters» o encadenamientos productivos locales y la promoción de proyectos locales producto de alianzas entre empresas, gobierno local y comunidades.

#### 3.22.1 Algunas Reflexiones sobre el Concepto de «Clusters» Industriales

Un «cluster» es el conjunto o aglomeración de agentes que interactúan en torno de un proceso productivo generando economías externas, fortaleciendo la competitividad y la productividad del conjunto.

La literatura sobre «clusters» industriales se ha acrecentado ostensiblemente en esta última década, pero aún existen contadas experiencias escritas sobre encadenamientos productivos en minería; no obstante, en la práctica, la minería artesanal participa activamente de los encadenamientos productivos ya sea hacia adelante o hacia atrás.

Para el caso de América Latina, Altenburg y Meyer-Stamer (1998) definen una tipología de tres clases de clusters o aglomeraciones industriales:

i. «Clusters» de supervivencia; formados por microempresas y empresas pequeñas que se formaron como alternativas de autogeneración de empleo. Estos tienen un limitado potencial para adquirir competitividad debido a la poca especialización de los agentes, que les impide avanzar en la cadena de valor agregado en la cual se han establecido.

ii. Los «clusters» más avanzados y de producción diferenciada en masa, que generalmente producen bienes estandarizados de consumo masivo. Estos «clusters» están formados por empresas diversas con significativa capacidad gerencial y tecnológica pero existe menos especialización y cooperación que en los «clusters» de países industrializados. Las ventajas de estos «clusters» se deben más bien a la aglomeración de sus agentes que a la cooperación o acción conjunta.

iii. Los «clusters» de empresas transnacionales, formados por filiales de las empresas extranjeras y un limitado número de empresas proveedoras de bienes y servicios. En estos clusters hay limitada interacción entre los agentes y pocas posibilidades de aprendizaje por parte de las empresas proveedoras. Esto se debe a que las operaciones de las

empresas filiales generalmente requieren de insumos especializados que no pueden ser producidos localmente.

Cada región puede generar aglomeraciones propias de acuerdo a su idiosincrasia y/o a sus condiciones históricas en las que participan, se tiene la presencia de instituciones tales como universidades, organizaciones de fomento, gremios, etc., que contribuyen a generar o mejorar los factores requeridos para la producción y/o a eliminar eventuales fallas de mercado.

Se establece que en «clusters» formados por pequeñas empresas las principales necesidades son de asesoría, entrenamiento en marketing y gerencia, e información tecnológica, comercial, de procesos productivos y de calidad. Todas estas necesidades pueden ser satisfechas por programas o instituciones públicas o privadas.

Diversas opiniones destacan la importancia de los procesos de aprendizaje que se dan en los «clusters» o en otras aglomeraciones industriales. La proximidad geográfica facilita la interacción entre los distintos agentes y permite que se transmita información o conocimiento útiles para el aumento de eficiencia en el cluster y para la consolidación de su competitividad. Así mismo, se puede concluir que el concepto de cluster representa tan sólo un punto de partida para el análisis de aglomeraciones industriales, que en el mundo real no se dan «clusters» ideales sino aglomeraciones que comparten diversas características con la definición conceptual, dependiendo del tipo de industria y de la articulación con mercados internos y externos. Finalmente, que los «clusters» se encuentran en constante evolución y el mantenimiento de su competitividad y eficiencia global depende de la manera en que las empresas e instituciones que los conforman reaccionen ante los shocks internos y externos.

### 3.22.2 Características de los «Clusters» en las Economías en Desarrollo

Según un estudio del Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible, en los países en desarrollo a menudo no existen «clusters» o estos son débiles; las áreas industriales de los países en desarrollo tienden a concentrarse alrededor de las grandes urbes, debido a una deficiente infraestructura del transporte y comunicaciones, además de la injerencia del Gobierno en la competencia.

Las políticas de desarrollo en áreas lejos de los centros urbanos a veces funcionan en contra de la especialización y la formación de «clusters».

El desarrollo de clusters funcionales constituye un paso esencial en el tránsito hacia una economía avanzada.

## 3.23 CAPACITACIÓN

Para que la capacitación produzca resultados deseables, los programas deben ser adecuadamente implementados; considerando las características del sector, debe existir una transmisión de conocimientos acorde a los requerimientos tecnológicos y dirigida para que los trabajadores capacitados amplíen sus competencias o habilidades y modifiquen sus conductas laborales relativas a los procesos de producción. Aparece como una gran tendencia el dar mayor importancia a la capacitación laboral, que ha demostrado tener efectos importantes sobre la productividad y sobre los propios ingresos de los trabajadores. Los esfuerzos de las organizaciones por mejorar la calificación de sus agremiados están dirigidos principalmente a los temas de seguridad y medio ambiente.

### 3.23.1 Capacitación en Seguridad y Salud

La visión moderna de la capacitación está orientada para brindar a todos los trabajadores un sistema operativo industrial de carácter preventivo. La capacitación está dirigida a preparar trabajadores eficientes bajo los principios de la motivación, la información, el aprendizaje, la cooperación y la representación, entre los principales aspectos.

Un trabajador con estas cualidades debe ser un guía, un orientador y sobre todo un conductor que sepa persuadir con su ejemplo, con sus actitudes y sus ideas, logrando que sus esfuerzos de capacitación den resultados efectivos en la prevención de los accidentes y las enfermedades profesionales.

La gran minería y algunas empresas de la mediana minería están aplicando modernos sistemas de gestión de seguridad y salud, con un impacto significativo en la reducción de accidentes fatales e incapacitantes. Entre los principales sistemas adoptados puede mencionarse al conocido como sistema NOSA, de la National Occupational Safety Association (Asociación Nacional de Seguridad Ocupacional de Sudáfrica); el sistema STOP (Seguridad del Trabajo a través de la Observación Preventiva); el ISTE (Sistema de Segu-

ridad a través de cuatro factores); el de la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS); el LessControl (Control Total de Pérdidas, de Frank Bird); el DNV (Det Norske Veritas), método danés, inclusive certificable. Teniendo como marco cualquiera de estos sistemas, la unidad empresarial prepara voluntariamente una estrategia de intervención preventiva, como parte de la gestión empresarial.

Con el reciente Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, D.S. 046-2001-EM, todo centro minero tiene la responsabilidad de implementar algún sistema de gestión en seguridad y salud minera. Componentes importantes de esta estrategia son, precisamente, la formación y la capacitación preventiva en cada unidad minera.

Desde 1997 hasta la fecha, la preocupación sobre capacitación en seguridad es significativa en la minería. Este proceso de cambio está siendo liderado por varias instituciones, entre las que destaca el Instituto de Seguridad Minera (ISEM), que prepara publicaciones para la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales, dicta cursos en Lima y en las propias unidades mineras, elabora manuales y videos, ofrece conferencias en la capital del país y en el interior, y más recientemente, desarrolla intervenciones regionales para facilitar el intercambio de experiencias.

Todo esto es muy importante, sin embargo los mineros artesanales no implementan este tipo de sistemas de seguridad por sus propias limitaciones y falta de capacitación que incluso en algunos casos llegan a rechazar en perjuicio de su propio bienestar.

Al igual que en las operaciones y el proceso de beneficio, las ONGs también tienen participación efectiva en el tema de la seguridad que viene incluido en los programas de organización y desarrollo sostenible.

Por tal motivo es importante destacar las líneas de trabajo que necesitan ser reforzadas a través de la capacitación:

- Fortalecimiento capacidades organizativas
- Gestión empresarial
- Gestión ambiental
- Capacitación técnica
- Salud y seguridad ocupacional
- Interacción efectiva entre el conocimiento científico y el conocimiento empírico (interculturalidad o diálogo de saberes.)

### 3.24 PEQUEÑA MINERÍA Y MINERÍA ARTESANAL EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE

En repetidas ocasiones se ha hecho referencia al desarrollo sostenible pero, ¿qué supone esto para la minería y en concreto para la minería a pequeña escala?. El desarrollo sostenible es un concepto que no es igual para todo el mundo. Por citar la definición de un experto, en este caso del colombiano (Julio Carrizosa 1992), «el desarrollo sostenible es un proceso de mejoría económica y social que satisface las necesidades y valores de todos los grupos de la población, manteniendo las opciones futuras y conservando los recursos naturales y la diversidad». Esta definición incorpora cuatro principios que deben aplicarse a las actividades en desarrollo:

1. La *sostenibilidad ecológica*, que exige compatibilidad entre desarrollo y conservación de la naturaleza.
2. La *sostenibilidad social*, que exige el aumento del control que la gente tiene sobre sus vidas y que se fortalezca la identidad de la comunidad.
3. La *sostenibilidad cultural*, que exige que el desarrollo sea compatible con la cultura y los valores de las gentes afectadas.
4. La *sostenibilidad económica*, que exige un desarrollo económicamente eficiente y equitativo.

Aplicados estos conceptos a la minería, se puede establecer que las pautas para obtener su desarrollo sostenible serían las siguientes:

1. Optimizar la explotación de los recursos de los yacimientos, definiendo correctamente las reservas recuperables y los niveles de producción, llevando a cabo las prácticas de ahorro, sustitución y reciclado que sean necesarias.
2. Minimizar los impactos ambientales negativos del proceso minero-metalúrgico.
3. Minimizar los consumos energéticos y de recursos naturales en las instalaciones mineras y de beneficio.
4. Prevenir y definir un proyecto de recuperación del sitio minero y de las actividades sustitutivas de la minería tras el cierre de ésta.
5. Integrar en la operación minera la recuperación del lugar tras el cierre.
6. Promover los efectos positivos socioeconómicos de la actividad minera por medio de la conservación de los valo-

res tradicionales de las comunidades en donde se realiza, el respeto a los derechos fundamentales, la distribución equitativa de los beneficios y de los incrementos de productividad.

Definidas las condiciones, se puede afirmar que estas pautas, en las circunstancias actuales, en la mayor parte de los casos no es aplicables a la minería a pequeña escala. No obstante, puede serlo en el futuro o, al menos, podría llegarse a una aproximación para lo cual debe acometerse previamente una serie de iniciativas que acerquen la minería a pequeña escala a los modos y maneras de la minería tecnificada. Este será un proceso lento en el que deberían estar involucrados la propia pequeña minería y minería artesanal, la administración pública y las comunidades locales.

### 3.25 DESAFÍOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA MINERÍA EN EL PERÚ

La responsabilidad social en el ámbito político, social y empresarial se da para todos los niveles de la minería, entendiéndose claro está que cada estrato tendrá la responsabilidad que le compete en función a su participación en la sociedad.

Para lo cual, el grupo de trabajo de MMSD (Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible) para el caso del Perú ha propuesto la siguiente agenda:

- Certificación social (auditorías)

Uno de las recomendaciones más mencionadas en los talleres y al mismo tiempo, una sugerencia mencionada en algunas referencias bibliográficas. Es un instrumento dirigido a evaluar y calificar la responsabilidad social de las empresas. No existe claridad acerca del contenido, requisito, ni el marco institucional más apropiado para su puesta en práctica. A pesar de ello, definitivamente es una alternativa de políticas que merece no sólo mayor investigación sino también, probablemente, una prueba piloto en alguna economía con mayor grado de sostenibilidad institucional.

- Fondos de desarrollo

Si bien el Canon Minero es reconocido como un instrumento descentralizador, que debe contribuir a potenciar el impacto de la minería en los procesos de desarrollo local, algunos actores mencionan la necesidad de contar con fon-

dos de desarrollo que vayan más allá del corto plazo, Entre los vacíos de esta propuesta preliminar se encuentra la administración de estos fondos, la representación de los diferentes actores en la administración de los mismos y los criterios para asignar los recursos a diferentes tipos de inversiones.

Esta propuesta de política podría vincularse a la noción teórica de la reposición del stock de capital como parte de una estrategia que permita satisfacer las restricciones que el paradigma de la sostenibilidad impone. Esta línea de investigación es aún muy incipiente, pero podría consolidarse junto con la política de creación de fondos de desarrollo.

- Planes estratégicos de desarrollo

Asociada a la propuesta anterior, se identificó la necesidad de contar con un documento marco (rector) que oriente las inversiones que se pueda realizar a través de los fondos y/o del canon. No queda claro cuáles serían los contenidos y otros requisitos de estos planes estratégicos. Aquí nuevamente habría una necesidad de investigación y capacitación, para que los gobiernos y comunidades locales puedan hacer uso más eficaz de estos instrumentos.

- Capacitación laboral

La demanda de capacitación laboral se convierte en un denominador común de varios disímiles actores. Se trataría no solamente de entrenar mano de obra para trabajar en algunas actividades mineras, sino también de entrenamiento para actividades no vinculadas a la minería. Es decir, se busca aumentar el stock de capital humano como un posible sustituto (¿o complemento?) del capital natural deprimido.

Los vacíos por llenar de esta propuesta son también el marco institucional, los criterios de selección y participación, así como las actividades laborales en las que habría que invertir los recursos de capacitación.

- Infraestructura básica

Demanda muy vinculada a lo que muchos actores identificaron como una necesidad contraria: no al paternalismo. Si bien se puede confundir la necesaria inversión en infraestructura básica con una simple sustitución del rol paternalista del Estado por una nueva figura paterna corporativa, es indudable que estas inversiones deben ser parte central de los planes estratégicos. Sólo de esta manera sería posible imaginarse cómo la minería puede asociarse a un proceso

sostenido de mejoramiento del bienestar de las poblaciones locales a través del mejoramiento de su «stock» de capital físico.

- Vigilancia local

Es necesario fortalecer y consolidar las experiencias exitosas de algunas ONGs, con comunidades organizadas y gobiernos locales, en términos de monitoreo y vigilancia ambiental locales. El objetivo fundamental de estas acciones no es tanto la capacidad de prevenir o evaluar un impacto, sino también eliminar las relaciones de desconfianza entre los actores, en vista que estos programas implican un nivel mínimo de compartir información.

- Certificados ambientales para productores mineros

Al igual que en las exigencias de responsabilidad social a las empresas, habría la necesidad de certificar la calidad ambiental de las operaciones mineras. Sin embargo, los certificados ambientales enfrentarían problemas similares, tales como la definición clara de contenidos y requisitos, así como el marco institucional más apropiado para su puesta en práctica. Sería conveniente difundir experiencias de certificación ambiental en el sector minero y otros recursos en otros países.

- Independencia de los consultores (estructura de incentivos)

La falta de independencia de las empresas consultoras a cargo de los EIA y las auditorías ambientales ha sido identi-

ficada por más de un investigador como una de las deficiencias más importantes del sistema de gestión pública ambiental. En el análisis respectivo apareció como una necesaria modificación a introducir en el aparato normativo, de tal manera que se pueda eliminar lo que algunos denominan una «estructura perversa de incentivos».

- Educación y mecanismos de información apropiados y oportunos

Finalmente, para desarrollar un sistema de gestión ambiental participativo es imprescindible contar con una política de información, que permita a los ciudadanos acceder y usar la misma de manera apropiada y oportuna. Para ello, y teniendo en cuenta también los elementos culturales, es necesario articular los proyectos de investigación y capacitación sobre gestión ambiental participativa de la minería con el sector educativo, de tal manera que se minimicen los costos de diseminación.

En última instancia, la integración de políticas sociales y ambientales dentro del marco de la promoción de la inversión minera sería la clave para iniciar el cambio hacia la sostenibilidad en el sector. La participación informada de ciudadanos con relaciones de confianza y transparencia de todos los actores, es también condición necesaria para iniciar ese cambio.

## Capítulo IV

# Geología

### 4.1 GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio, comprende diferentes unidades geomorfológicas propias de un medio continental.

Está diferenciada en las siguientes unidades :

1. Cordillera de la Costa
2. Llanura Preandina
3. Cordillera Occidental
4. Faja de Conos Volcánicos

#### 1. Cordillera de la Costa

La Cordillera de la Costa, se extiende en forma paralela al litoral con una orientación norte-sur, con un ancho comprendido entre 5 a 20 km alcanzando altitudes de hasta 1 000 msnm. La parte occidental de esta Cordillera se caracteriza por presentar un relieve de altas pendientes que descienden al mar en forma abrupta a manera de acantilados hasta una superficie de abrasión marina, el lado oriental posee laderas escalonadas.

#### 2. Llanura Preandina

Unidad geomorfológica ubicada entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera Occidental. Consiste en una estrecha franja costanera con anchos entre 20 y 100 km y elevaciones entre los 50 y 1 500 m. Presenta relieves moderados, casi horizontales, su clima es desértico.

#### 3. Cordillera Occidental

Esta unidad geomorfológica forma parte de la Cordillera de los Andes y corresponde a una franja de sedimentos cretáceos muy plegadas. El relieve es muy accidentado y presenta altitudes de 1 200 a 4 500 msnm.

#### 4. Faja de Conos Volcánicos

Esta unidad presenta un dirección NO-SE; en ella destacan los volcanes Sara-Sara y Coropuna que evidencian un vulcanismo reciente, y adicionalmente se tiene presencia de

flujos lávicos y piroclásticos. El relieve es agreste con altitudes que van desde 3 300 a los 4 800 msnm.

### 4.2 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

El Complejo Basal de la Costa del Neoproterozoico es la unidad litológica más antigua del Perú (basamento) y está constituido por rocas metamórficas como gneises y esquistos, y por intrusivos.

En el Paleozoico, el Cambriano está representado por la Formación San Juan conformada por una secuencia alterna de calizas dolomíticas y esquistos, y por la Formación Marcona que se encuentra constituida por calizas, hornfels filíticos y brechas calcáreas.

El Grupo Ambo representa al Carbonífero con secuencias de areniscas gris oscuras de grano fino que muestran estratificación delgada.

El Grupo Tarma del Permiano está conformado por limolitas gris verdosas que se intercalan con lutitas y niveles delgados de calizas.

El Grupo Mitu del Permo-Triásico está conformado por areniscas arcóscicas, conglomerados y volcánicos de coloración rojiza.

En el Mesozoico, la Formación Guaneros del Jurásico presenta litología variable y está constituida por areniscas arcóscicas que se intercalan con niveles de limolitas gris verdosas y derrames volcánicos de naturaleza andesítica riolítica.

El Grupo Yura del Jurásico-Cretáceo presenta una gruesa secuencia sedimentaria constituida por areniscas, lutitas y calizas.

El Cretáceo está representado por la Formación Pariatambo que comprende a una secuencia de calizas margosas claras y el Grupo Casma conformado por areniscas piroclásticas grises a gris verdosas, brechas y derrames volcánicos.

