



LOS AVANCES DE ECOMIN

– PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL EN LA PEQUEÑA Y MEDIANA MINERÍA –

RESUMEN

La tarea del programa ECOMIN es el fomento de la Pequeña Minería incentivando un manejo ambiental apropiado en las operaciones de este sector, considerando también su contexto socio-cultural así como económico. Con eso se intenta cimentar la protección del medio ambiente como un parámetro fijo en las actividades económicas del sector. En la realización del programa se pone énfasis en la participación del sector, fomentando la autoresponsabilidad del sector para su propio desarrollo y aprovechando las experiencias y la ingeniosidad de que dispone la Pequeña y Mediana Minería.

Mientras tanto se realizan las primeras medidas de capacitación y educación en materias ambientales previstas en la planificación de ECOMIN. Junto con estas actividades se realiza en cooperación con el sector varios proyectos piloto para demostrar la factibilidad de tecnología limpia en la Pequeña Minería. Estas medidas están estrechamente ligadas al desarrollo económico y ecológico del sector de la Pequeña y Mediana Minería.

Un objetivo importante del programa ya se logró con la desmitificación de la protección del medio ambiente, que se miraba en la PyMM siempre como una amenaza económica. Los mineros llegan contemplando a la protección del medio ambiente en la actividad minera como una variable operacional, de que, con un manejo astuto, se puede tomar un provecho económico (p. e. las medidas para recuperar agua y mercurio del proceso, reciclaje y venta de desechos seleccionados). También se logró reducir el miedo de los mineros en su trato de las instituciones competentes del medio ambiente, porque los mineros pueden fácilmente hacer contactos informales con los representantes de las instituciones que están asociadas a ECOMIN.

ABSTRACT

The principal purpose of the ECOMIN program is providing assistance to the Small Scale Mining Sector (SSM) promoting an adequate environmental management within the operations of this sector, under consideration of social-cultural and economical context. With this effort the environment protection

shall be consolidated as a fixed parameter inside the economical activities of the sector. In realizing ECOMIN puts its emphasis on the participation of the sector, promoting in this way its autoresponsability for the sustainable development of the sector. On the other hand ECOMIN is also utilizing the working experiences and ingenuity of the sector.

Meanwhile the first educational courses in environmental matters that had been scheduled in the program planning of ECOMIN are realized. Jointly with these activities ECOMIN is carrying out in cooperation with the sector various pilot projects in order to demonstrate the factibility of clean technology in SSM. These measures are closely connected to the economical and ecological development of the sector of small and medium scale mining industry.

An important objective of ECOMIN was obtained by the dismythification of environmental protection, that had been seen all the time as an economical threat to the development of the sector. The miners are coming to the point of view that environmental protection is an operational parameter also in small scale mining operations and that a sound environmental management in the operation can cause economical and social benefits, for example recycling of water and mercury to the process and sales of selected scraps. A further achievement of ECOMIN is the decline of the anxiety of the sector in its relations to the governmental institutions in charge of environment protection, because the miners can easily make informal contacts to the representatives that are associated with ECOMIN.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Hauptziel des ECOMIN Programms ist die Förderung des Kleinbergbaus durch die Motivierung eines geeigneten Umweltmanagements in den Betrieben des Sektors, wobei das aktuelle soziokulturelle und wirtschaftliche Umfeld Berücksichtigung findet. Hiermit wird beabsichtigt den Umweltschutz als einen festen Bestandteil in der wirtschaftlichen Aktivität des Sektors zu verankern. In der Durchführung des Programms wird eine starke Betonung auf die Mitwirkung des Sektors gelegt, um die Eigenverantwortung des Sektors für seine nachhaltige Entwicklung zu fördern und um die Erfahrungen und den Scharfsinn des Sektors für die Programmentwicklung zu nutzen.

In der Zwischenzeit werden die ersten Aus- und Fortbildungsmassnahmen, die in der Programmplanung ECOMINs vorgesehen waren, durchgeführt. Diese Massnahmen sind eng mit der ökonomischen und ökologischen Entwicklung des Sektors verknüpft. Neben diesen Aktivitäten werden in Zusammenarbeit mit dem Sektor verschiedene Pilotprojekte des Technologietransfers realisiert.