En el Cenozoico, el Paleógeno está representado por el Grupo Paracas, hacia su base se observa el predominio de areniscas y areniscas calcáreas que se intercalan con delgadas capas de limolitas (Formación Choros). La parte media a superior corresponde a una secuencia de lodolitas intercalada con delgadas capas de areniscas de grano fino (Formación Yumaque).

Unidades Litoestratigráficas

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	GROSOR (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	
CENOZOICA	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos marinos	?		Arenas de playa	
			Depósitos eólicos			Arenas cuarzosas	
		Depósitos aluviales y eluviales	Arena, limo, cascajo, grava.				
		PLEISTOCENA	Fm. Cañete	±100/400		Conglomerados polimícticos	
	Fm. Changuillo		Areniscas líticas gris oscuras				
	NEÓGENO	MIO-PLEOCENA	Gpo. Nasca	±100/300		Diatomitas, limolitas, areniscas laminadas, areniscas fosilíferas	
			Fm. Pisco			Tobas, flujos piroclásticos, riolitas, conglomerados	
		OLIGOCENA	Fm. Chilcatay	±300		Areniscas cuarzosas de grano medio, color gris.	
			Gpo. Paracas			Limolitas, lutitas, areniscas y niveles de bentonita	
	MESOZOICA	CRETÁCEO	SUPERIOR	Gpo. Casma	±1000		Aglomerados dacíticos y andesíticos, tobas, brechas volcánicas y grauwacas.
Fm. Pariatambo				Areniscas y grauwacas, lutitas rojas y tobas dacíticas			
INFERIOR		Gpo. Yura	±1500		Calizas fosilíferas con abundante nódulo de chert.		
					Intercalación de dacitas porfíricas con areniscas rojas.		
JURÁSICO		SUPERIOR	Fm. Guánueros	±800		Cuarcitas arcóicas blancas, con estratificación cruzada.	
						Areniscas cuarzosas rojizas intercaladas con lutitas, calizas y volcánicos.	
MEDIOS		Gpo. Yura	±1500		Areniscas intercaladas con limolitas y lutitas.		
					Discordancia		
PALEOZOICA		TRIÁSICO	INFERIOR	Gpo. Mito	±600		Intercalación de derrames volcánicos andesíticos con sedimentos calcáreos y areniscas cuarcíticas
							PÉRMICO
	INFERIOR	Gpo. Ambo	±150		Areniscas de grano fino, lutitas y calizas gris verdosas.		
					CARBONIFERO	Gpo. Ambo	±150
	CAMBIANO	Fm. Marcona	±1000				
					Fm. San Juan	±1500	
	Fm. San Juan	±1500		Hornfels conglomerádicos con brechas calcáreas.			
				Fm. San Juan	±1500		Calizas dolomíticas en capas delgadas, con intercalación de esquistos
	Fm. San Juan	±1500					Dolomitas y calizas marmolizadas.
				PROTEROZOICA	NEO PROTEROZOICO	Complejo Basal de la Costa	?
Ortogneis, paragneis, migmatitas, esquistos y meta-arcosas.							

Fuente: Boletín N° 11 - serie B. Estudio de los Recursos Minerales del Perú-Franja N° 2

Fig. N° 4.1



Entre el Paleógeno-Neógeno la Formación Chilcatay está conformada por una secuencia de areniscas líticas y areniscas de grano fino.

En el Neógeno la Formación Pisco comprende una secuencia monótona de lodolitas biogénicas, limolitas, dolomitas y areniscas finas.

El Grupo Nasca está conformado por tobas de cristales de naturaleza riolítica y tobas de lapilli.

Entre el Neógeno y el Cuaternario se intercala la Formación Changuillo que comprende hacia la base lodolitas y limolitas grises, la parte superior corresponde a conglomerados.

En el Cuaternario, la Formación Cañete está conformada por conglomerados polimícticos poco consolidados de matriz arenolimoso y los depósitos recientes varían de eluviales, aluviales, eólicos hasta marinos.

#### 4.3 GEOLOGÍA MINERA

Dentro de la zona cuprífera ubicada en la costa sur se presenta una importante concentración de depósitos de oro, mineralización que se atribuye a intrusivos del Cretáceo superior-Terciario inferior, denominada «Franja Aurífera», que se extiende a lo largo de la parte baja y media del flanco occidental de los Andes.

La Provincia Metalogénica Occidental (Ponzoni, E., 1980), está relacionada genéticamente a la evolución del territorio durante el ciclo andino de sedimentación, plutonismo y tectonismo y estaría ligada a la subducción de la Placa Nasca.

Estos depósitos están íntimamente relacionados a procesos magmáticos, que ocurren en el interior de la corteza terrestre y/o manto superior lo cual nos hace pensar que durante la intrusión del Batolito Andino debieron existir diferentes condiciones de formación en la dirección oeste-este, y en menor escala en la dirección norte-sur, concordantes probablemente con el desarrollo de la mineralización.

Las rocas intrusivas presentes se desarrollaron en la zona sub-superficial en forma diferenciada dando origen a depósitos hidrotermales; consecuencia de ello se han formado yacimientos de hierro, cobre y cuarzo-oro.

Al final del proceso de cristalización magmática se formaron las soluciones hidrotermales cuyas emanaciones están asociadas principalmente a intrusiones félsicas.

Los yacimientos son filonianos, meso a hipotermiales en los cuales el oro se presenta libre o asociado a la pirita y en forma de electrum; las vetas contienen principalmente cantidades pequeñas de calcopirita, esfalerita, galena y como ganga cuarzo y calcita.

Los stockworks que actualmente son estudiados presentan un sistema de craquelado de venillas de cuarzo lechoso con óxidos de hierro, dentro de un patrón de alteración de caolinización, sericitización y silicificación; poseen textura porfirítica.

Los depósitos auríferos de la Franja Nasca-Ocoña tienen las siguientes características geométricas:

Las vetas tienen rumbo NO, generalmente coincidente con la orientación de la Cordillera de los Andes y buzamientos más que moderados con potencias variables que en promedio son de 0,1 m.

Las estructuras son generalmente de corta longitud, pocas sobrepasan los 500 m y aparecen casi siempre formando sistemas.

La mineralización económica alcanza una profundidad entre 150 y 500 m.

#### 4.4 MINERALOGÍA

La mineralogía es simple, la mayor parte de las menas se encuentran rellenando fracturas y en menor escala están diseminadas.

Por los estudios macroscópicos realizados, se pudo determinar que los minerales primarios más importantes son: pirita, calcopirita y oro nativo y como minerales secundarios: hematita, goethita, limonita y minerales oxidados de cobre.

Los estudios microscópicos efectuados en INGEOMIN representan las siguientes características generales:

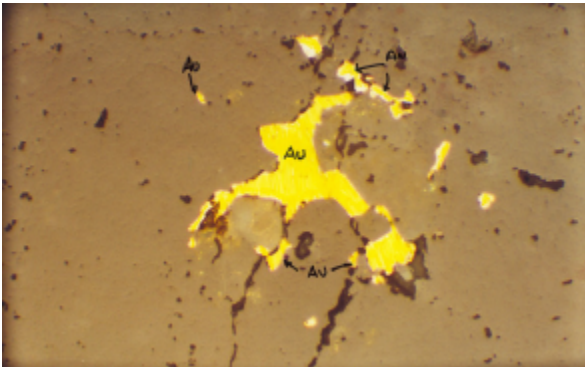
La mineralogía del sector norte (minas Sol de Oro y otros) presenta hematita, pirita, calcopirita, oro nativo, covelita, pirrotita, esfalerita, arsenopirita, magnetita, molibdenita, rutilo, limonita, psilomelano y mackinawita.

El sector central conformado por las minas que cubren las localidades de Jaquí, Tocota-Chala y las Torrecillas-Cháparra, muestra la presencia de hematita, pirita, goethita, calcopirita, rutilo, oro nativo, y en algunas arsenopirita.

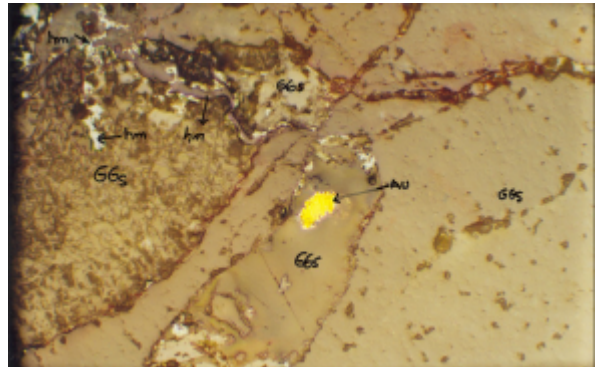
En el sector sur de la región se ubican las minas Eugenia, Calpa y San Francisco donde secuencialmente se observan hematita, pirita, calcopirita, oro nativo, crisocola y calcedonia.

El oro nativo se observa en pequeños granos hasta de 0,5 mm generalmente asociado a la pirita, como inclusiones o rellenando microfracturas.

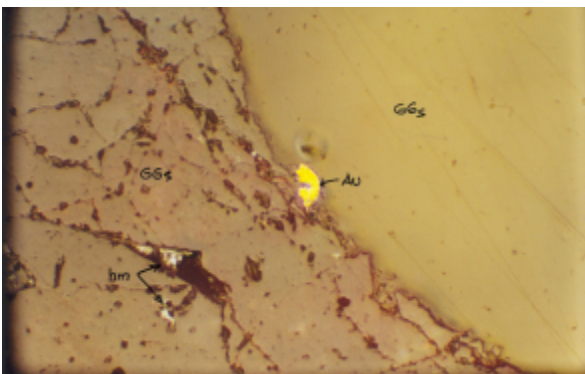
Foto-micrografías de minerales



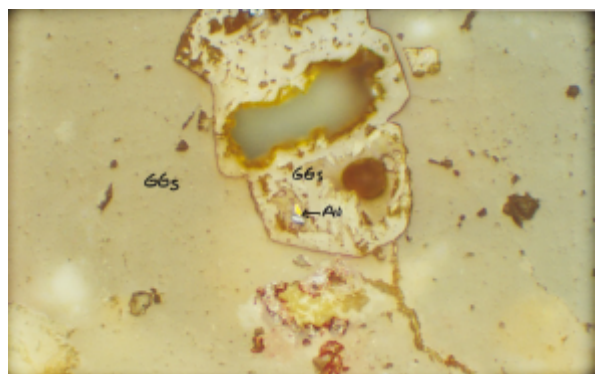
Oro nativo grano grueso relleno porosidades y microfracturas, diseminado en mineral de ganga (GGs).



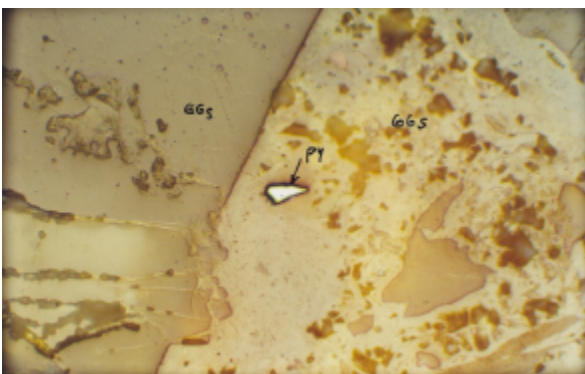
Oro nativo granular incluido en mineral de ganga (GGs); hematita en bordes y rellenando fracturas.



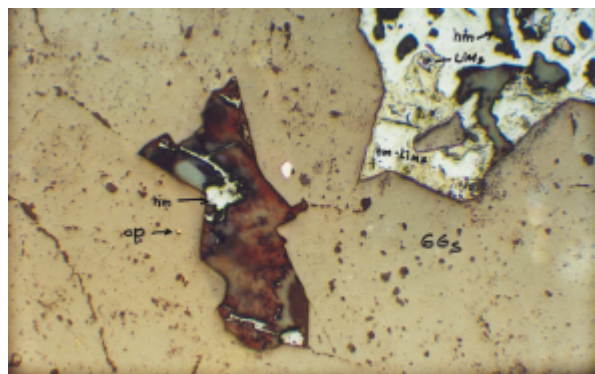
Oro nativo grano medio asociado con mineral de ganga (GGs)



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



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



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

## Capítulo V

# Operación Minero Metalúrgica

### 5.1 EXPLORACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO

Los yacimientos filonianos de oro caracterizados por numerosas vetillas pueden o no guardar relación entre sí, y sus afloramientos predominantemente delgados (del orden de pocos centímetros) se localizan por detección visual, tienen poca profundidad y la determinación de su contenido de oro es in situ e inmediata. Ello permite discriminar fácilmente las numerosas venillas de cuarzo estéril que también afloran en la zona, y continuar la exploración en la dirección de las mejores leyes.

La exploración informal o artesanal de una zona es realizada por grupos de mineros, cada uno cubriendo un área diferente, lo que determina una alta probabilidad de éxito en la exploración con un costo mínimo de inversión. Para este fin llevan consigo víveres para una semana, comba y barreno para el cateo y la infaltable batea o «puruña» con dos litros de agua para el «análisis» de las vetas que exploran.

Muchos yacimientos donde las comunidades mineras informales actualmente trabajan fueron anteriormente explotados, pero la mayoría de estos yacimientos fueron descubiertos por la propia actividad artesanal.

Cuando la exploración es exitosa, la explotación artesanal ocurre de inmediato autofinanciando la exploración a través de diversos instrumentos económicos, en algunos casos muy propios de las zonas mineras.

### 5.2 MINADO

Una vez acabado el trabajo de cateo y conocidas las características del yacimiento que por lo general son filones o vetas de grosor reducido y alta ley, (las vetas generalmente tienen de 1 a 10 cm, y las leyes varían de 1 a 80 oz/t de oro), se determina el método de explotación pero, debido a la falta de recursos económicos y conocimientos técnicos, usualmente los mineros artesanales abren socavones si-

guiendo el cuerpo mineralizado, con herramientas rudimentarias e intensa mano de obra.

El minero extrae selectivamente el filón (método de circado), obviando la etapa de concentración que normalmente prosigue a la etapa de minado y reduciendo considerablemente el costo de procesamiento.

El método de circado (minado selectivo) consta de perforación, voladura y extracción de la roca que se encuentra debajo de la veta (en caso de las vetas manteadas horizontales) y extracción de la roca del lado adyacente (en caso de las vetas verticales).

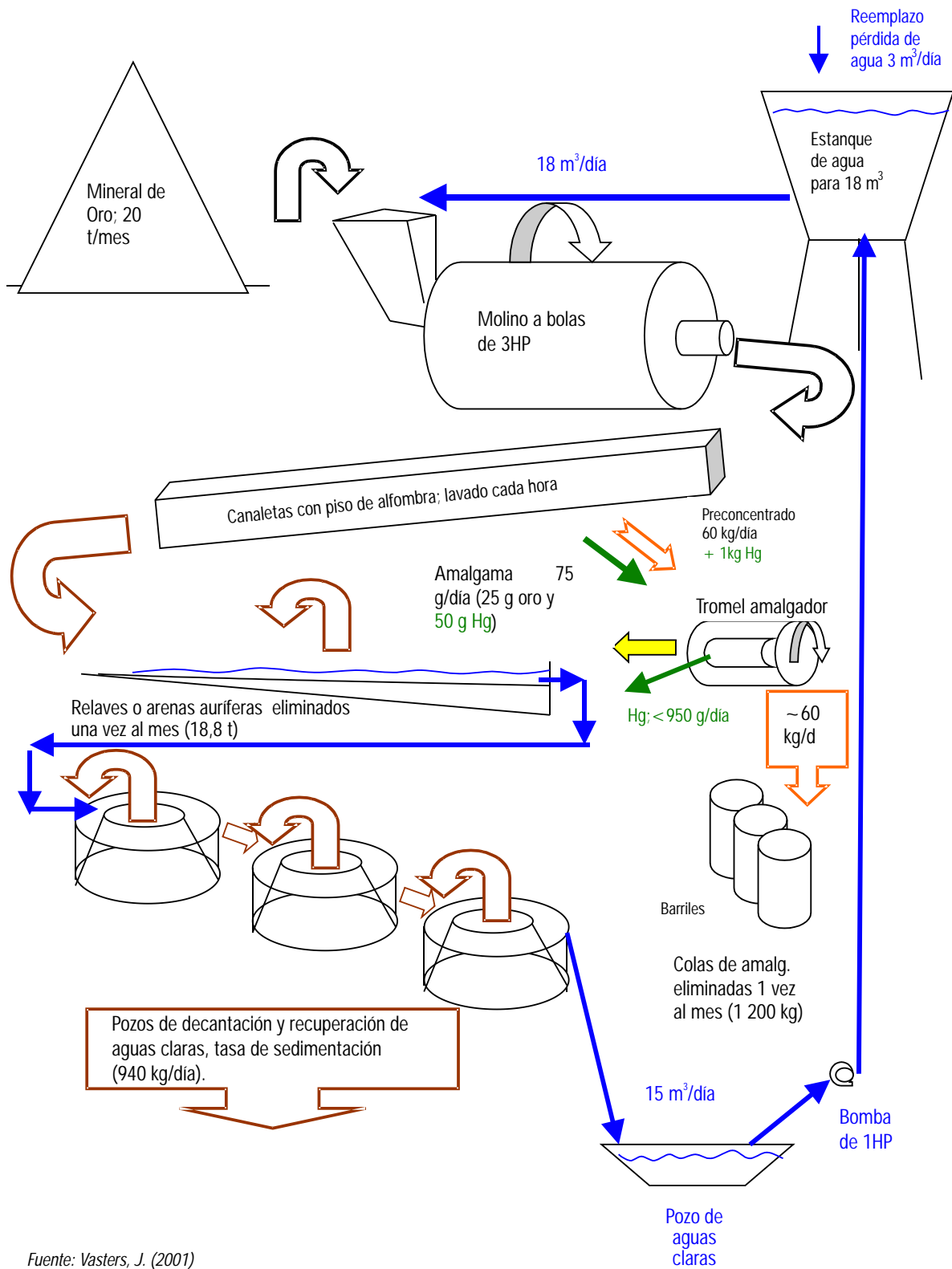
La perforación, disparo y extracción de la roca caja de encima de la veta (roca techo) se hace para conservar la accesibilidad y continuar el avance. La disposición del desmonte se hace en el exterior de la labor, cuando es de poca profundidad, o se acumula en el interior cuando es profunda y/o se requiere reforzar el sostenimiento.

En muchos yacimientos se usan perforadoras eléctricas (perforación en seco) e incluso, compresoras convencionales. Las perforadoras eléctricas son de uso personal y pesan alrededor de 6 kg y aceleran la velocidad de perforación en 10 u 11 veces respecto a la perforación manual. Estos equipos se usan en yacimientos con rocas no muy duras. Las compresoras se usan en yacimientos con rocas muy duras y con vetas de mayor potencia. El uso de compresoras puede acelerar el ritmo de avance en 150 veces y se requiere de trabajo grupal (cuadrillas). Generalmente, el mineral minado con compresoras se vende directamente a plantas de cianuración.

El filón es extraído con pico, mucho cuidado y sin explosivos, colocando el mineral sobre una manta. El minero artesanal obtiene el producto con 1 g a 1,8 g/lata aproximadamente (1 lata contiene en promedio 30 kg) pues prefiere extraer algo de la caja que dejar material valioso en ella.

Se puede afirmar que el minado artesanal dista de ser una operación simple y rudimentaria; por el contrario, constituye una de las pocas técnicas eficientes para la explotación de este tipo de yacimientos. Esta técnica es susceptible de ser mejorada con asesoría profesional adecuada.

El trabajo se realiza en forma individual o en pequeños grupos integrados por 10 a 30 personas que generalmente son «socios», los cuales tienen sus propias labores de donde extraen el mineral. Existen pocas asociaciones que han



Fuente: Vasters, J. (2001)

Fig. N° 5.1 Diagrama de flujo de planta modernizada

llegado a niveles de organización donde cada integrante tiene una función específica dentro de la operación.

Cuando el mineral aflora, la labor puede ser muy estrecha, con una altura caja-techo máxima de 0,70 m. En estas labores (cortadas a media barreta), entran reptando y alcanzan profundizar hasta 40 ó 50 m. Son muy pocas las minas con labores de más de 2 m de altura.

Cuando las labores de explotación minera se encuentran distantes a las viviendas de los trabajadores, el trabajo en la mina se realiza en faenas diarias de 10 ó 12 horas o en campañas que pueden durar hasta 15 días. En este último caso, los mineros suben a la mina provistos de alimentos y herramientas para este período.

La mina es abandonada cuando surgen problemas por falta de ventilación o se terminan las reservas minerales calculadas por los mineros.

### 5.3 EL CICLO DE MINADO

Consiste en las siguientes operaciones unitarias:

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

#### 5.3.1 Perforación y Voladura

##### a. Perforación manual

Es practicada por la totalidad de mineros al inicio de esta actividad y constituye la base fundamental de sus ingresos y desarrollo futuro. Puede ser desarrollada individualmente. No requiere de combustible ni equipo alguno, es la más apropiada para lugares remotos de difícil acceso y no requiere de conocimientos técnicos para mantenimiento u operación. La producción no se paraliza por desperfecto de equipo alguno.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El monto de inversión inicial requerido es 100 y 1000 veces menor que la perforación eléctrica y neumática.</li> <li>• Adecuado para operadores de escasos recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad de perforación es 11 y 150 veces menor que la perforación eléctrica y que la neumática respectivamente.</li> </ul>

##### b. Perforación con equipos eléctricos

Es uno de los aportes técnicos más importantes de la minería artesanal. La velocidad de avance es bastante aceptable sobre todo en rocas que no son excesivamente duras, la reducción del esfuerzo humano beneficia al minero.

Las perforadoras eléctricas son equipos de perforación rotativa que emplean barrenos helicoidales accionados por un motor eléctrico de 1 kW de potencia. Los barrenos empleados tienen una longitud promedio de 40 cm y un grosor de 7/8", aunque los hay de otras medidas. Los equipos son portátiles y son operados por un solo hombre, cada máquina suele tener un peso de 6 kg. Este tipo de equipo es usado comúnmente en la industria de la construcción, para horadar concreto y en demoliciones, no obstante se ha adaptado muy bien a las necesidades de la minería de pequeña escala.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor maniobrabilidad en vetas delgadas con respecto a las perforadoras neumáticas.</li> <li>• Requieren poca agua</li> <li>• Requieren una inversión moderada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor inversión que en la manual.</li> <li>• Excesivo calentamiento del motor y de los barrenos.</li> <li>• Poca durabilidad del barreno.</li> <li>• Requiere de un grupo electrógeno de 2-3 kW.</li> <li>• Generan polvos</li> </ul>

##### c. Perforación neumática convencional

Requiere de una inversión sumamente alta y de un grupo muy bien organizado en administración, operación y mantenimiento eficiente.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es apropiado para rocas muy duras</li> <li>• Mayores niveles de producción</li> <li>• Puede operar con leyes bajas de mineral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere una inversión importante</li> <li>• Se usa en vetas de potencia apreciable y constante</li> <li>• Requieren de un sistema de beneficio cercano a la mina.</li> <li>• Alta dilución</li> </ul>

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

Por lo general la producción masiva obtenida con este método no se procesa en quimbaletes sino que se vende directamente a las plantas de cianuración (Huanca, Otocha y Los Incas lo hacen así). El uso de perforación neumática junto con el tratamiento por cianuración es más eficiente cuando la presencia de minerales primarios es más acentuada y la piritita limita la recuperación de oro (y mercurio) en quimbaletes. Una inversión de este tipo tiene que estar respaldada por la existencia de labores de riqueza conocida, previamente desarrolladas con perforación manual.

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



Vista de perforadoras eléctricas con barrenos de dimensiones variables. Mina 4 Horas-Cháparra.

### 5.3.2 Voladura

El consumo de explosivos en la perforación manual es de 1 cartucho de dinamita, 1 fulminante y 50 cm de guía de seguridad por cada taladro de 45 a 60 cm. El ANFO (mezcla de nitrato de amonio y petróleo) se usa muy poco.

En taladros producto de perforadoras eléctricas el consumo es similar.

En taladros convencionales (compresora y perforadora neumática) el consumo de explosivos es el acostumbrado (3-4 cartuchos por taladro de 1,20 a 1,5 m). En algunas zonas se hace uso extensivo de ANFO, empleando un solo cartucho de dinamita por cada taladro.

El primer riesgo para el minero es el derivado del chispeo de los disparos, pues en oportunidades un solo hombre chispea sucesivamente hasta 6 taladros cargados cada uno con mecha independiente de sólo 50 cm. Afortunadamente, no se han reportado, aún, accidentes por esta causa.

Aun cuando las galerías artesanales son de sección mucho menor que las convencionales, tienen mayor avance puesto que no sólo implican un mayor aprovechamiento de los recursos mineros sino un descubrimiento continuo de mineral valioso. Esta es una particularidad del trabajo artesanal: la simultaneidad de la exploración y explotación del mineral. Al descubrirse una veta se hace un estimado (aunque en pocos metros y en un área muy reducida) de reservas probadas. Si bien estas reservas son muy reducidas por operación, el gran número de operaciones representa una gran cantidad considerable de mineral.

### 5.3.3 Ventilación

El minero artesanal no puede profundizar demasiado su labor por la deficiente ventilación y la alta relación costo/esfuerzo de extracción de desmonte que ello implica. Son estas limitaciones las que inducen a dejar labores muy profundas para buscar nuevos afloramientos; aunque ello ha favorecido el hallazgo de más vetas, es una actividad que requiere de tiempo y esfuerzo adicional y reduce la eficiencia del trabajo minero; además, se deja de lado recursos mineros que podrían ser explotados con algo de apoyo técnico.

Se estima que más de la mitad de la población minera informal, labora en frentes de trabajos ubicados a menos de 50 m de la superficie. Sólo un 20% trabajan en frentes más profundos que 150 m. Estas distancias son relativamente cortas cuando se comparan con la profundización de las labores convencionales.

No hay que olvidar que las labores bloqueadas con desmonte no están a mucha profundidad, de modo que pueden ser rehabilitadas con relativa facilidad una vez que se cuente con el apoyo de equipo que complementa la abundante mano de obra disponible en estos asentamientos mineros.

En algunos casos están utilizando pequeños ventiladores centrífugos para sistemas aspirantes generados por motores de 2 HP que conducen aire saturado del interior a través de mangas plásticas, lo que les permite profundizar la labor en frentes de trabajo.



Vista que muestra motor, ventilador y manga en disposición para ser operado en pique que supera los 80 m de profundidad-mina Santa María Tulin.

### 5.3.4 Transporte del Mineral

El mineral extraído de las labores es trasladado manualmente en bolsas de polietileno, latas o bolsas de jebe hasta la bocamina, en algunos casos se utiliza carretillas o carros mineros fabricados para este fin. Luego, el mineral es transportado de la bocamina a los centros quimbaleteros, mayormente a lomo de acémilas.



Vista que muestra al personal de mina portando mineral en sacos desde el interior de la mina a la superficie-mina Santa Filomena-Jaquí.

Las vías locales o internas, que conducen a las labores, aunque son sumamente abruptas y accidentadas, permiten el acceso que antes no existía. Estas rutas de acceso han sido construidas a pulso por los mismos mineros. Es común observar que una buena proporción de los mineros acarrea al hombro un promedio de 50 kg de mineral en 1 hora a través de terrenos escabrosos, por falta de carretera. En casos extremos, muchos mineros hacen lo propio a lo largo de 15 km (4 horas aproximadamente) debido a la es-

casez de transporte. En lugares como Huanca, la dificultad de acceso a través de cerros de arena ha sido vencida con el empleo de tractores agrícolas que se desplazan sobre esta difícil topografía subiendo agua a las labores y bajando el mineral a los quimbaletes.



Transporte del mineral sobre bestias de carga (mina Cuatro Horas-Cháparra).

El transporte de mineral y de relave de quimbaletes es bastante activo en toda la zona. Por lo general se realiza en camiones de 12 a 20 t de capacidad para abastecer a las plantas de beneficio. No obstante, camiones de menor tonelaje de capacidad, de 1 a 5 t son usados por los operadores mineros para concretar el transporte de insumos, personal y relaves.



Transporte de relaves hacia las plantas de tratamiento-mina Samarca.

Una práctica que se viene difundiendo progresivamente, es la venta de mineral directamente a las plantas de cianuración obviando el uso de quimbaletes. Esta práctica, que se debe alentar, reduce notablemente la contaminación con mercurio, puesto que el transporte de mineral ofrece mucho menos riesgo ambiental que el de relaves.

### 5.3.5 Sostenimiento

La mayoría de labores que desarrollan los mineros artesanales por lo general son de secciones estrechas, lo cual contribuye al autosostenimiento de las labores, no obstante en algunas de ellas se realiza el sostenimiento mediante el pircado con roca desmonte, para evitar el desplazamiento de las cajas o techos de la labor. También en algunos casos se llega a usar los cuadros de madera que generalmente son de especies nativas de la zona tal es el caso de la madera del huarango.



Vista que muestra el sostenimiento de la caja techo con puntales de madera de huarango-mina Sol de Oro-Nasca.

### 5.4 PALLAQUEO Y CHANCADO

En muchos casos el tratamiento del mineral empieza con el «pallaqueo», que consiste en seleccionar manualmente el material con mayor ley antes de ser procesado o comercializado, aumentando las ganancias por la calidad del material y la reducción en el costo de transporte y procesamiento. En este trabajo participan mayormente mujeres. El pallaqueo es más eficiente en desmonte fresco proveniente de mina.

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

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



Vista que muestra operación de chancadora de quijadas (mina Paraíso-Tulin).

### 5.5 MOLIENDA Y AMALGAMACIÓN

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

La amalgamación se realiza en bateas, quimbaletes, toneles, tambores de amalgamación, trapiches, etc., y la separación del metal precioso y el mercurio se realiza mediante la destilación.

En la mayoría de los casos, la amalgamación se realiza en un sistema de quimbaletes de fabricación casera con separación simultánea del material fino (arcillas, limos y otros) en pozas adyacentes. 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 m<sup>3</sup> de agua.

De acuerdo a la ley del mineral, se siguen las alternativas siguientes:

- a. Cuando el mineral se considera de alta ley (más de 2 g por lata), el tratamiento se realiza directamente en el siste-



ma de quimbaletes con el material previamente reducido a  $-1/2$  pulgada. La tasa promedio por tandas es de 30 kg (una lata aprox.) por espacio de 45 minutos o incluso un tiempo mayor. El chancado del mineral se efectúa en una chancadora de quijadas o bien mediante el uso de comba y mortero de piedra.

b. Si el mineral se considera de baja ley, previo al proceso de amalgamación en el sistema quimbalete, es necesario realizar la molienda en seco para facilitar su descarga y manipuleo, y especialmente para evitar que parte del mineral se quede pegado a las paredes y bolas del molino pues el mismo molino es usado por diversos mineros el mismo día; esta actividad se realiza en tandas de 7 a 15 latas en molinos de bolas accionada por motores eléctricos o a diesel. El período de molienda fluctúa entre 0,5 a 1 hora para alimento de mineral chancado  $-1/2$  pulgada y se llega a tamaños de menos malla 200.

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 la 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/t.

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

1. Proximidad 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.
2. Posibilidad de procesar cantidades muy pequeñas de mineral, desde  $1/2$  lata (13 kilos), que a su vez permite al minero obtener liquidez inmediata para afrontar cualquier eventualidad.
3. Posibilidad de procesar minerales con relativamente bajos tenores de oro.



Molinos de bolas de circuito cerrado en operación-mina Mollehuaca.

## 5.6 PÉRDIDA DE MERCURIO DURANTE LA AMALGAMACIÓN

La pérdida de mercurio durante la amalgamación, ocurre por las siguientes razones:

- Contenido de pirita en el mineral.
- Contenido de minerales oxidados de cobre y sales solubles.
- Cantidad y calidad de agua.
- Cantidad de lamas.
- pH y Eh de la pulpa
- Calidad de mercurio empleado
- Adición o presencia de agentes químicos
- Tiempo de contacto.

Lamentablemente la mayor parte de estos factores son desconocidos o no son tomados en cuenta por los mineros y aún por algunos profesionales. Por ello no es extraño que se pierdan grandes cantidades de mercurio durante este tratamiento.



Proceso de amalgamación en quimbaletes-mina Aurelsa.

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

Cada quimbalete trabaja 4 a 5 latas/día y utiliza 1 a 2 kg de mercurio recuperándose 800 gr de mercurio con una pérdida de 200 gr a 1 200 gr de mercurio/día; con el refogeo se obtiene un 11% como producto económico y una pérdida de 89% como vapor de mercurio.

## 5.7 INTERVENCIÓN DE LOS QUIMBALETOS EN LA OPERACIÓN

Debido al contexto actual de la actividad minera artesanal de la zona estudiada, la intervención de los quimbaletos dentro de la operación es importante, por que en muchos casos les sirve a los mineros de fuente de financiamiento y abastecimiento.

Muchos quimbaletos han apoyado a los mineros durante las etapas iniciales proporcionándoles agua y garantizándoles crédito en alimentos y explosivos entre otras cosas. Asimismo el informal es sujeto de crédito para comerciantes, transportistas, compradores de oro, etc., del asentamiento, debido justamente a que procesa su mineral allí.

Cuando los quimbaletes están algo alejados, el quimbaletero se hace cargo del transporte del mineral. Las plantas y compradores de oro por lo general pagan un adelanto del 70% recién una semana después de que el material ha salido de la mina. La diferencia de la liquidación es cancelada 2 meses después.

Los quimbaletos obtienen menos utilidades que las que obtendrían las comercializadoras formales y brindan un apoyo al minero que difícilmente brindarían estas últimas.

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.

Estudios realizados con anterioridad han estimado la existencia de un total de 2 400 quimbaletes en la zona de los cuales unos 1 700 se encuentran operando con regularidad.

Considerando un tratamiento promedio de 5 latas por día, se tiene una producción diaria de relaves auríferos del orden de 250 t/d.

## 5.8 CIANURACIÓN

### 5.8.1 Caracterización del Cianuro

La industria minera, en particular la industria minera del oro, ha estado utilizando cianuro en el proceso productivo durante muchas décadas, aunque su uso en la pequeña minería es bastante nuevo. En forma general, se piensa que el cianuro es una sustancia mortal; no obstante, en la realidad es una sustancia química ampliamente utilizada, esencial para el mundo moderno. La clave para su uso seguro es la implementación de sólidas prácticas de manejo.

El cianuro es uno de los pocos reactivos químicos que disuelven el oro en agua. Es una sustancia química industrial común que se consigue fácilmente a un precio razonablemente bajo. Por razones técnicas y económicas, el cianuro es la sustancia química elegida en la recuperación de oro del mineral. El cianuro ha sido utilizado en la extracción de metales desde 1887 y actualmente se le utiliza y maneja en forma segura en la recuperación de oro en todo el mundo. Las operaciones mineras, para la extracción de oro, utilizan soluciones muy diluidas de cianuro de sodio, típicamente entre 0,01% y 0,05% de cianuro (100 a 500 partes por millón).

El cianuro se transforma en otras sustancias químicas menos tóxicas mediante procesos físicos, químicos y biológicos naturales. Dado que el cianuro se oxida cuando es expuesto al aire o a otros oxidantes, se descompone y no persiste. Aunque es un veneno mortal cuando es ingerido en una dosis suficientemente elevada, no causa problemas crónicos en la salud o en el ambiente cuando está presente en concentraciones bajas.

El cianuro de las soluciones mineras se acopia, ya sea para ser reciclado o destruido, después de haber extraído el oro. El manejo de los riesgos asociados al uso del cianuro implica una ingeniería sólida, un monitoreo cuidadoso y buenas prácticas con el fin de evitar o mitigar los posibles escapes de cianuro al ambiente. Además, con el transcurso del tiempo, los procesos naturales (exposición a luz del sol) puede reducir la concentración de las formas tóxicas del cianuro en soluciones con valores muy bajos.

### 5.8.2 Uso de Cianuro en la Producción de Oro

El cianuro de sodio se disuelve en agua donde, en condiciones ligeramente oxidantes, disuelve oro contenido en el mineral. La solución resultante que contiene oro se denomina «solución cargada». Luego se agrega zinc o carbón activado a la solución cargada para recuperar el oro de la solución.

La solución residual o «estéril» (es decir, carente de oro) puede ser recirculada para extraer más oro o enviarse a una instalación para el tratamiento de residuos.

Se utiliza tres formas de cianuración que se describe a continuación:

#### a. Lixiviación en pila (por percolación)

Los recientes avances técnicos permiten la lixiviación en pila de algunos minerales auríferos. Con este método, el mineral se tritura y se reduce a unos pocos centímetros de diámetro y se lo coloca en grandes pilas o montones. Una solución de cianuro se hace pasar lentamente a través de estas pilas para disolver el oro. Cuando se utiliza la tecnología de lixiviación en pila para extraer oro, la solución estéril se colecta en un estanque que generalmente se recarga con cianuro y se recicla de regreso al sistema de lixiviación.