Ein wichtiges Ziel des Programms wurde schon durch die Entmythifizierung des Umweltschutzes erreicht, der im Sektor des Kleinbergbaus immer als eine wirtschaftliche Bedrohung der Aktivität wahrgenommen worden war. Die Bergleute kommen allmählich zu der Einsicht, dass der Umweltschutz im Bergbau ein Betriebsparameter ist, dem man mit einem klugen Management, einen direkten wirtschaftlichen und sozialen Nutzen abgewinnen kann. (Zum Beispiel das Recycling von Prozesswasser, die Zurückgewinnung des

Quecksilbers oder die Trennung von Abfall.) Auch konnte durch ECOMIN die Berührungängste der Bergleute mit den staatlichen Umweltschutzstellen verringert werden, da die Bergleute auf einfache Weise einen informalen Kontakt mit den Institutionen herstellen können, die mit dem ECOMIN Programm assoziiert sind.

INTRODUCCIÓN

Partiendo de la voluntad común de las principales instituciones mineras estatales de Chile, - Ministerio de Minería, SERNAGEOMIN y ENAMI -, de iniciar un proceso de desarrollo sustentable en el sector de la pequeña y mediana minería se convino en el año 1998 en realizar el Programa de Manejo Ambiental en la Pequeña y Mediana Minería – ECOMIN - . El programa ECOMIN se fundamenta en el interés común de las Instituciones por el control y la reducción de los eventuales impactos ambientales de los procesos y productos de la Pequeña y Mediana Minería (PyMM), como también por la seguridad e higiene en los procesos productivos de dicha actividad, como complemento a la sustentabilidad ambiental del sector.

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL-MINERA EN ATACAMA

Al margen de los efectos positivos para el desarrollo socio-económico de la Región Atacama, la PyMM ocasiona o puede producir daños considerables en el medio ambiente, sobre todo por la minería incontrolada, la falta de una conciencia ambiental y un manejo ambiental así como la carencia de una tecnología apropiada, que está desarrollada en particular para las necesidades de este sector de la minería. Partiendo de varios diagnósticos ya existentes, referente al desarrollo ambiental de la Pequeña y Mediana Minería en Chile y en particular también en la III Región de Atacama, que fueron realizados para determinar los impactos ambientales reales de las actividades y productos mineros, se mostró que éstos incluyen un alto potencial de riesgo, si la minería tiene lugar en regiones agrícolas o en la cercanía de poblaciones.

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 en las cuencas del los ríos Copiapó, Salado y Huasco, 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 faenas.

Otros impactos negativos provocados por la PyMM son destrucción del paisaje, erosión inducida del suelo, polución de aire con polvos y gases, riesgos para flora y fauna protegida, eliminación inadecuada de los desechos industriales y domésticos, riesgos a corto y largo plazo por construcción inadecuada de tranques de relaves, en particular en la cuenca del río Copiapó, así como acumulación de estériles y rípios en botaderos sin planificación del abandono.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES A ABORDAR

Partiendo del estudio que realizó ECOMIN para investigar en particular los efectos ambientales provenientes de la Industria Minera Metálica de la III Región, se estableció la existencia de dos problemáticas principales en la PyMM que muestran un potencial alto de riesgo para la seguridad y salud pública de la III Región y cuatro problemáticas que incorporan riesgos generales para el medio ambiente.

LOS DOS PROBLEMAS DE INTENSIDAD AGUDA PARA LA REGIÓN SON:

1. Construcción, operación y abandono inadecuada de tranques de relaves y depósitos de ripios

Actualmente se encuentran en la III Región más de 90 plantas paralizadas o abandonadas y aproximadamente 50 plantas activas con uno o varios tranques de relaves y depósitos de ripios. Los residuos depositados provienen ante todo de procesos de flotación, lixiviación y amalgamación.

Frecuentemente, el diseño, la construcción y operación, así como la planificación del abandono de los depósitos en la PyMM de la Región no garantizan la estabilidad física y química necesaria para excluir cualquier riesgo para la salud pública y el medio ambiente a largo plazo.

Se encuentran derrames de relaves en el entorno de los tranques, derrumbes de los muros e infiltraciones en el suelo, así como a menudo, favorecido por el clima desértico, una erosión eólica de la superficie seca de los tranques. Los relaves y ripios pueden contener contaminantes, p. e. reactivos como cianuro y ácido sulfúrico, así como metales nocivos como arsénico, mercurio, cadmio y cobre en altas concentraciones. En esos casos, es imprescindible evitar cualquier derrame o infiltración de los relaves, así como prevenir la generación de polvos provenientes de la superficie seca de los tranques abandonados.