La cianuración por percolación, se está practicando en el ámbito artesanal y tiene las siguientes ventajas:

- Proceso simple
- Reducido capital de inversión
- Alta seguridad de funcionamiento

Las desventajas son:

- Prolongado tiempo de lixiviación
- Modesta recuperación



Poza de apilamiento y lixiviación del material-mina Ingenio.

#### b. Lixiviación en tanque

La lixiviación en tanque es el método convencional por el cual el mineral aurífero se tritura y se muele hasta reducirlo a menos de un milímetro de diámetro. En algunos casos se puede recuperar previamente parte del oro de este material finamente molido como partículas discretas de oro mediante técnicas de separación por gravedad. En la mayoría de los casos, el mineral finamente molido se lixivia directamente en tanques donde se disuelve el oro en una solución de cianuro. Cuando el oro es recuperado en una planta convencional de lixiviación en tanque, la solución estéril se acopia junto con los residuos sólidos en un sistema de depósitos de relaves. Allí, parte de la solución permanecerá dentro de los poros de los relaves sedimentados y parte se decantará y se acopiara en un estanque encima de los relaves, desde posteriormente se recicla y se la envía nuevamente a la planta. En la mayoría de las plantas, debido a la acumulación de impurezas, las soluciones que contienen cianuro deben ser bombeadas a un sistema de tratamiento para su eliminación.

El proceso de disolución es ayudado por agitación y se realiza de una manera rápida y efectiva; en el aspecto económico, los costos de inversión y de operación definitivamente son más altos que en la percolación.

Algunas veces la lixiviación por agitación es empleada especialmente para la lixiviación de concentrados altamente enriquecidos (por ejemplo residuos de amalgamación).



Tanques de agitación en la planta piloto (Parque Industrial-Arequipa).

### c. Aglomeración y percolación

El proceso de cianuración mediante aglomeración y percolación, es un proceso rentable aún para capacidades reducidas y relaves de baja ley. En 1982 dicho proceso fue utilizado en Trujillo, en 1989 se utilizó en Caraveli y hoy en día existen varias plantas de 10 a 30 t/d de capacidad principalmente alrededor de Nasca.

El proceso de aglomeración con cemento Pórtland tipo I, ofrece las siguientes ventajas frente al proceso convencional de cianuración con recuperación de carbón activado en pulpa:

- a. Bajo costo de inversión y operación
- b. Bajo requerimiento de energía
- c. Menor consumo de agua, cianuro y carbón
- d. Menor costo de mantenimiento
- f. Mayor simplicidad y menor supervisión
- g. Menor contaminación

Estas ventajas son apropiadas para complementar la minería artesanal y su difusión podría contribuir al tratamiento in-situ de los relaves de quimbaleta y/o minerales directamente.

Una planta de «peletización» para 20 t/d y con alto grado de mecanización no cuesta más de US\$18 000,00.

Es necesario contar con supervisión profesional para el proceso de cianuración, así como para los aspectos de seguridad contra intoxicación y envenenamiento.



Tanque de desorción de carbón activado para minería de pequeña escala (planta piloto Parque Industrial-Arequipa).

### d. Carbón en pulpa (Carbón in Pulp-CIP)

Una de las ventajas decisivas del carbón activado es que puede trabajar directamente en la pulpa de mineral, des-

pués o simultáneamente con la disolución del oro con cianuro. Este proceso se realiza por ejemplo, colocando la pulpa en reactores tipo Pachuca dispuestos en serie, donde una cantidad fija de carbón es retenida en cada tanque mediante tamices que permiten la entrada y salida de la pulpa de mineral (usualmente se emplea tamices con abertura de malla 24). Para este efecto la pulpa de cianuración tiene que ser tamizada (a malla 30) antes de ingresar al circuito de adsorción.

La mayor parte del oro disuelto es adsorbida en los primeros tanques, de modo que se genera un gradiente de concentración en los carbones de cada tanque y la concentración de oro en el carbón van desde 5 kg/t en el primer tanque hasta 0,5 kg/t en el último.

Cuando el carbón del primer tanque ha alcanzado la concentración establecida (usualmente cada 15 días) se descarga este pasando toda la pulpa por un tamiz externo, y el carbón se envía a la etapa de desorción. Se transfiere el carbón del segundo tanque al primero y así sucesivamente, mientras que el carbón fresco (o reactivado) se adiciona al último Tanque. La frecuencia de descarga del carbón activado y su concentración final pueden ser adecuados a la economía del propietario; en el caso de la minería de pequeña escala, se reduce el número de tanques incrementando su capacidad o se reduce la concentración final para «cosechar» con mayor frecuencia el carbón y disponer de liquidez. Debe tenerse en cuenta sin bargo que el servicio de desorción cuesta alrededor de 1 \$/kg carbón y no es conveniente desorber carbones con poco contenido de oro. El proceso tiene la ventaja de no requerir la separación líquido/sólido para recuperar el oro.

Es importante indicar que la independización de los procesos de cianuración y adsorción permite ejecutarlas en condiciones óptimas que son diferentes para cada una, por ejemplo la agitación intensa favorece la disolución de oro pero ocasiona abrasión del carbón, el exceso de cianuro libre y oxígeno aceleran la disolución de oro pero retardan significativamente su adsorción en carbón. El tiempo normal de cianuración está en el orden de 24 a 48 horas mientras que el de adsorción es normalmente 8 horas.

### e. Carbón en lixiviación (carbon in leach-CIL)

Debido a que la reacción de lixiviación requiere mayor tiempo de residencia que la de adsorción, es posible reducir los requerimientos de equipo en el circuito usando, en forma

simultánea, los tanques de agitación tanto para la cianuración como para la adsorción. Por lo general los primeros tanques son empleados únicamente para cianuración y solo los últimos se emplean para ambos procesos; si existe carbón orgánico en el mineral tratado se adiciona el carbón activado desde el primer tanque para evitar que aquel adsorba el oro disuelto. La mayor parte de las Plantas de la minería de pequeña escala que cianuran mineral molido o relaves de amalgamación emplean circuitos CIL por su menor costo de inversión, operación y simplicidad.

La Fig. N° 5.2 muestra los circuitos típicos CIP y CIL.

#### f. Proceso de desorción

El carbón cargado de oro y plata debe ser sometido a un proceso de desorción para recuperar los metales preciosos (Fig. N° 5.3). Los fines y objetivos de este proceso son:

- Recuperar la mayor cantidad de valores metálicos en un volumen de solución rica, tan pequeño como sea posible.
- Producir una solución concentrada con el tenor más alto posible de metales preciosos.
- Dejar la menor cantidad de oro y plata posible en el carbón después de la desorción.
- Dejar el carbón listo para retornar al sistema de adsorción.
- Operar con seguridad y en forma económica en un desarrollo industrial.

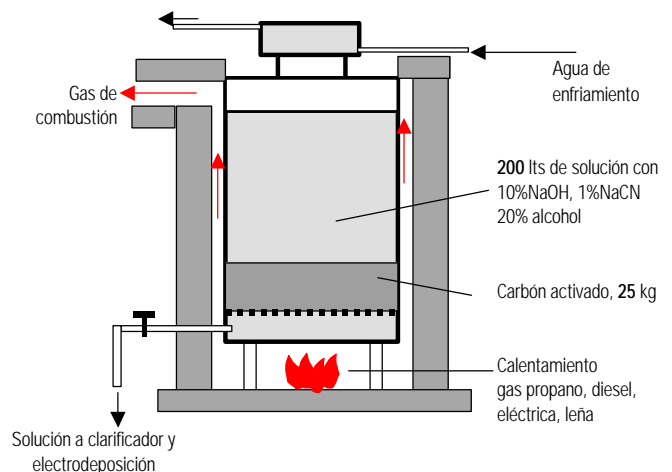
Hay varios métodos para efectuar este proceso: la desorción con hidróxido de sodio en caliente, a presión atmosférica o bajo presión; con acetona; con soluciones alcohólicas alcalinas; con agua deionizada, etc.

El proceso de desorción de mayor aplicación es el ZADRA. Consiste en el uso de una solución de 1% de hidróxido de sodio y 0,1 % a 0,2 % de cianuro de sodio, a temperatura de ebullición, en reactor a presión atmosférica o bajo presión (autoclave). Esta solución es puesta en circulación continua a través del manto de carbón enriquecido, durante 72 horas; también se emplea soluciones mas concentradas 10% NaOH y 1% NaCN. El sistema funciona en circuito cerrado con el sistema de electrodeposición. Una variante notable consiste en la aceleración de la cinética de desorción del oro (5-6 horas) mediante la adición de un 10-20 % de alcohol (etanol o metanol) en una solución de 0,1% de cianuro y 2 % de hidróxido de sodio, y temperaturas moderadas (80°C). Las desventajas de esta variante incluyen el

alto riesgo de incendio asociado con el alcohol y mayores costos de operación debido a las pérdidas de alcohol por volatilización, pero la mayor desventaja del método es que el alcohol adsorbido por el carbón reduce notablemente su capacidad de adsorción de oro obligando a reactivar el carbón luego de cada etapa de desorción. Por el contrario cuando no se emplea alcohol el carbón desorbido no pierde mucho de esta capacidad y puede retornar a la etapa de CIP o CIL aún después de varios ciclos antes de requerir la reactivación. Es oportuno indicar que la generalidad de las Plantas que brindan el servicio de desorción en el país emplean alcohol, y si bien algunas brindan el servicio de reactivación, esta etapa encarece el proceso para el minero de pequeña escala además de ocasionar pérdidas de carbón.

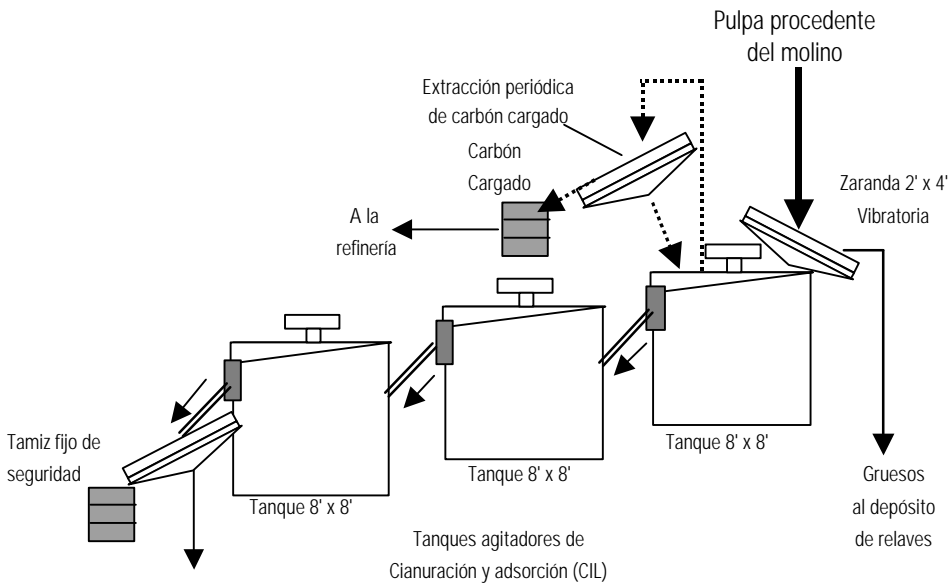
El proceso desarrollado en Africa del Sur, utiliza agua pura después de remojar el carbón cargado en una solución de 5% de cianuro de sodio y 1 % de hidróxido de sodio.

La desorción es un proceso simple que puede ser ejecutado por los mineros de pequeña escala con apropiada asesoría profesional; una instalación para desorción con 50 kg de carbón de capacidad puede ser construido a un costo en el orden de US\$ 400, que incluye el sistema de calentamiento y transferencia de solución; en tal caso se emplea el mismo tanque para el calentamiento y la desorción (ver Fig. N° 5.4). El costo adicional de la celda de electrodeposición y rectificador está en el orden de US\$ 200 para lotes de hasta 100 kg de carbón con 5 kg Au/t.

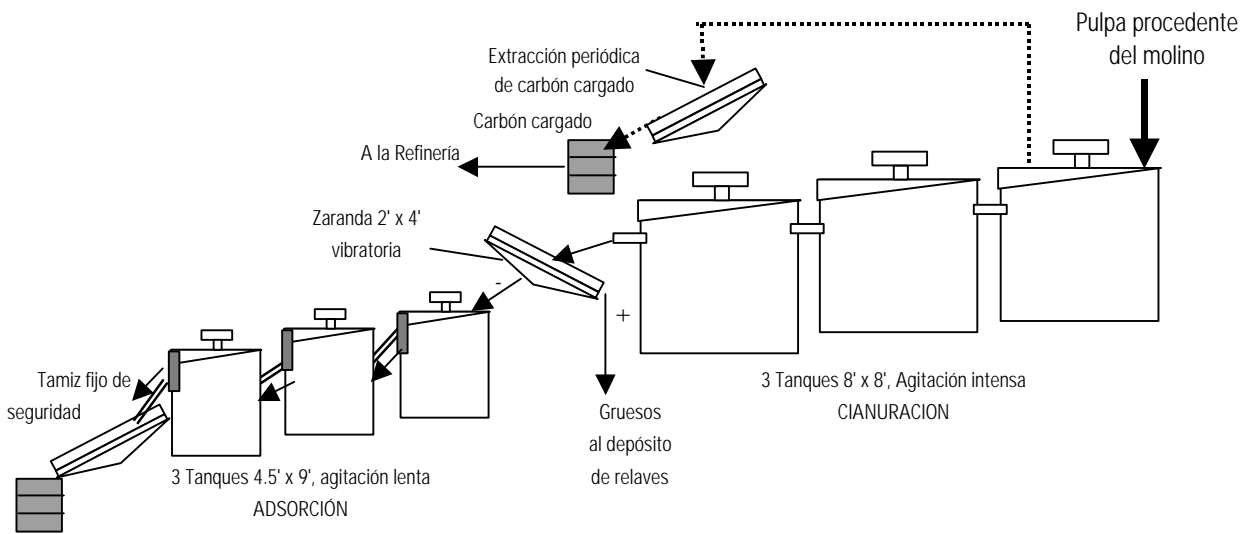


Fuente: Boletín N° 6 Serie G. Beneficio Económico de Minerales Auríferos

Fig. N° 5.4 Tanque de desorción de carbón activado para minería artesanal, capacidad 25 kg por ciclo.



Circuito "Carbón en lixiviación"(CIL), planta "Aurelsa" 25 tm/d, en relave, Pullo, Ayacucho productora artesanal Aurelsa.



Típico circuito "Carbón en Pulpa" (CIP), 25 tm/d

Fuente: Boletín N° 6 Serie G. Beneficio Económico de Minerales Auríferos, INGEMMET

Fig. N° 5.2 Diagramas de flujo de los circuitos CIL, CIP

Proceso de desorción para recuperar los metales preciosos

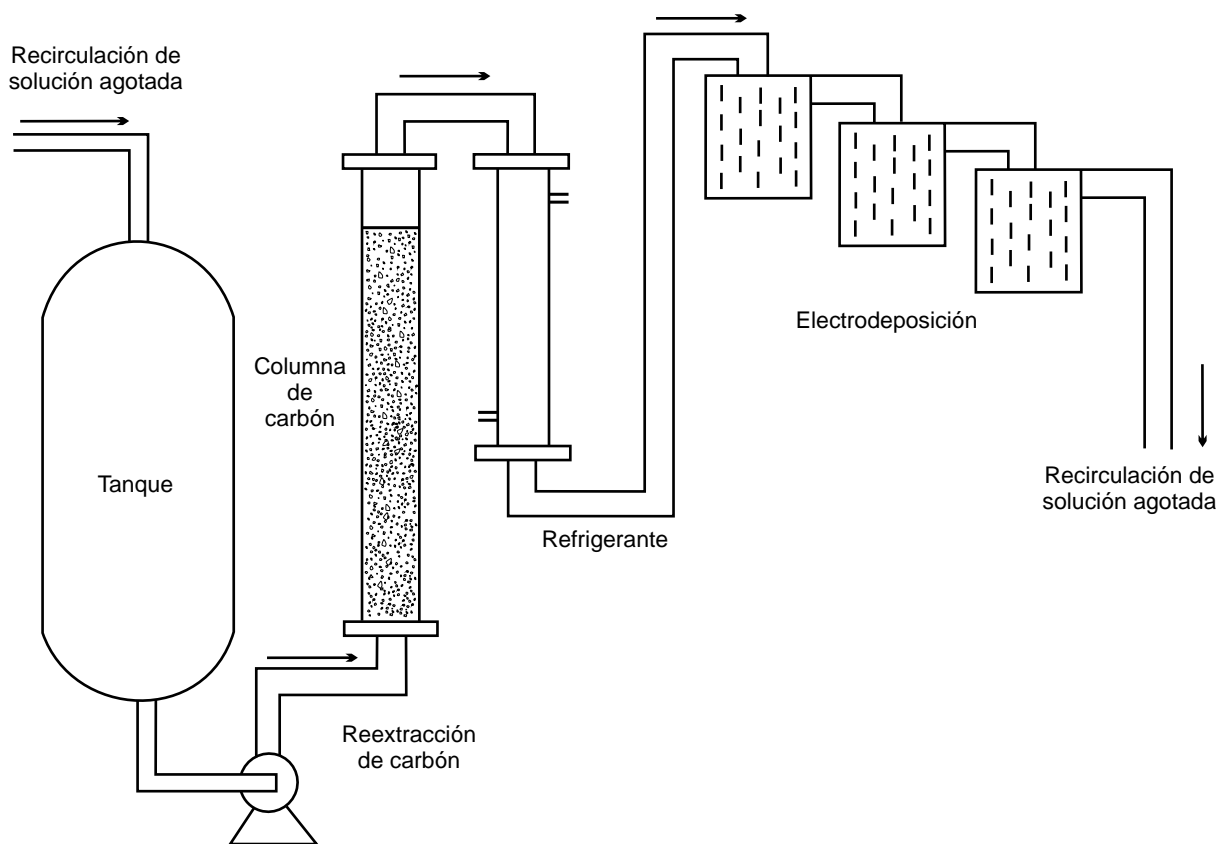


Fig. N° 5.3

Fuente: Boletín N° 6 Serie G. Beneficio Económico de Minerales Auríferos, INGEMMET

## 5.9 COSTOS DE PRODUCCIÓN

### 5.9.1 Costos de Inversión

El Cuadro N° 5.1 muestra la inversión que requieren las diferentes operaciones que se realiza en la zona.

**Cuadro N° 5.1 Inversión mínima requerida en la minería artesanal aurífera**

Tipo de Perforación	Monto US\$	Miembros de grupo mínimo	Inversión individual US\$
Manual	50	1	50,00
Eléctrica: perforadora eléctrica, grupo electrógeno, brocas, capital de trabajo.	4 500	6	750,00
Compresora alquilada, 1 perforadora, carretillas, capital de trabajo, etc.	5 000	15	333,33
Compresora propia, 4 perforadoras, carretillas, accesorios, capital de trabajo.	50 000	80	625,00

El Cuadro N° 5.2 registra un estimado genérico del costo de inversión de las plantas de procesamiento comúnmente usadas dentro de esta actividad.

**Cuadro N° 5.2 Costo de inversión estimado para diversos sistemas de procesamiento**

Tipo de Planta de Tratamiento	Capac. t/d	Monto (US\$)
Un quimbaleta	1	300
Un molino de 15 latas + 4 quimbaletes + motor	8	4 500
Planta de cianuración con carbón en pulpa, molino + 3 agitadores + zarandas + grupo electrógeno	12	60 000
Planta de peletización y cianuración en pozas, vinimantas. Grupo electrógeno.	15-20	18 000
Planta de peletización y cianuración en pozas, vinimantas. Artesanal sin grupo ni equipos.	5	2 500
Planta de cianuración con carbón en pulpa, molinos, agitadores, grupo electrógeno, planta de desorción, laboratorios, almacenes, edificaciones, camión, cargador, etc.	80-100	600 000

### 5.9.2 Costos de Operación

Un minero artesanal hace una inversión mínima individual que oscila entre los US\$ 50 y 80, gran parte de esta inversión lo constituyen los pasajes y víveres para una semana. Muchos mineros llegan inclusive, sin herramienta alguna y

sin pagar pasajes porque bajan caminando de la región andina o porque viven cerca al yacimiento minero. Es por ello razonable que se sostenga que su inversión es cero.

Los principales insumos empleados en la actividad minera son:

- Combustibles
- Explosivos
- Brocas
- Barrenos
- Combas
- Mercurio
- Carbón activado
- Cal
- Ácido nítrico
- Soda cáustica, etc.

Se desconoce el volumen comercial de insumos usados para la actividad de minería artesanal; no obstante, el movimiento del comercio en algunos de los rubros manifestados hace evidente la dinámica de la actividad minera e indica asimismo el efecto multiplicador que esta actividad tiene sobre industrias conexas como las de explosivos, química, transportes, y también la de alimentos.

Los precios de los insumos en la zona son bastante más altos que los del mercado por la especulación que caracteriza a los intermediarios en las zonas auríferas. Los sobrepuestos de los explosivos de contrabando son superiores al 250% y generan utilidades en el orden de los 15 millones de soles a los diversos intermediarios. Estas utilidades ilegales afectan la economía del minero artesanal así como al estado.

En el Cuadro N° 5.3 se presenta el balance económico para los diferentes tipos de operaciones de la actividad minera artesanal. Estas comparaciones son referenciales porque están influenciadas por variables como la ley del mineral o el número de miembros en cada grupo de trabajo, el precio de los insumos, etc.

El costo de producción oscila entre 40 y 55 % del precio internacional lo cual deja un alto margen de utilidad que puede asimilar las variaciones del precio internacional y proporciona una gran estabilidad económica y competitividad a la actividad artesanal.



**Cuadro N° 5.3 Balance económico y producción por tipo de operación**

Rubro	Perforación manual	Perforación eléctrica	Perforación neumática
Ley promedio de cabezal, g/lata	2,40	1,80	1,40
Producción mensual*, gramos	39,84	142,08	68,88
Ingresos unitario, US\$/g	9,80	9,80	7,37
Costo unitario, US\$/g	4,68	5,24	4,56
Utilidad bruta unitaria, US\$/g	5,12	4,56	2,81
Utilidad bruta mensual, US\$	203,96	648,13	193,71
Costo de producción, US\$/onza	166,34	186,24	141,82

\* 24 días/mes, referido a oro refogado en perforación manual y eléctrica, y a oro fino en caso de neumática. Todas las cifras corresponden al minero individual.

La comercialización del oro refogado implica un descuento del 10 % del valor recuperado en el quimbaleta por el minero. Este descuento es también muy significativo porque se aplica a un producto semiacabado como es el oro refogado y el comprador obtiene ganancias que están en desproporción con el trabajo relativo que realiza. Como se puede observar en el Cuadro N° 5.4, otras pérdidas o descuentos importantes que sufre el minero están relacionadas con los valores que deja en el relave del quimbaleta y que están en el rango del 50 % del oro de la mina. Las pérdidas del refogado sumadas a las del relave, alcanzan un valor similar al 55 % reportado para la venta directa del mineral.

**Cuadro N° 5.4 Distribución de ingresos por venta de producción de oro por el sistema de quimbaleta-planta de cianuración**

Rubro	Distribución de ingresos por ventas	
	Beneficiario	%
Sistema de Quimbaleta	Productor Minero	50,00
	Intermediario	5,00
Planta de cianuración	Propietario de quimbaleta y planta	45,00

### Producción

La producción resultante de la actividad minera artesanal en la zona de estudio ha sido motivo de mucha especulación por la falta de cifras oficiales convincentes y por la ausencia de estimado basados en referencias confiables o en información de primera mano.

En el Cuadro N° 5.5. se presenta la producción anual estimada de oro en el ámbito de la zona. Para los cálculos se ha utilizado la siguiente información:

- Total extracción de mineral de mina, 400 t/día
- Mineral de mina enviado a plantas de cianuración, 80 t/día.
- Ley del mineral, 48 g/t
- Generación de relaves de amalgamación, 320 t/día
- Ley del relave, 23 g/t

**Cuadro N° 5.5 Estimación de producción anual de oro en el ámbito del estudio**

Etapa de producción	Producción de oro	
	t/año	%
Sistema de quimbaleta/mineral ROM	5,69	60,50
Planta de cianuración:		
Relave de amagamación	2,44	26,00
Mineral de ROM	1,27	13,50
Total producción de oro	9,40	100,00



## Capítulo VI

# Gestión del Riesgo en Seguridad, Higiene Minera y Medio Ambiente

### 6.1 NORMATIVIDAD LEGAL

La Ley N° 27446 «Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental» del 20 abril de 2001, dice: quedan comprendidos en el ámbito de aplicación de esta Ley, los proyectos de inversión públicos y privados que impliquen actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos, según disponga el Reglamento de dicha Ley.

A partir de la entrada en vigencia del Reglamento de la citada Ley, no podrá iniciarse la ejecución de proyectos incluidos en el párrafo anterior y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarla, autorizarla, permitirla, concederla o habilitarla si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente.

El Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental garantiza:

- a. Instancias formales de difusión y participación de la comunidad en el proceso de tramitación de las solicitudes y de los correspondientes estudios de impacto ambiental.
- b. Instancias no formales que el proponente debe impulsar, para incorporar en el estudio de impacto ambiental, la percepción y la opinión de la población potencialmente afectada o beneficiada con la acción propuesta.

### 6.2 PROTECCIÓN AMBIENTAL EN ACTIVIDADES MINERAS Y METALÚRGICAS

El Reglamento de protección ambiental en actividades mineras y metalúrgicas (aprobado por D.S. N° 016-93-EM, y su modificatoria por D.S. N° 059-93-EM) incorpora interesantes aspectos, por ejemplo la prohibición de hacer minería en áreas naturales protegidas; obligatoriedad de presentar los estudios de impacto ambiental a las comunidades com-

prendidas en las áreas de influencia, y las correspondientes precisiones para su elaboración. Así mismo, propicia el debate sobre conceptos como cierre de minas, garantías ambientales y consultas a la comunidad, permitiendo sensibilizar a mineros y no mineros en la necesidad de un uso racional de los recursos naturales, con respeto y cuidado del ambiente.

#### 6.2.1 Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal

La Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal- Ley N° 27651, y su reglamento aprobado por D.S. N° 013-2002-EM, establecen reglas y consideraciones específicas respecto a la minería a pequeña escala.

Reconocimiento de la pequeña minería y la minería artesanal (PM y MA) como actividades que se sustentan en la utilización intensiva de mano de obra que las convierten en una gran fuente de generación de empleo y de beneficios colaterales productivos en las áreas de influencia de sus operaciones, que generalmente son las más apartadas y deprimidas del país, constituyéndose en polos de desarrollo. Se declara que el Estado protege y promueve la PM y MA.

Para el inicio o reinicio de actividades, los pequeños productores mineros y productores mineros artesanales estarán sujetos a la presentación de Declaración de Impacto Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado, según sea su caso, para la obtención de la certificación ambiental referida en la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. La declaración o estudio de impacto ambiental, deberá contener la identificación de los compromisos ambientales y sociales individuales o colectivos, según sea la naturaleza de éstos.

El incumplimiento comprobado por la autoridad minera de las normas en materia de seguridad e higiene minera, ocurridas dentro del área identificada en el Contrato o Acuerdo de Explotación, es de responsabilidad del productor minero artesanal.

#### 6.2.2 Límites Máximos Permisibles

##### a. Emisiones gaseosas

Por Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, del 16 de julio de 1996, se aprobaron los niveles máximos permissi-

bles correspondientes a los elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas, así como a las partículas y elementos metálicos arrastrados por éstas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas con la finalidad de controlar las emisiones producto de sus actividades y contribuir efectivamente en la protección ambiental.

Esta Resolución Ministerial también establece que las concentraciones de gases y partículas presentes en el ambiente de zonas habitadas ubicadas dentro del área de influencia de la unidad minero-metalúrgica, no deberán superar los niveles de calidad de aire vigentes en el país, por efecto de las emisiones de dicha unidad. En consecuencia, los titulares mineros deberán asegurar que los parámetros no regulados por la citada Resolución Ministerial, no exceden los niveles máximos permisibles establecidos por las disposiciones legales vigentes sobre calidad de aire.

#### b. Efluentes líquidos

Por Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, del 10 de enero de 1996, se aprobaron los niveles máximos permisibles correspondientes a los elementos contenidos en los efluentes líquidos de la industria minero-metalúrgica con la finalidad de controlar los vertimientos producto de sus actividades y contribuir efectivamente a la protección ambiental. En el Cuadro N° 6.1 se muestran los niveles máximos permisibles a los cuales se sujetaran las unidades minero-metalúrgicas.

**Cuadro N° 6.1 Niveles máximos permisibles de los elementos contenidos en los efluentes líquidos de las unidades minero-metalúrgicas.**

Parámetro	Valor en cualquier momento	Valor Promedio anual
pH	> 6 y < 9	> 6 y < 9
Sólidos suspendidos, mg/l	50	25
Plomo, mg/l	0,4	0,2
Cobre, mg/l	1,0	0,3
Zinc, mg/l	3,0	1,0
Hierro, mg/l	2,0	1,0
Arsénico, mg/l	1,0	0,5
Cianuro total, mg/l *	1,0	1,0

\* Cianuro total, equivalente a 0,1 mg/l de cianuro libre y 0,2 mg/l de cianuro fácilmente dissociable en ácido.

Fuente: R. M. N° 011-96-EM/VMM

Esta Resolución Ministerial también establece que los titulares mineros deberán asegurar que las concentraciones de los parámetros no regulados por la citada Resolución Ministerial, tales como cadmio, mercurio, cromo y otros, cumplan con las disposiciones legales vigentes en el país o demostrar técnicamente ante la autoridad competente, que su vertimiento al cuerpo receptor no ocasionará efectos negativos a la salud humana y al ambiente.

#### 6.2.3 Clasificación de los Cursos de Agua en el País

El Reglamento de los Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas, aprobado por Decreto Supremo N° 261-69-AP del 12 de diciembre de 1969, en su Artículo 81° establece la clasificación de los cursos de agua del país. Para este propósito se toman en consideración las características físicas, químicas y bacteriológicas de los cursos de agua o tramos de ellos.

Para los efectos consiguientes, en el Cuadro N° 6.2 se presenta las características naturales de los cursos de agua.

#### 6.2.4 Manejo de Sustancias Tóxicas/ Peligrosas

##### a. Resolución Directoral N° 113-2000-EM/DGM del 27 de julio de 2000.

Esta Resolución Directoral dispone que los titulares de la actividad minera presentarán ante la Dirección General de Minería, los manuales de procedimientos que se deben emplear para el transporte, carga y descarga, almacenamiento, control y manipuleo de cianuro y otras sustancias tóxicas o peligrosas correspondientes a sus procesos minero-metalúrgicos, así como los respectivos planes de contingencia a emplear en caso de ocurrencias que puedan poner en riesgo la salud y el medio ambiente.

##### b. Resolución Directoral N° 134-2000-EM/DGM del 25 de agosto de 2000.

Mediante esta Resolución Directoral se aprueban los lineamientos para la elaboración de planes de contingencia a emplearse en actividades minero-metalúrgicas relacionadas con la manipulación de cianuro y otras sustancias tóxicas o peligrosas. Entre estos lineamientos se mencionan a los siguientes:

a. Misión y política de la empresa referente a contingencias.

Cuadro N° 6.2 Características naturales de los cursos de agua en el país

Concepto	Medición				
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
Color, unidades	Ausente	< 10	< 20	< 30	> 30
Sólidos flotantes	Ausente	Ausente	Ausente	p.q.	q.m.
Aceites y grasas	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	p.v.m.o.
Fenoles, mg/l	<0,001	<0,001	<0,002	<0,010	>0,010
Sustancias tóxicas o potencialmente tóxicas (en cantidades no mayores a las indicadas)					
Plomo, mg/l	0,10	0,10	0,10		
Fluor, mg/l	1,50	1,50	2,00		
Arsénico, mg/l	0,20	0,20	0,20	1,00	>1,00
Selenio, mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	>0,05
Cromo 6+, mg/l	0,05	0,05	0,05	5,00	>5,00
Cianuro, mg/l	0,01	0,01	0,01		
Bario, mg/l	0,10	0,10		0,50	>0,50
Cadmio, mg/l	0,01	0,01			
Plata, mg/l	0,05	0,05	0,05		
Hierro, mg/l	0,30	0,30	1,00		
Manganeso, mg/l	0,10	0,10	0,50		
Cobre, mg/l	1,00	1,00	1,50	3,00	>3,00
Zinc, mg/l	5,00	5,00	15,00	15,00	>15,00
Nitratos, mg/l			100,00		
Sulfatos, mg/l			400,00		
Aluminio, mg/l				1,00	>1,00
Vanadio, mg/l				10,00	>10,00
Niquel, mg/l				0,50	>0,50
Litio, mg/l				5,00	>5,00
Magnesio, mg/l			150,00		
Cobalto, mg/l				0,20	>0,20
pH	>5 y <9	>5 y <9	>5 y <9	>5 y <9	>5 y <9
NMP bacillus coli x 100 cc	<50	<5000	<20000	<50000	>50000
BOD, mg/l	1,00	<3,00	<25,00	<50,00	>50,00
Oxígeno disuelto, mg/l	>7	>6	>5	>4	<4

**Legenda:**

NMP, número más probable (Clase I, II). En un mínimo de 5 muestras Clase (III, IV).

BOD, demanda bioquímica de oxígeno a 5 días y 20 °C en cualquier día.

Oxígeno disuelto, en cualquier muestra, a cualquier temperatura y presión.

p. q. , en pequeña cantidad.

q. m. , en cantidad moderada.

p. v. m. o. , en cantidad que no sean perceptibles visualmente o que causen mal olor.

Fuente: Reglamento de los Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas.

- b. Organización del sistema de respuesta a la contingencia
- c. Elaboración y difusión de cartillas de respuesta- Comité de crisis (responsables)- Definición de áreas críticas- Comunicaciones.
- d. Entrenamiento y simulacros
- e. Operaciones de respuesta

- f. Procedimientos de notificación- Identificación de áreas críticas- Procedimiento de respuesta- Actividades de mitigación- Planes de disposición y eliminación.
- g. Evaluación de la contingencia.
- h. Procedimientos para actualización y revisión del plan.

Anexos: Hoja de Seguridad de los Materiales (MSDS)- Información sobre las instalaciones- Lista de contactos- Listado de equipos para respuesta a incidentes- Equipo de comunicaciones.

Así mismo, se aprueba el listado de las sustancias que se consideran de riesgo potencial para la salud y el medio ambiente: Ácido sulfúrico- Cal viva- Cianuro- Combustibles y lubricantes- Hidróxido de sodio- Mercurio- Peróxido de hidrógeno.

### 6.3 EVALUACIÓN Y DECLARACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El objetivo principal de una *Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)* en el sector minero-metalúrgico es identificar, predecir y prevenir las alteraciones ambientales producidas por las actividades extractivas y de transformación primaria, desde la exploración, investigación y explotación minera hasta el procesamiento de las sustancias minerales a beneficiar.

La evaluación de impactos debe basarse en los proyectos de explotación, y debe efectuarse en forma simultánea con los de restauración y cierre. Esta forma de proceder es la más lógica y racional, ya que permite mantener una coherencia entre todas las labores previstas, incorporando determinadas modificaciones y criterios en las mismas, a fin de conseguir una recuperación de los terrenos en un tiempo más corto y al menor costo, y de esta forma garantizar la viabilidad del proyecto.

El proceso de evaluación debe tener un carácter interactivo con el fin de alcanzar la solución óptima o la alternativa más favorable para armonizar los diferentes objetivos: mineros, ecológicos, metalúrgicos, económicos y socioculturales. En la Lámina N° 6.1 se puede observar la interrelación existente en las distintas etapas de ejecución del proyecto minero y las actividades de evaluación medioambiental. Debe considerarse que una acción o proyecto no produce siempre los mismos efectos medioambientales y ello dependerá:

- Del medio receptor
- Del tipo de yacimiento (minerales y estériles)
- Del método de explotación y proceso de recuperación metalúrgica a emplear (productos y residuos), y
- Del entorno natural del lugar.

### 6.4 IDENTIFICACIÓN DE ALTERACIONES AMBIENTALES

Identificando las posibles alteraciones ambientales se puede incorporar a los proyectos minero-metalúrgicos las restricciones de ciertas actuaciones sobre determinados ele-

mentos y factores que constituyen el medio ambiente, de forma que quede garantizado el funcionamiento integral del ecosistema; es decir, que las alteraciones que se produzcan inexorablemente, en los subsistemas ambientales sean detectadas y las que revisten un carácter grave para el medio se atenúen o corrijan en lo posible.

- a. Los problemas en el medio ambiente que puedan surgir durante la implantación y desarrollo de la actividad minero-metalúrgica, están en función a las características de estas acciones y a las características del lugar en que se proyectan.
- b. Para llegar a conocer el origen y condición de los efectos es conveniente trabajar en forma sistemática eligiendo entre una o varias de las metodologías existentes, como puede ser la confección de listas o tablas (basados en la matriz de Leopold). En estas tablas se reflejan las actividades minero-metalúrgicas a realizar y las alteraciones que pueden producir al medio ambiente.