2. Uso impropio de mercurio en el proceso de la amalgamación de oro

La contaminación por mercurio proveniente del proceso de amalgamación en la Pequeña Minería de oro es un problema ambiental muy serio para la III, IV y V Región de Chile, donde hay la mayor concentración de operaciones de escala artesanal o pequeña. Mediciones del contenido de mercurio en algunos suelos agrícolas y en los tranques de relaves en el valle del río Copiapó muestran en ciertas zonas de la cuenca altos niveles de mercurio. En la cercanía de poblaciones los suelos y relaves contaminados causan un peligro agudo para la salud pública debido a la evaporación continua posible del mercurio a temperatura ambiental.

Las pérdidas totales de mercurio en el proceso de la amalgamación con plancha, que a menudo está acompañado por una combinación de molienda-amalgamación en la taza del trapiche, pueden alcanzar 200 g - 800 g de mercurio por día de trapiche y son causados principalmente por la abrasión del mercurio de la superficie de las planchas de amalgamación y el arrastre del mercurio finamente molido con la pulpa que sale del trapiche.

El consumo anual de mercurio en la PM solamente en la zona de Copiapó 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 fuentes principales de la liberación de mercurio son los procesos de amalgamación en la Pequeña Minería. En la III Región existen actualmente aproximadamente 20 plantas que utilizan mercurio regular o irregularmente en la recuperación de oro grueso. En la etapa de la amalgamación con plancha y amalgamando en la tasa de trapiche en un circuito abierto se pierde en forma directa una gran parte del mercurio usado. El mercurio escapa de la planta junto con el concentrado de flotación o se acumula en el tranque de relaves.

En los concentrados de oro comprados por las Fundiciones de ENAMI se encontraron concentraciones de mercurio hasta 7400 ppm. La Pequeña Minería aportó con aproximadamente 1.1 t de mercurio a la emisión total de mercurio de la Fundición en Paipote en el año 2000. En el promedio del mismo año los concentrados contuvieron 772 ppm mercurio y 64 ppm oro. El valor máximo permitido de impurezas del concentrado con mercurio es actualmente 500 ppm. En los relaves de flotación de las plantas de amalgamación-flotación se halló mercurio en una concentración hasta unos 100 ppm. En los residuos líquidos (RILES) que resultan del drenaje del tranque y que frecuentemente están destinados al riego de plantas útiles se encontraron concentraciones hasta 0.037 mg Hg/l sobrepasando la Norma Chilena 1.333, vigente para el riego, con un factor 37.

La parte del mercurio que se encuentra en los concentrados evapora en el proceso de fundición y está en parte precipitada en los filtros de polvo de la fundición o bien está emitida por la chimenea de la fundición o también por otras fuentes dispersas a la atmósfera. En la quema de la bolita de amalgama, llamada "pella", un proceso necesario para separar el oro físicamente del mercurio, este último se evapora y, en el caso de no utilizar una retorta, es directamente emitido a la atmósfera. Se encontró en las operaciones del estruje y de la quema del mercurio concentraciones en el aire de 320 hasta 400 µg Hg/m³ traspasando el límite permisible de la Norma D. S. N°745, que regula las condiciones sanitarias y ambientales en la industria, por el factor 8 o 10 respectivamente.

Los análisis de mercurio en orinas muestran una elevada concentración hasta unos 1300 µg/l para trabajadores de plantas de amalgamación¹, que efectúan la quema de la pella y el estruje de la amalgama. Según la Norma Chilena D. S. N° 745 el límite de mercurio en orinas es 50 µg/l o ppb. Un valor de 5 µg/l o ppb se considera normal. Tal situación crítica de los trabajadores se debería a la escasa o nula protección que estos ocupan en la manipulación del mercurio y de la amalgama.