### 6.5 MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

#### a. Aplicación de medidas correctivas

La adopción de medidas preventivas o correctivas de impacto ambiental sirve para eliminar o minimizar los efectos negativos producidos por los proyectos minero-metalúrgicos.

Se debe partir de la premisa que siempre es mejor no producir la alteración que establecer una medida correctiva, porque aparte de suponer un incremento adicional de tiempo y de dinero, en la mayoría de los casos solamente eliminan una parte de la alteración y en otros, ni siquiera esto.

Otro aspecto a considerar sobre las medidas correctivas es la escala temporal (oportunidad) de su aplicación, pues es conveniente llevarlas a la práctica lo antes posible a fin de evitar impactos secundarios. Por ejemplo, una escombrera sin revegetar es susceptible de erosionarse, producir polvo, contaminar las aguas, etc.

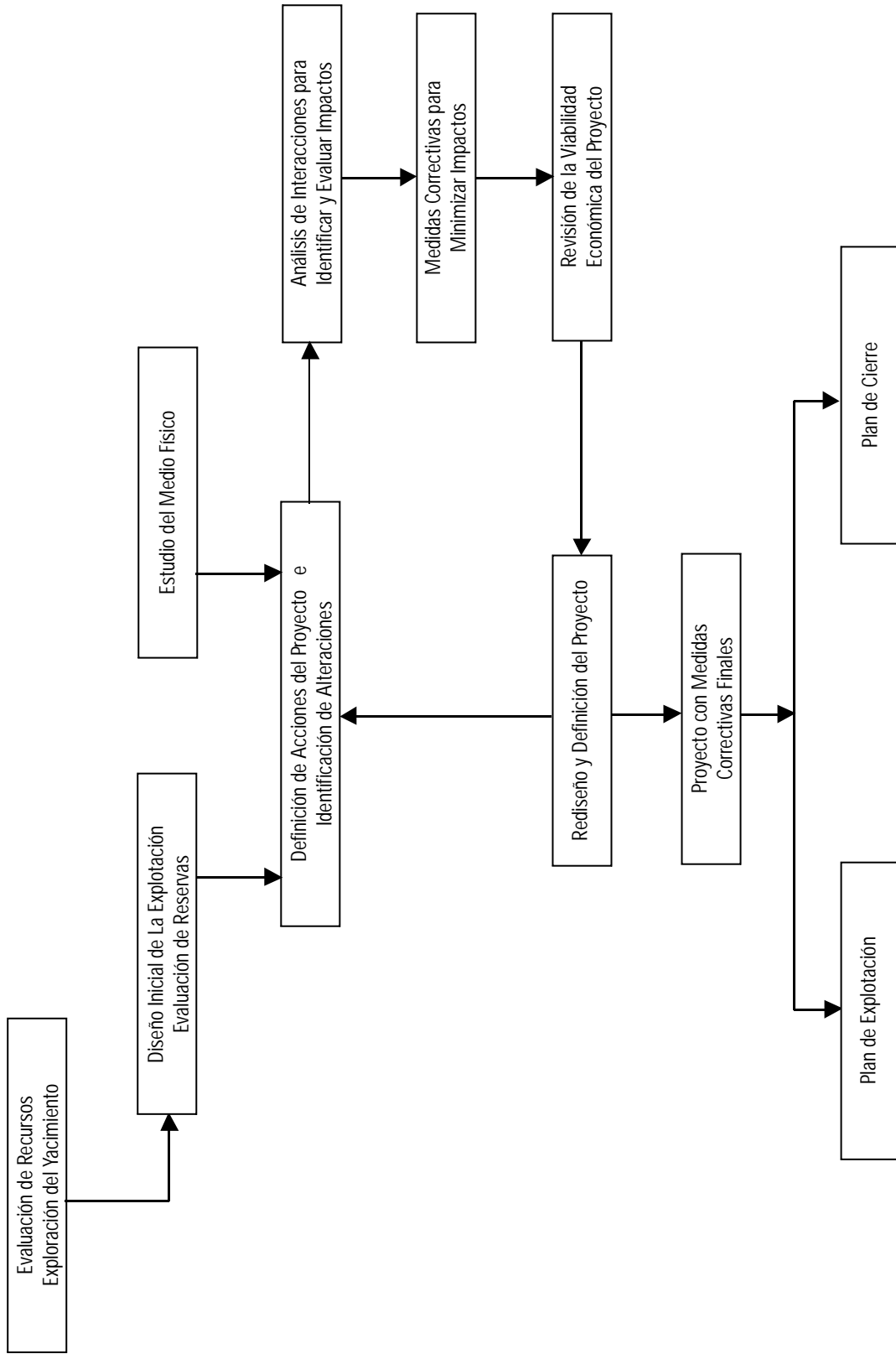
#### b. Cierre y abandono técnico de minas

El plan de cierre y abandono técnico de la operación minero-metalúrgica comprende dos apartados:

#### Plan de Abandono y Recuperación/Restauración

En este plan, referido al ámbito de implantación del proyecto (explotación e instalaciones), se detallarán todas aque-

Etapas de ejecución de un proyecto minero y su interacción con el medio ambiente



llas labores que se debe realizar para recuperar el área que ha sido alterada y el uso que se dará a los terrenos recuperados (Proyecto de Restauración).

### Programa de Vigilancia (seguimiento) y Control

Este programa pretende:

- i. Controlar el cumplimiento de todas las medidas correctivas que se hayan adoptado al realizar la evaluación del impacto.
- ii. Instrumentar un plan a mediano plazo, estableciendo controles que detecten las desviaciones de los efectos previstos, o el incumplimiento de las medidas correctivas indicadas en la evaluación.

Se debe tener en cuenta que muchos de los efectos son estimados de manera predictiva y la eficacia de las medidas correctivas propuestas no está probada en todas las situaciones. Por tanto, el programa de vigilancia y control debe funcionar como un sistema abierto con capacidad para modificar, cambiar o adaptar el proyecto a las situaciones que se planteen.



Drenaje ácido de roca a través de galería principal de servicios-mina Chapi.

### c. Rehabilitación de terrenos afectados

La mayor parte de las actividades que desarrolla el hombre son, en mayor o menor medida, agresivas para la naturaleza. La actividad minero-metalúrgica reviste especial interés por cuanto después de proceder con la extracción de los recursos minerales y metales, si no existe una rehabilitación posterior, los terrenos abandonados quedan en una situación de degradación sin posibilidades reales de aprovechamiento.

La sociedad actual, consciente de esta situación ha comenzado a considerar la explotación de recursos minerales en el marco del ordenamiento del territorio, contemplando las operaciones extractivas como de uso transitorio y no terminal. Por tanto es necesario reacondicionar (rehabilitar) los terrenos afectados para alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza.

El reacondicionamiento de los terrenos afectados puede ir desde la reduplicación exacta de las condiciones originales, para hablar con rigor de restauración, hasta el intento de conseguir un aprovechamiento nuevo y sustancialmente diferente al que correspondía a la situación primitiva, que es lo que se entiende por rehabilitación o recuperación. Cualquiera sea el camino seguido, se trata de una obligación social cuya viabilidad es a todas luces factible y que, en algunos casos, supone un valor añadido al propio proyecto.

Los trabajos de recuperación implican un gasto adicional que debe incorporarse dentro de las economías de las compañías mineras. La escala de significación o impacto económico de la recuperación es generalmente pequeña si se realiza desde el inicio de la ejecución del proyecto, llegando a representar entre el 1 y 2 % del precio de venta del producto.

Se concluye que todo proyecto minero-metalúrgico debe ir acompañado de un plan de rehabilitación que debe ejecutarse simultáneamente y en forma coordinada con el proyecto de explotación/extracción-beneficio.

### d. Usos potenciales de terrenos recuperados

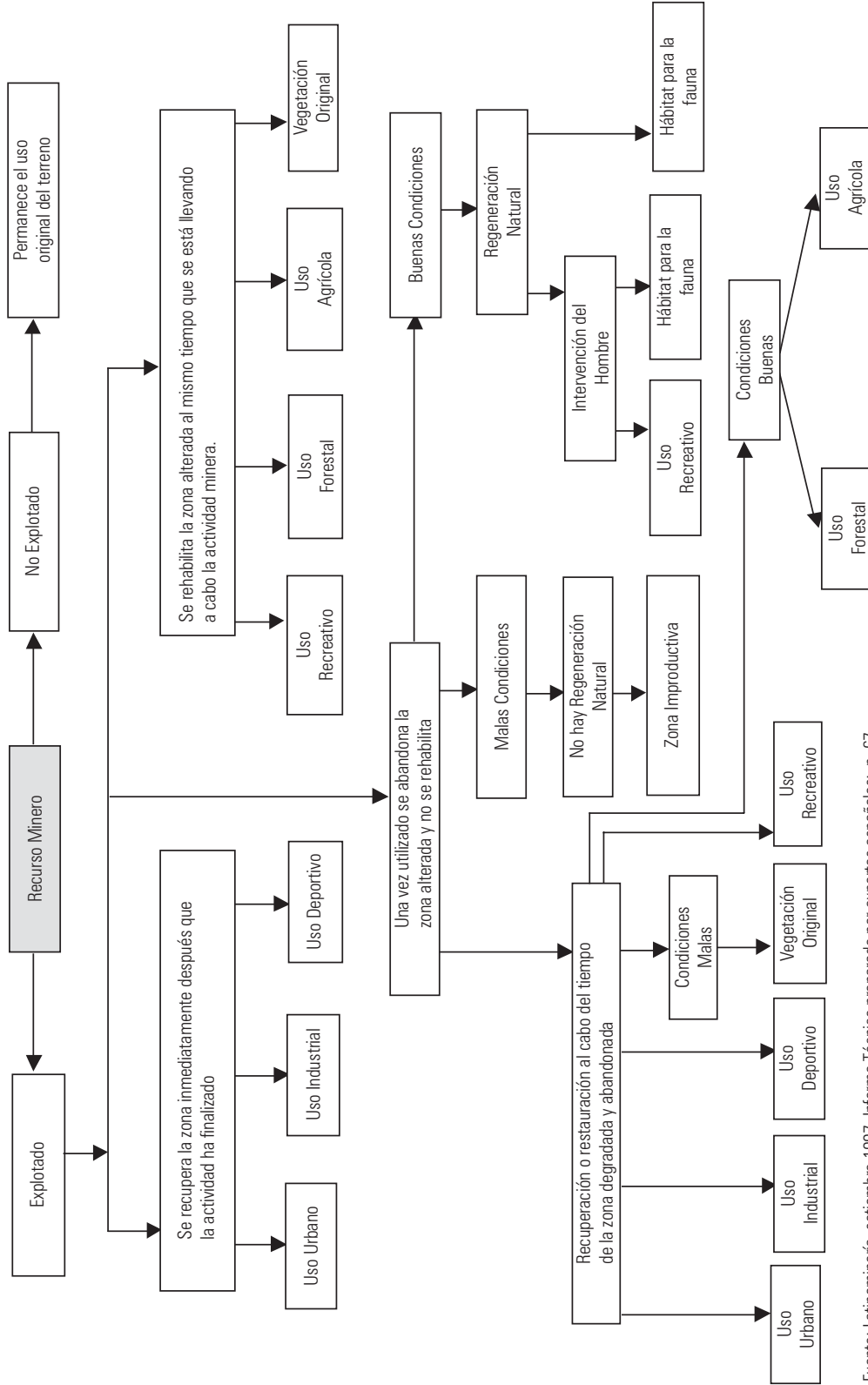
Los usos posibles de los terrenos recuperados son diversos y amplios, cambian según la empresa o tipo de explotación/extracción, incluso para zonas diferentes de una misma instalación o propiedad. Ver Lámina N° 6.2.

Los factores a tener en cuenta antes de tomar una decisión y que reducen el número de posibilidades de uso, hasta llegar a determinar la opción más adecuada, son los siguientes:

- Características de las alteraciones
- Condicionantes técnicos y económicos de las compañías explotadoras
- Variantes del entorno social, ecológico y paisajístico
- Normativa vigente



Usos posibles de terrenos recuperados



Fuente: Latinominería, setiembre 1997. Informe Técnico preparado por expertos españoles: p. 67.

Entre las diversas alternativas de utilización de los terrenos recuperados destacan las siguientes:

- Reserva secundaria de minerales u otros productos
- Agropecuario y forestal
- Reserva natural y recuperación de hábitat
- Recreio, investigación y educativo
- Industrial y urbanístico
- Vertederos controlados

Independientemente del uso previsto para los terrenos afectados por las labores mineras y metalúrgicas, en algunos casos y cuando las condiciones lo permitan, la revegetación juega un papel protagonista ya que posibilita:

- Restauración de la producción biológica del suelo
- Reducción y control de la erosión
- Estabilización de los terrenos sin consolidar
- Protección de los recursos hidráulicos
- Integración paisajista

#### e. Disposición de residuos en labores mineras

Las labores mineras antiguas y contemporáneas son consideradas como zonas preferentes para ubicar bajo la superficie los residuos de las plantas. Estas labores pueden ser subterráneas efectuadas en las proximidades de los yacimientos en explotación, así como las minas a cielo abierto ya abandonadas.

El empleo de residuos mineros para el relleno de labores en minas subterráneas explotadas por métodos que requieran relleno, ha logrado reducir los costos de producción:

1ro. Porque se elimina la obtención en superficie del material para relleno;

2do. Se envía menor cantidad de residuos de la planta a la presa de relaves mineros, permitiendo prolongar la vida de los depósitos de relaves y mejor control de la contaminación del entorno.

En todos los casos es preciso efectuar un exhaustivo estudio hidrogeológico para evaluar el impacto ambiental producido por las filtraciones de los efluentes en los acuíferos de la zona.

Por ejemplo, el aprovechamiento de una mina abandonada como depósito o vertedero controlado de residuos de centrales eléctricas, simultáneamente consigue controlar y

reducir el volumen de almacenamiento de los residuos en los embalses, y recuperar ambientalmente los terrenos abandonados una vez concluido el ciclo minero.

#### f. Recuperación y reciclado de residuos

La recuperación y reciclado de residuos provenientes de plantas metalúrgicas pueden incrementar el valor añadido de los productos y mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales, así como reducir el volumen de estériles y residuos contaminantes, pues de otra manera su almacenamiento ocasiona un gasto adicional.

En muchos casos la recuperación o tratamiento de residuos ha dado lugar a la obtención y comercialización de otros productos secundarios. Por ejemplo la recuperación de chatarra, la obtención de metales de equipos en desuso, la elaboración de abono a partir de residuos siderúrgicos y otros, que lejos de representar un gasto a la empresa generan un beneficio económico.



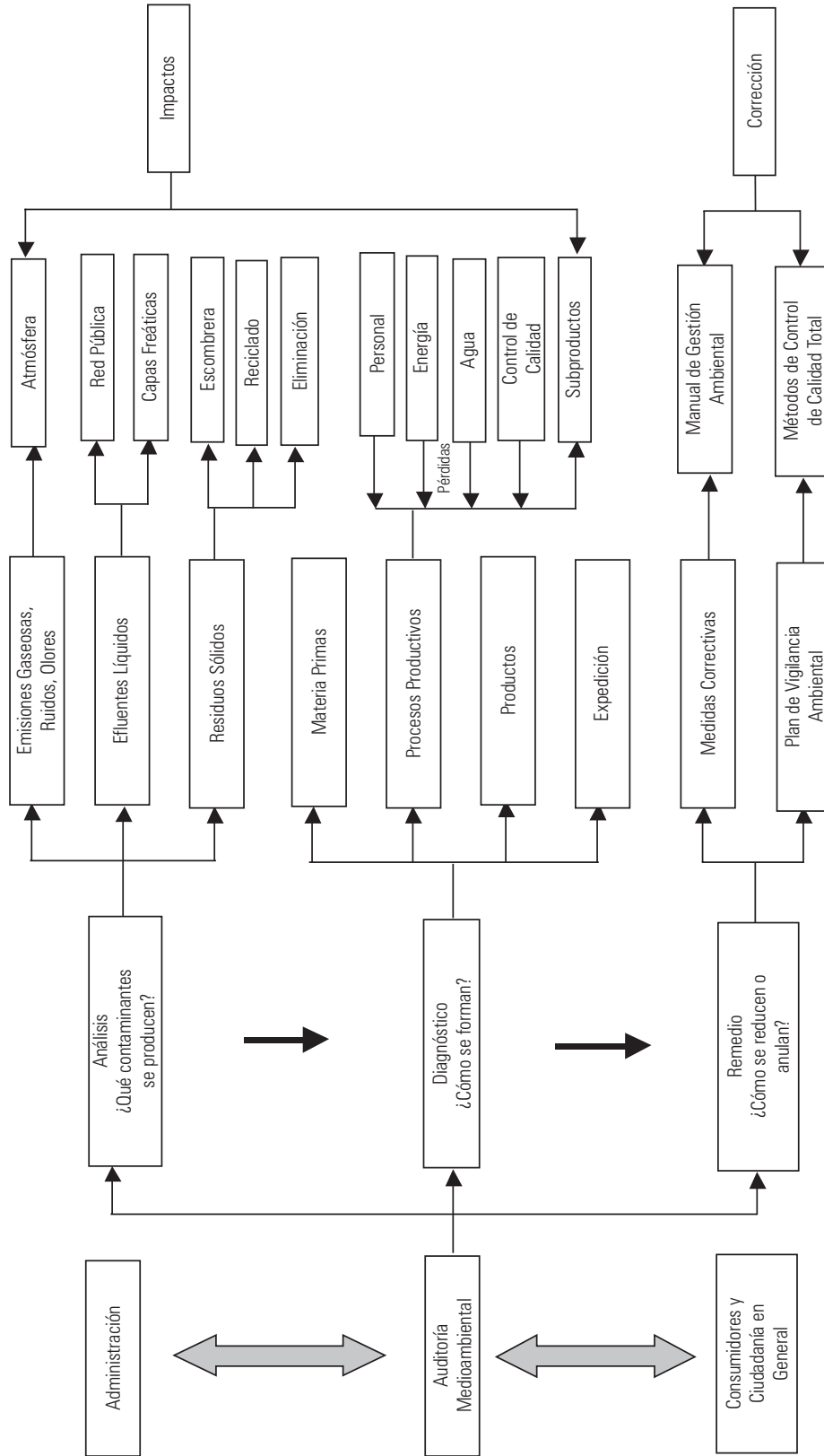
Escombros y desechos de operación abandonada-mina Espinar.

#### g. Auditorías Ambientales

Hasta hace poco tiempo era más rentable para las empresas hacer frente a sanciones por contaminar que adoptar medidas medioambientales que implicaban costos importantes. Esto porque no existía una legislación al efecto.

A finales de la década de los ochenta la presión social hace que se promulgue legislaciones específicas de protección del medio ambiente. Una forma de valorar el cumplimiento o no de estas normativas es la realización de una auditoría medioambiental. Ver Lámina N° 6.3.

Proceso global de una auditoría medioambiental



Fuente: Latinminería setiembre 1996. Informe Técnico preparado por expertos españoles; P. 69.

Lámina N° 6.3

Los efectos y repercusiones beneficiosas que puede tener una auditoría medio-ambiental, se mencionan a continuación:

- Permite a la empresa reconocer sus áreas problemáticas e implementar las medidas correctivas, antes que algún organismo medioambiental detecte el incumplimiento de las leyes.
- Aunque toda auditoría implica costos, permite mejorar la gestión de la empresa y aprovechar mejor sus recursos.
- Las empresas mineras están desarrollando actividades de protección del medio físico del entorno, por una parte porque las normativas las exigen y por otra la protección ambiental representa una ventaja competitiva.
- En general las empresas, incluso las administraciones locales, identificadas como respetuosas por el entorno y que siguen un código ético medioambiental, tienen mejor imagen entre los consumidores, clientes, usuarios y ciudadanos en general.

## 6.6 SITUACIÓN Y REGULACIÓN AMBIENTAL COMPARATIVA

### 6.6.1 Riesgo Ambiental del Mercurio

La técnica de la amalgamación se utiliza aún con profusión en la explotación del oro a pequeña escala, debido a su sencillez y razonable eficacia, pero sobre todo, por la poca inversión de capital. Sin embargo, la preocupación más urgente está relacionada con la salud de los mineros y sus familias por estar expuestos permanentemente al mercurio. En este sentido, las situaciones de mayor peligrosidad que se han registrado en todas las explotaciones de la región son:

- La exposición a los vapores de mercurio metálico durante el procesamiento de la amalgama a fuego abierto («quema de la amalgama»).
- La manipulación del mercurio metálico y la amalgama sin ninguna protección durante las diferentes etapas del proceso.

Algunos datos que reflejan la importancia de esta problemática en Iberoamérica son las siguientes:

- En la minería aurífera a pequeña escala en el Perú, se considera la utilización promedio de 2 kg de mercurio en amalgama por kg de oro producido (MEDINA, G., 2001).

- En la minería del sur de Colombia se emplea entre 3 a 10 kg de mercurio por un kilogramo de oro producido. Como valor medio se puede tomar 5 kg de Hg por 1 kg de Au obtenido.

- Las minas primarias en Brasil y Bolivia que utilizan mercurio directamente en los molinos, para realizar molienda y amalgamación simultáneas pierden entre 5 a 10 kg de mercurio (en casos extremos hasta 25 kg) para recuperar 1 kg de oro.

- Las pérdidas promedio que ocasionan los mineros informales de Brasil o «garimpeiros» se han estimado en 2 kg Hg/kg de oro obtenido.

- El consumo anual de mercurio en la pequeña minería solamente en la zona de Copiapó-Chile, se estima en más de 2 toneladas de mercurio metálico (esta cifra proviene de las ventas oficiales de mercurio de las tiendas de abastecimiento). Las pérdidas totales de mercurio en el proceso de amalgamación con el sistema quimbaleta, pueden alcanzar 200 g-800 g de mercurio por día en cada sistema de extracción. En los concentrados de oro comprados por las fundiciones de ENAMI se encontró concentraciones de mercurio hasta 7 400 ppm; en promedio, los concentrados contuvieron 772 ppm de mercurio y 64 ppm de oro. En los relaves de flotación de las plantas de amalgamación-flotación se halló mercurio en una concentración hasta 100 ppm. En los residuos líquidos que resultan del drenaje del depósito de relaves y que frecuentemente están destinados al riego de plantas útiles se encontraron concentraciones de hasta 0,037 mg Hg/l sobrepasando la Norma chilena, vigente para el riego, con un factor 37.

Se encontró, en las operaciones de estruje y quema de amalgama, concentraciones en el aire de 320 hasta 400 mg Hg/m<sup>3</sup> traspasando el límite permisible de la Norma chilena, que regula las condiciones sanitarias y ambientales en la industria, por el factor 8 o 10 respectivamente. Los análisis de mercurio en orina muestran una elevada concentración hasta unos 1 300 µg/l en trabajadores de plantas de amalgamación, que efectúan el estruje y quema de la amalgama. Según la Norma chilena el límite de mercurio en orina es 50 µg/l. Un valor de 5 µg/l se considera normal.

- La cantidad anual de mercurio perdido por aproximadamente 100 000 mineros del Ecuador se estima en 50 toneladas. En el área de Nambija y Portovelo se utiliza entre 1,5 y 2 kg de mercurio para la producción de 1 kg de oro, lo que significa un consumo anual entre 1 000 y 1 500 kg, de los

cuales al menos un 40 % se queda en los relaves, pudiendo llegar a los suelos y a los sedimentos.

- En la zona de Ponce Enríquez, el contenido anómalo de mercurio se presenta en los sedimentos, llegando a un máximo de 20,5 mg/kg e incluso hacia la costa, se tienen valores de 0,26 mg/kg. También se pudo establecer su presencia en especies silvestres, aún en puntos sin contaminación del agua, con valores de hasta 3 mg/kg de peso seco. Los datos confirman que lo más preocupante es la presencia de mercurio en sedimentos, y que, «ventajosamente», las periódicas ocurrencias del Fenómeno El Niño contribuirían a la limpieza de estas cuencas hídricas.

No obstante lo anterior, la amalgamación en un futuro próximo seguirá siendo el método preferido y aplicado en la pequeña minería aurífera. Por todo ello, es importante mejorar las condiciones técnicas del proceso mediante la utilización de tecnologías sencillas y equipos de fácil manejo, bajo costo y de manufactura local. Igualmente, es necesario contemplar conjuntamente el incremento de la recuperación del oro y la disminución de las pérdidas de mercurio, en el sentido de que su reducción no debe ir en detrimento de la producción de metal precioso. Este hecho es muy significativo para los mineros que se deciden a participar en proyectos destinados a minimizar las emisiones de mercurio ya que si no encuentran nada más que una disminución de sus ingresos no lo harán (para ellos los efectos de la contaminación al no ser inmediatos, carecen de importancia).

Las tecnologías y equipos que empiezan a tener acogida pero que requieren ajustarse e integrarse a un procedimiento minero-metalúrgico coherente son: la amalgamación en circuito cerrado en barril de concentrados, la destilación de la amalgama en retorta que posibilita la recuperación del mercurio y su no-emisión a la atmósfera y la activación de mercurio mediante electrólisis.

### 6.6.2 Riesgo Ambiental del Cianuro

En cuanto a la situación ambiental comparativa con respecto al cianuro y otros elementos contaminantes, se ofrecen los datos siguientes:

- El aire es contaminado principalmente por los gases de ácido cianhídrico que es producto de la descomposición de cianuro del sodio en medio ácido y débilmente básico hasta pH 9, como consecuencia de la cianuración de oro y plata.

- Las fuentes de contaminación del suelo las constituyen los relaves de las plantas metalúrgicas, que están siendo eliminadas en lugares cercanos a las zonas habitadas.

- Contribuyen también como fuentes contaminantes del suelo las soluciones remanentes de cianuro eliminados con concentraciones de cianuro equivalentes a  $0,01\% \pm 1,1$  g/l que rebasa largamente el límite máximo permitido que es 0,5 mg/l.

El uso de esta tecnología para el caso de los mineros artesanales es incipiente en nuestro país, por lo que se desconoce de estudios puntuales realizados en asientos mineros, sin embargo, el Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental-PRODEMINCA del Ecuador, realizó estudios específicos en Nambija y Portovelo, cuyos resultados establecen que los principales contaminantes en el área donde se ubican los depósitos de oro son el cianuro, los metales pesados y el mercurio. Las fuentes más significativas son los relaves descargados directo o indirectamente en los ríos, por los sistemas de disposición inadecuados. Los ríos con mayor contaminación son el Siete, que actualmente llevaría unos 30 kg/año, gracias a un mayor uso del proceso de cianuración, y el Calera/Puyango, que debe transportar unas 80 000 t/año de material de relaves, con 160 kg de mercurio.

Los principales volúmenes de contaminación están en los desechos sólidos, que no quedan adecuadamente confinados. Esto, con el riesgo de drenaje ácido, posterior al cierre de operaciones, genera preocupaciones para el futuro.

### 6.6.3 Seguridad Laboral, Salud Pública y Medio Ambiente

Los gobiernos han utilizado los resultados de investigación y desarrollo en un proceso de política pública para establecer procedimientos y normas que protejan la seguridad de los trabajadores, la salud pública y el ambiente.

#### a. Exposición humana efectiva al mercurio

Una de las mayores preocupaciones que se han generado en torno a la presencia del mercurio en la Naturaleza es concerniente a los posibles riesgos para la salud humana, por este motivo se intenta presentar una estimación de la exposición humana efectiva al mercurio, condicionada por su presencia en diferentes medios.

### a.1 Aire

La concentración de mercurio en el aire varía mucho de unas zonas a otras, según sean rurales o urbanas, su proximidad a los puntos de emisión concentrada y que éstas sean naturales o antropogénicas; salvo casos excepcionales, no superan los 50 nanogramos/m<sup>3</sup> (ng/m<sup>3</sup>). En el supuesto normal de que la ventilación diaria en una persona media es de 20 m<sup>3</sup> y de que el 80 % del mercurio inhalado se retiene, la ingesta por vía respiratoria sería de 0,8 microgramo/día (µg/día).

No existe unanimidad en cuanto al umbral medio de toxicidad en el ser humano en general, no obstante haciendo extrapolaciones de los datos recabados en exposiciones ocupacionales hay autores que obtienen un valor de 50 µg/día como umbral de toxicidad. Otras fuentes sitúan este umbral en 160 µg/día.

En Almadén (España), la concentración media en el casco urbano en épocas de producción es de 700 ng/m<sup>3</sup> y sin producción de mercurio 350 ng/m<sup>3</sup>, que equivalen a ingesta diarias de 14 µg/día y 7 µg/día respectivamente.

### a.2 Agua

En aguas que están situadas en áreas no influenciadas por la industrialización o por mineralizaciones de mercurio, la concentración media es de 50 nanogramos/litro (ng/l). En regiones próximas a minas de mercurio e industrializadas, se reportan valores entre 400 y 700 ng/l. En la bahía de Minamata (Japón), coincidiendo con la intoxicación masiva que allí se produjo, se comunicaron valores entre 1 600-3 600 ng/l.

Exceptuando la anormalidad de Japón y si se considera la cifra notificada más elevada y en la hipótesis de que el mercurio no se elimine en la purificación del agua, la ingestión diaria más elevada sería cerca de 1,4 µg/día (suponiendo una ingesta media diaria en adulto de 2 litros). El límite máximo de mercurio en agua potable es de 1 µg/l (OMS) que permite ingestiones de hasta 2 µg/día.

### a.3 Piel y mucosas

Otra posible vía de aporte de mercurio al ser humano es por contacto ocasional y la ingestión accidental de este metal. La absorción de mercurio a través de la piel y mucosa es tan pequeña que no se dispone de cifras cuantitativas. No obstante, se ha comprobado que la absorción de mercurio a

través del tracto intestinal es inferior al 0,01 %. Por tanto en estas situaciones los riesgos son mínimos.

### a.4 Alimentos

La ingesta media de mercurio a través de los alimentos estimada por el Comité Mixto FAO/OMS, es inferior a los 20 µg/día principalmente en forma de metil-mercurio (compuesto orgánico de mercurio). El propio comité estima que no hay riesgo para la salud humana por esta ingesta.

El contenido de mercurio en los alimentos, con exclusión del pescado, oscila entre 3 y 20 microgramos/kg (µg/kg) y en muy raras ocasiones supera los 60 µg/kg. En los peces de agua dulce se citan valores entre 200 y 1 000 µg/kg con la mayor parte de los valores entre 200 y 400 µg/kg. En los peces oceánicos los valores se sitúan entre 0 y 500 µg/kg con la mayoría de los valores cercanos a los 150 µg/kg. La excepción a esta norma son las especies depredadoras (pez espada, atún, hipogloso), que presentan valores entre 500 y 1 500 µg/kg.

El mercurio en los peces, predomina en forma de metil-mercurio y las variaciones que se observan en cuanto a los contenidos, están condicionadas por la especie ictiológica, la ubicación geográfica, la edad, peso, contenido graso y sexo.

En las intoxicaciones masivas que acaecieron en Japón (ingesta de pescado contaminado) e Irak (ingesta de cereales contaminados), los valores que se reportaron fueron del orden:

Valor medio de mercurio en peces .....	1 000 µg/kg
Valor máximo de mercurio en peces .....	25 000 µg/kg
Valor medio de mercurio en cereales .....	7 900 µg/kg
Valor máximo de mercurio en cereales ...	14 900 µg/kg.

Los casos hasta ahora reportados de intoxicaciones en población general, siempre han estado asociados a usos y manipulaciones incorrectas del mercurio que han generado exposiciones a dosis tremendamente altas de mercurio (metil-mercurio) que en condiciones normales es imposible que se den en la Naturaleza.

El grupo de expertos del mercurio designado por la Organización Mundial de la Salud, en su última publicación con relación al mercurio, afirma: «*El riesgo mayor para la salud humana derivado de la presencia del mercurio en la naturaleza se centra en la exposición ocupacional a este metal*».

**a.5 Valores máximos permisibles**

La US Food and Drug Administration establece el límite de metil mercurio (MeHg) en 1 000 µg/g, en peces para consumo humano.

Los valores máximos permisibles de mercurio total en fluidos biológicos, adoptados en las minas Almadén y Arrayanes/España, son:

Sangre : 70 µg/l

Orina : 300 µg/l

La Norma chilena vigente que establece el límite permisible de mercurio es de 1,0 µg/l en aguas de riego; 40 µg/m<sup>3</sup> para concentraciones en el aire; 50 µmg/l en orina (un valor de 5 µg/l se considera normal).

La Norma colombiana para aguas establece 0,2 microgramos por litro (µg/l) como límite permisible para mercurio y 2 miligramos por litro (mg/l) para cianuro.

La Norma peruana aprobó la Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, del 16 de Julio de 1996, se aprobaron los niveles máximos permisibles correspondientes a los elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas, así como a las partículas y elementos metálicos arrastrados por éstas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas con la finalidad de controlar las emisiones producto de sus actividades y contribuir efectivamente a la protección ambiental.

**6.7 SITUACIÓN EN EL AREA DE ESTUDIO**

**a. Generalidades**

En el área de estudio se ha constatado una compleja red de relaciones reflejada por la presencia de sociedades mine-

ras en las operaciones de explotación, cadenas de propietarios y abastecedores de servicios necesarios para la molienda y beneficio, así como redes de comerciantes que forman un mosaico muy interesante y poco estudiado, mediante el cual la pequeña minería seguramente reparte su riqueza -y también los problemas ambientales- a muchas manos en la sociedad local, aunque igualmente dificulta la planificación y la implementación para la solución de los problemas.

Por tal razón, es necesario proporcionar la información que permita conocer y comprender los riesgos para seguridad, la salud, el ambiente y la naturaleza que genera una operación minera manejada sin criterio técnico-ambiental. En este sentido, se requiere documentar los procesos mineros productivos, interpretarlos y difundir sus resultados, para facilitar el planteamiento de soluciones con participación de los propios actores sociales.

Al margen de los efectos positivos para el desarrollo socioeconómico de la región estudiada, la pequeña minería y la minería artesanal ocasionan o pueden ocasionar daños considerables al medio ambiente, sobre todo por el desarrollo de una minería incontrolada, manejada sin criterio técnico-ambiental que sólo responde a necesidades y condiciones de coyuntura por carencia de una tecnología apropiada de la escala de operaciones, y por la falta de una conciencia y cultura en seguridad y sanidad ambiental. Partiendo de estudios orientados a investigar los efectos ambientales provenientes de la Industria Minera Metálica, se ha establecido la existencia de problemas de intensidad aguda en la pequeña minería y minería artesanal (PM y MA) que muestran un alto potencial de riesgo de la seguridad y salud pública. También existen problemas de intensidad general que incorporan riesgos para el medio ambiente.

**Niveles máximos permisibles de los elementos contenidos en los efluentes líquidos de las unidades minero-metalúrgicas**

Parámetro	Valor En cualquier momento	Valor Promedio anual
PH	Mayor que 6 y Menor que 9	Mayor que 6 y Menor que 9
Sólidos suspendidos, mg/l	50	25
Plomo, mg/l	0,4	0,2
Cobre, mg/l	1,0	0,3
Zinc, mg/l	3,0	1,0
Fierro, mg/l	2,0	1,0
Arsénico, mg/l	1,0	0,5
Cianuro total, mg/l *	1,0	1,0

\* Cianuro total, equivalente a 0,1 mg/l de cianuro libre y 0,2 mg/l de cianuro fácilmente disociable en ácido.

Fuente: R. M. N° 011-96-EM/VMM.

La minería como actividad que se dedica a la obtención de georecursos (materias primas y metales), genera cambios y la destrucción parcial o total de ciertos ecosistemas, por lo que es preciso desarrollar proyectos de explotación con tecnologías más limpias y de recuperación de los terrenos afectados, en claro equilibrio con la conservación de la naturaleza.

Como caso particular se debe mencionar el uso inadecuado de mercurio y cianuro en la extracción de oro así como de ácido sulfúrico en la lixiviación de cobre, que pueden ocasionar la contaminación de aguas, aire y suelos, así como perjudicar la salud de los mineros y de la población en la cercanía de estas operaciones.

Otros impactos negativos provocados por la PM y MA son la destrucción del paisaje, erosión inducida del suelo, polución de aire con polvos y gases de mucho riesgo para la flora y fauna protegidas, eliminación inadecuada de los desechos industriales y domésticos, riesgos a corto y largo plazo por la construcción inadecuada de los depósitos de relaves, así como la acumulación de estériles y rípios en botaderos sin planificación de cierre y abandono técnico.

Estudios respecto a la contaminación por mercurio en la sangre y orina de mineros y comerciantes de oro de algunas zonas específicas (por ejemplo en la comunidad minera Santa Filomena, ver cuadros adjuntos) ponen en evidencia la seriedad del problema social derivados de la pobreza y precariedad de las poblaciones asentadas en los alrededores de los campamentos mineros lo que se manifiesta con la presencia del alcoholismo, la prostitución, la desnutrición, etc.