El ataque de la amalgama con ácido nítrico es un proceso químico para separar el oro del mercurio y representa otra fuente de la contaminación del medio ambiente con mercurio. Existen en la comuna de Copiapó más o menos 10 plantas de ataque con ácido que en parte están ubicadas directamente en

¹ Estudio realizado por Sr. Washington Silva de la Universidad de Atacama

zonas residenciales de la ciudad. El mercurio que queda disuelto en el ácido puede dañar a las plantas de tratamiento de aguas servidas de EMSAT (Empresa de agua potable), si el ácido usado es botado sin tratamiento previo al sistema de alcantarillado. Recientemente se halló en los lodos de la planta de tratamiento de aguas servidas de Copiapó concentraciones de mercurio que son considerados por expertos de EMSAT como extraordinariamente altas. En el caso que todas estas plantas no utilizaran una recuperación de mercurio y todo el ácido usado fuera evacuado al sistema de alcantarillado, se estima que aproximadamente 300 - 400 kg de mercurio por año dañarían a las plantas de aguas servidas de la zona. Además, al secar los residuos auríferos del ataque con una llama de soplete, los restos del mercurio todavía no disueltos se evaporan y son emitidos a la atmósfera.

Durante todo el proceso se originan también grandes cantidades de gases nitrosos, ya que se calienta al ácido nítrico para aumentar su fuerza disolvente. Estos vapores son emitidos directamente a la atmósfera por una chimenea, sin un tratamiento previo de los gases. El consumo de ácido nítrico de las plantas de ataque se estima por lo menos a 650 kg de ácido por año (cifra proviene del calculo teórico del balance del peso atómico) produciendo más de 75 kg de gases nitrosos. Además, de momento estas plantas no poseen ninguna planificación para enfrentar siniestros posibles, que es indispensable para plantas de alto riesgo en zonas urbanas.

LOS PROBLEMAS DE INTENSIDAD GENERAL SON:

3. Uso ineficiente de energía, agua e insumos

En este tiempo en que los recursos naturales paulatinamente están escaseando, el uso ineficiente de energía, agua e insumos representa también impactos o problemas ambientales, sí bien indirectamente, porque los impactos o las consecuencias del uso ineficiente resultan en otros lugares. Por ejemplo, la energía eléctrica se genera en Chile por la combustión de sustancias no-renovables con impactos sobre la calidad del aire o por la operación de centrales hidroeléctricas con lo cual se tiene que cambiar el paisaje en alto grado. Los desperdicios de energía eléctrica en el proceso metalúrgico tiene como consecuencia el consumo superfluo de recursos no-renovables y una contaminación del medio ambiente sin necesidad. Por otro lado una ineficiencia en las operaciones de la PyMM también pone en riesgo la rentabilidad de la faena.

El proceso de mayor consumo energético en las plantas tradicionales es la molienda de mineral, que normalmente ocurre en trapiches o molinos a bolas de poca capacidad. A menudo se encuentra en el análisis de los procesos metalúrgicos de la pequeña minería que la molienda es más fina que lo necesario. 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 III Región es un bien escaso, por el que compiten la agricultura, la minería y otras industrias, así como a las poblaciones. Por lo tanto, su uso tiene que ser manejado con cuidado para optimizar el beneficio del agua. La minería en la Provincia de Copiapó aprovechó en el año 1996 cerca del 15% del caudal total de mercedes de agua otorgados en la Provincia, que asciende aproximadamente a 15.600 Lts/s. En la segunda Región el consumo de agua en la minería alcanza casi 80% del caudal total disponible.

En la Pequeña Minería y Mediana Minería frecuentemente no se recupera el agua de proceso, que es una pérdida doble porque este agua aún contiene reactivos que pueden ayudar en el proceso de concentración en el caso de ser recuperada. No obstante, en la Pequeña Minería 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 baja en las etapas de molienda y flotación, resultando en un alto consumo específico de agua y de los reactivos.

De vez en cuando se puede observar en la Pequeña Minería el secado de los concentrados en hornos con fuegos de leña o de neumáticos viejos, que es sumamente inefectivo y causa problemas de polución del aire, en particular si se seca concentrados que contienen mercurio.

4. Manejo inadecuado de los desechos líquidos y sólidos de la operación

Casi siempre el manejo de los desechos en las faenas de la Pequeña Minería es inadecuado. Las chatarras, la basura doméstica y el aceite usado son botados desordenadamente en las pertenencias mineras o en el terreno de la faena, en 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 faena, frecuentemente el dueño no se preocupa de las herencias de la operación y el sucesor o el Estado tiene que sanear el recinto con grandes gastos. A menudo se puede observar la práctica de regar los caminos sin pavimento en la pertenencia con aceite usado para estabilizar la superficie del camino y suprimir la generación del polvo. Esta práctica puede ocasionar daños considerables para el agua subterránea, si ocurre una infiltración a los acuíferos subterráneos. En la mayor parte de las faenas se quema indistintamente basura doméstica junto con desechos industriales combustibles, resultando en una polución del aire.