Niveles de mercurio presentados por rangos de edad de los trabajadores, hombres, mujeres y niños mineros expuestos a mercurio en la comunidad minera Santa Filomena.

Grupo	(0 a < 40 mg/l) %	Frecuencia	(40 a 90 mg/l) %	Frecuencia
2-12	12,90%	4	19,35%	6
13-23	3,22%	1	9,68%	3
24-34	9,68%	3	29,03%	9
35-45	6,45%	2	9,68%	3

Fuente: Evaluación de la Contaminación por mercurio en población de mineros artesanales de oro de la comunidad de Santa Filomena-Ayacucho-Perú durante el periodo agosto-setiembre 2001-Tesis.

Niveles de mercurio según proporción porcentual de la población evaluada en trabajadores, hombres, mujeres y niños mineros expuestos mercurio de la comunidad minera Santa Filomena

Nivel de Hg	Porcentaje	Frecuencia
0 a < 40 µg/l	32,25%	10
40 a < 90 µg/l	67,74%	21

Fuente: Evaluación de la Contaminación por mercurio en población de mineros artesanales de oro de la comunidad de Santa Filomena-Ayacucho-Perú durante el periodo agosto-setiembre 2001-Tesis.

### b. Manejo de depósitos de relaves mineros

Actualmente se encuentra en la región, plantas paralizadas o abandonadas y otras activas con uno o varios depósitos de relaves y rípios.

Los residuos depositados provienen de procesos de flotación, lixiviación o amalgamación.

Frecuentemente, el diseño, construcción y operación/mantenimiento en la pequeña minería y minería artesanal de la región, así como la planificación del abandono técnico de sus depósitos, no garantizan la estabilidad física y química necesaria para excluir cualquier riesgo para la salud pública y el medio ambiente a largo plazo.

En el entorno de los depósitos se encuentran derrames de relaves, derrumbes de los muros e infiltraciones en el suelo y, favorecida por el clima desértico, una erosión eólica de la superficie seca de los depósitos. Los relaves y rípios pueden contener contaminantes de reactivos como cianuro e hidrocarburos; así como metales nocivos como arsénico, mercurio, cadmio y cobre, en altas concentraciones. En esos casos, es imprescindible tomar las medidas apropiadas para evitar cualquier derrame o infiltración de los relaves, así como prevenir la generación de polvos provenientes de la superficie seca de los depósitos abandonados.

### c. Uso de mercurio en el proceso de amalgamación

La contaminación por mercurio proveniente del proceso de amalgamación en la minería aurífera a pequeña escala, es un problema ambiental muy serio para la zona. En la etapa de tratamiento piro-metalúrgico de la amalgama del oro se produce la emisión promedio anual de 12,6 t de vapor de



mercurio y su consecuente condensación-precipitación a la superficie en finisimas gotas. Esta situación representa una fuente de alto riesgo para la salud humana, el medio biótico y el medio físico ambiental. Así mismo, se ha estimado que un promedio anual de 200 t de mercurio se encuentran contenidas en el material de relaves producido por el proceso de amalgamación en el sistema quimbalete.

Se desconoce con exactitud la 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, suelos/ sedimentos y fauna acuática.

Los resultados de análisis por mercurio y oro de muestras referenciales de los relaves de amalgamación obtenidos por el sistema quimbalete, se muestran en el Cuadro N° 6.3. Se incluye el contenido de mercurio en una muestra de tierra agrícola de Samarca. Se estima que el promedio de pérdidas de mercurio es del orden de 65 g/lata de mineral tratado por el sistema quimbalete o 100 a 200 g-Hg/quimbalete-día (Vaster 2004).

**Cuadro N° 6.3 Contenido de mercurio y oro en muestra referenciales de relaves de amalgamación obtenidos del sistema quimbalete.**

Centro Minero	Mercurio ppm	Oro g/tm
Mollehuaca	376	20,8
Relave	341	20,9
Samarca	191	11,5
Nasca	1 101	--
Otoca	270	--
Tulín	10	33,6
Santa Filomena	48	43,2
Huanca	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
Samarca (Tierra agrícola)	38	

Fuente: GRADE-Minería Informal y Medio Ambiente

Las principales áreas afectadas por la contaminación de mercurio en el sur medio son las cuencas de los ríos Grande, Acarí, Yauca, Chala, Cháparra, Atico, Caravelí y Ocoña. La contaminación y acumulación de mercurio tienen como principal medio de instalación al sedimento y la biota.

El mercurio presente en los concentrados de oro o relaves de amalgamación (comprados por las plantas de beneficio de la región) se evapora en el proceso de fundición donde una parte del vapor de mercurio se precipita en el sistema de filtros de polvo y la parte restante es emitida a la atmósfera por la chimenea de la fundición o por otras fuentes.

En el proceso de separación física del oro de la amalgama, sin retorta, el mercurio se evapora y el vapor va a la atmósfera con la consecuente difusión de gases y afectación de la salud de la población circundante. Lamentablemente, el uso de la retorta, en las etapas de beneficio y comercialización es restringido, por la creencia de que en este dispositivo se «pierde» parte del oro, y por tal razón, los vendedores y compradores de oro prefieren «mirar» la quema de la amalgama.

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

La presencia de mercurio, en los materiales de ingreso y los generados en las plantas de cianuración, queda demostrada a través de los resultados de análisis de muestra referenciales que se indica en el Cuadro N° 6.4.

#### d. Manejo de desechos mineros

Casi siempre el manejo de los desechos por la pequeña minería y minería artesanal es inadecuado. La chatarra, basura doméstica, lubricantes e hidrocarburos residuales son botados desordenadamente en las concesiones mineras o en el terreno de operaciones, donde se acumulan, representando un riesgo, si se trata de sustancias peligrosas o de una fuente patógena, o por lo menos una molestia estética.

Si se abandona la actividad minera, frecuentemente el titular de la concesión no se preocupa de las herencias de la operación y el sucesor o el Estado tiene que sanear el área con grandes gastos. En el ámbito de la concesión, a menudo se puede observar la práctica de regar con aceite usado los caminos sin pavimento para estabilizar la superficie y suprimir la generación del polvo. Esta práctica puede ocasionar daños considerables al agua subterránea, si ocurre una

infiltración a los acuíferos. En la mayor parte de las operaciones se quema indistintamente basura doméstica junto con desechos industriales combustibles, resultando en una polución del aire.

#### e. Uso de energía, agua e insumos

El mayor consumo energético en las plantas tradicionales durante la molienda de mineral, normalmente ocurre en molinos a bolas de poca capacidad. A menudo se encuentra en el análisis de los procesos metalúrgicos de la minería artesanal que la molienda es más fina que la necesaria. Esto corresponde a un gasto específico de energía muy alto. Además, con frecuencia los equipos y sistemas eléctricos, mecánicos y neumáticos están en mal estado, resultando en un bajo rendimiento de la transformación de energía.

El agua en la región estudiada es un bien escaso, por el que compiten la agricultura, la minería y otras industrias, así como las poblaciones. Por lo que es importante tener un uso racional del recurso.

En la pequeña minería y minería artesanal frecuentemente no se recupera del agua de proceso, ocasionando una pérdida doble porque este recurso aún contiene reactivos que pueden ayudar en el proceso de concentración en el caso de ser recuperado. No obstante, en la minería aurífera a pequeña escala se afirma que los reactivos en el agua recuperada pueden perjudicar al proceso de amalgamación. Además,

en muchos casos, la densidad de la pulpa está demasiado diluida en las etapas de molienda y flotación, con un alto consumo específico de agua y de reactivos.

#### f. Generación de polvos

Existen cinco procesos en la pequeña minería con un potencial de generación de polvo. Estos son: perforación, voladura, transporte, trituración de mineral y la erosión eólica de la superficie seca de los depósitos de relaves.

Puesto que la perforación y voladura en la PM y MA generalmente tienen lugar en minas subterráneas, normalmente no ocurren emisiones grandes de polvo fuera de la mina. Sin embargo, la salud de los trabajadores dentro de las minas podría estar muy comprometida por la generación de polvo en operaciones de perforación, voladura y acarreo, sin medidas de control. La pequeña minería en general, no realiza muchos esfuerzos para combatir la generación del polvo, por negligencia en el control y desconocimiento de los peligros provocados por él.

En la etapa de chancado se genera polvo en pequeña cantidad. Por una parte, porque el mineral ya llega a la planta con un alto porcentaje de finos y por otra parte por el proceso propiamente dicho.

La erosión eólica de la superficie seca de los depósitos de relaves representa una problemática grave en las cerca-

**Cuadro N° 6.4 Resultados de 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		Relave cianuración/ sólidos	414		1,5
Planta Belén		Relave cianuración/ líquido		102,1	
Planta Cormindusa		Pozo de agua		< 0,001	
Planta Saresa		Solución impregnada		6,17	
Planta Saresa		Relave cianuración		1,17	

Fuente: GRADE-Minería Informal y Medio Ambiente

nias de poblaciones o zonas agrícolas, como por ejemplo en el caso de la planta Otopa, cuyos depósitos están ubicados en la zona urbana. En la zona desértica de la región Nasca-Ocoña resulta muy difícil estabilizar la superficie del depósito con vegetación, salvo si se utiliza un sistema continuo de riego.

#### **g. Abandono y cierre de minas**

Aparte de las perturbaciones estéticas que representan las herencias de las operaciones abandonadas, a menudo no se lleva a cabo medidas de protección en la etapa de cierre para prevenir que terceras personas puedan accidentarse o el medio ambiente pueda ser perjudicado.

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 de 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). El inicio y propagación en intensidad y caudal del DAR a través del tiempo, pueden causar impactos severos al medio ambiente, incluyendo al medio socioeconómico, sino se han tomado las medidas técnico-ambientales de prevención para la generación del DAR y las consecuentes acciones y medidas de mitigación y control. Actualmente no se toma ninguna medida para estabilizar las escombreras que se acopian en un talud natural, propenso a deslizamientos si la estabilidad original disminuye por la descomposición mineral de los estériles.

#### **h. Salud minera**

Los principales efectos en la salud humana están relacionados con enfermedades de la sangre, sistema nervioso, sistema urinario y sistema respiratorio.

Según reportes médicos de estudios realizados, el Hg deprime los mecanismos enzimáticos celulares mediante su combinación con los grupos sulfhídrico (-HS); por esta razón, las sales solubles del mercurio son tóxicas para todas las células.

El Hg se une también a otros ligados como grupos amino y forosilo e interfiere en el metabolismo celular. Las grandes concentraciones alcanzadas durante la excreción renal provocan lesión específica de los glomérulos y túbulos renales.

Asimismo, otros estudios experimentales realizados en otros países respecto a la contaminación auditiva indican la probabilidad de sufrir hipoacusia neurosensorial profesional (un daño definitivo e irreversible que ocurre por la exposición cotidiana a niveles sobre los 85 dB como resultado de los ruidos de máquinas).

Por otro lado, los mineros que trabajan en la extracción de mineral están expuestos a exceso de polvo silíceo, con alta fracción respirable, lo cual posibilita que presenten disnea de esfuerzo y silicosis o muestren sospechas de esta enfermedad.



## Bibliografía

- BALDEÓN, J. (2001) - Otorgamiento de títulos de concesiones y catastro minero. En: INGEMMET, Competitividad, desarrollo y sostenibilidad del sector minero nacional; mesa de diálogo y concertación, Lima, 7 de febrero del 2001, INGEMMET, Lima, p. 53-55.
- BAUER, P. (2000) - Cómo desarrolló la economía. Harvard University Press, 153 p.
- BARTASSON, M. et al. (2001) - Projeto Paracatu-concepção e resultados preliminares. En: Jornada Internacional impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, CYTED, GAMA, 35 p.
- BERMEO, A. (2001) - Confianza y enfoque integral para mejorar la minería aurífera de pequeña escala: lecciones aprendidas en Prodeminsa. En: Jornada Internacional impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, CYTED, GAMA, 17 p.
- BUSTILLO, M. & LOPEZ, C. (1997) - Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras, Madrid, 705 p.
- CABALLERO, A. (1997) - Un triángulo muy viciado: consumo, pobreza y deterioro ambiental. Manos Unidas Informativo, (2): 11.
- CARRIZOSA, J (1992) - Política Ambiental en Colombia. Fondo Fen-Colombia, 217 p.
- CONTRERAS, R. & PINZON, J. (2001) - Propuesta de manejo integrado del mercurio en el proceso de amalgamación en Vetas y California (departamento de Santander, Colombia). En: Jornada Internacional impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, CYTED, GAMA, 23 p.
- CHAPARRO, E. (2000) - La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial. CEPAL, Santiago de Chile, Serie Recursos Naturales e Infraestructura, 9, 82 p.
- ECHEVARRÍA, C. (2001) - Reflexión sobre el sentido de territorio para los pueblos indígenas en el contexto de ordenamiento territorial y el desarrollo minero. Presentación CYTED-SEGEMAR, Mendoza, agosto 2001, 10 p. [www.mmsd-la.org](http://www.mmsd-la.org).
- EQUIPO MMSD AMÉRICA DEL SUR (2002) - Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en América del Sur. CIPMA, IDRC, IIPM, 623 p.
- ESPAÑOL, S. (2001) - Toxicología del mercurio. Actuaciones preventivas en sanidad laboral y ambiental. En: Jornada Internacional impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, CYTED, GAMA, 66 p.
- EXSA (2001) - Manual práctico de voladura. Lima, 357 p.
- HARTMAN, H.L., et al. eds. (1992) - SME Mining engineering handbook. 2 ed., Society for Mining Metallurgy & Exploration, Littleton, CO, t. 1, 1269 p.
- HENTSCHEL, T. & PRIESTER, M. (1992) - Small-scale gold mining, GATE/GTZ, Eschborn, 96 p.
- HRUSCHKA, F. (2001) - El Proyecto GAMA- una propuesta integral para la minería artesanal del Perú. En: Jornada Internacional impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, CYTED, GAMA, 19 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO 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.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (1997)- Manual de evaluación técnico-económico de proyectos mineros de inversión. ITGE, Madrid, 543 p.
- JARA, M. (2003) - Distribución de metales pesados en agua y sedimentos y sus efectos sobre la vida acuática en la cuenca superior del río Santa. Tesis Maestría, Fac. Ing. Geol. Min. y Met., Univ. Nac. de Ingeniería, 180 p.
- KURAMOTO, J. (2000) - El cluster minero peruano en acción: el caso Tamboraque. Lima, 91 p.  
(<http://www.consorcio.org/cies/html/pdfs/PM9924.pdf>)
- LATINOMINERÍA (1997) - Evaluación del impacto ambiental en la minería (I parte); informe técnico preparado por expertos españoles. *Latin Minería*, (23)59-64.
- LATINOMINERÍA (1997) - Evaluación del impacto ambiental en la minería (II parte y final); informe técnico preparado por expertos españoles. *Latin Minería*, (26)59-70.
- MARTÍNEZ, Z. (1998) - Molhuaca: una alternativa de desarrollo sustentable para la minería artesanal. En: *Taller El Desarrollo Sustentable y el Medio Ambiente en la Minería Artesanal del Oro*. ACST-DIIEC. Universidad de Ica, Universidad de Atacama, Copiapó. (CD-ROM)
- LOGSDON, M. J., HAGELSTEN, K. & MUDDER, T.I. (2001) - El manejo del cianuro en la extracción de oro. International Council on Metals and the Environment, Ottawa, Ontario, 40 p.
- LLANQUE, O., et al. (1999) - Explotación subterránea: métodos y casos prácticos. Universidad Nacional del Altiplano, Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, Puno, 257 p.
- MEDINA, G. (2001) - Uso del mercurio en la minería artesanal y pequeña minería aurífera del Perú. En: Jornada Internacional impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, CYTED, GAMA, 9 p.
- MENDÍVIL, S. & CASTILLO, W. (1960) - Geología del cuadrángulo de Ocoña. Comisión Carta Geológica Nacional, 3, 54 p.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (2002) - Condiciones de trabajo, seguridad y salud ocupacional en minería del Perú. OIT, Lima, 248 p.
- OSSIO, J. (2001) - Responsabilidad social - relaciones con las comunidades andinas en el contexto latinoamericano. En: INGEMMET, Competitividad, desarrollo y sostenibilidad del sector minero nacional; mesa de diálogo y concertación, Lima, 7 de febrero del 2001, INGEMMET, Lima, p. 77-80.
- PALACÍN, M. (2001) - Palabras de Miguel Palacín, Presidente de la CONACAMI. En: INGEMMET, Competitividad, desarrollo y sostenibilidad del sector minero nacional; mesa de diálogo y concertación, Lima, 7 de febrero del 2001, INGEMMET, Lima, p. 105-107.
- PANTOJA, F. & CORONADO, J. (2001) - Tecnologías apropiadas para disminuir la contaminación ocasionada por mercurio en la minería del oro. En: Jornada Internacional impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, CYTED, GAMA, 14 p.
- PÉREZ, C. & VILLACHICA, C. (2003) - Beneficio económico de minerales auríferos. INGEMMET, Boletín, Serie G: Metalurgia, 6, 197 p.
- PÉREZ, C.; CASTRO, C. & LOAIZA, E. (2003) - Reconocimiento de las actividades mineras y metalúrgicas en la Franja Nasca-Ocoña-Arequipa; informe de visita técnica de campo. INGEMMET, Lima, 96 p.
- 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.
- PONZONI, E. (1980) - Metalogenia del Perú. INGEMMET, Lima, 61 p.
- 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, Tra-

- bajos técnicos. Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, t. 3, p. 187-194.
- 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
- VASTERS, J. (2001) - Los avances de ECOMIN: Programa de manejo ambiental en la pequeña minería y mediana minería. En: Jornada Internacional impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, CYTED, GAMA, 16 p.
- VILCAPOMA, O. (1992) - 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.
- WILLS, B.A. (1987) - Tecnología de procesamiento de minerales. LIMUSA, México, 568 p.
- WOLFF, E. (2001) - Proyecto Río Suratá: Líneas de acción para reducir contaminación proveniente de la pequeña minería aurífera en Vetas y California (Departamento de Santander, Colombia). En: Jornada Internacional impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, CYTED, GAMA, 37 p.
- WOTRUBA, H., et al. (1998) - Manejo ambiental en la pequeña minería. MEDMIN-COSUDE, La Paz, Bolivia, p. 81-163.
- ZÁRATE, H. & GALLOSO, A. (1988) - Estudio geológico-minero de la franja aurífera Nazca-Ocoña. INGEMMET, Lima, 41 p. (A.T. Ingemmet A3851).