5. Generación del polvo en la actividad minera y metalúrgica

Existen cinco procesos en la Pequeña Minería con un potencial de generación de polvo. Estos son la tronadura y la perforación, el transporte y la trituración de mineral, y la erosión eólica de la superficie seca de los tranques de relaves.

Ya que la tronadura y la perforación en la PyMM en la mayor parte tienen lugar en minas subterráneas, normalmente no se tiene emisiones grandes de polvo

fuera de la mina. Sin embargo, la salud ocupacional de los trabajadores dentro de las minas podría estar muy comprometida por la generación del polvo en operaciones de perforación, tronadura y carga, sin medidas de control de polvo.

La PM en general, no realiza muchos esfuerzos en combatir la generación del polvo, a causa de una cierta negligencia respecto de los peligros provocados por él.

En la etapa de chancado normalmente tampoco se hacen esfuerzos para suprimir la generación de polvo. Por una parte, porque el mineral ya llega a la planta con un alto porcentaje de finos, y la cantidad de material rocoso que queda para chancar es relativamente pequeña.

La erosión eólica de la superficie seca de los tranque de relaves representa una problemática grave en la cercanía de poblaciones o zonas agricultoras, como p. e. en el caso de la Planta Ojancos, cuyos tranques están ubicados en la zona urbana de Copiapó. En la zona desértica de la III Región de Atacama resulta muy difícil estabilizar con vegetación la superficie del tranque, salvo si se utiliza un sistema continuo de riego.

6. Abandono y cierre inadecuado de la operación

Aparte de las perturbaciones estéticas que presentan las herencias de las faenas abandonadas, a menudo no se lleva a cabo medidas de protección en la etapa de cierre para prevenir que terceras personas pueden accidentarse o el medio ambiente pueda ser perjudicado. No se realiza ninguna medida para estabilizar los desmontes que se acopian con un talud natural, propenso a deslizamientos si la estabilidad original se disminuye por la descomposición mineral de los estériles.

OBJETIVOS DE ECOMIN

La Pequeña y Mediana Minería en Chile sola, es decir sin impulso exterior, no es capaz de incorporar en este sector la calidad ambiental en la producción como variable de la competitividad empresarial y nacional, que es requerida por parte de las políticas del Estado y también por el mercado internacional de materias primas.

Las causas principales para esa incapacidad son:

- Falta de una cultura ambiental, incluyendo conceptos de la ecología así como de la legislación y normativa ambiental.
- Deficiencias en la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por las actividades de la Pequeña y Mediana Minería.
- Falta de herramientas de gestión ambiental abarcando reducción y control de emisiones, manejo de residuos, cierre y abandono de faenas, explotación eficiente, así como uso eficiente de agua y energía.
- Falta de tecnología limpia apropiada incluyendo la ausencia de alternativas de financiamiento y de una adaptación cultural a nuevas tecnologías.

El programa ECOMIN enfrentará las primeras dos causas de manera integral, complementado por el proyecto Centro de Tecnología Apropriada – CTA- que tiene a su cargo la difusión y promoción de tecnología limpia y de herramientas de gestión ambiental dentro del sector de la Pequeña y Mediana Minería. De este modo se promoverá el aporte del sector para la sustentabilidad ambiental, social y económica de la Región Atacama en el futuro, mejorando la situación estratégica del sector en largo plazo y ayudando a superar la crisis actual del sector.

El objetivo general del programa es aumentar los efectos sociales y económicos positivos de la PyMM, reduciendo simultáneamente sus problemas ecológicos, mediante la introducción integral de la variable ambiental en la gestión de las empresas del sector.

Específicamente ECOMIN enfoca en las metas siguientes:

- Todo el sector cuente con conocimientos básicos del medio ambiente, su protección y el impacto de la minería sobre él.
- Un grupo piloto de la PyMM disponga de herramientas de gestión ambiental apropiadas.
- Existen en el sector experiencias de producción limpia que son ampliamente reconocidas y que sirvan como proyecto piloto para la difusión de tecnología apropiada.
- El sector puede utilizar adecuadamente el instrumento de la Declaración de Impacto Ambiental para sus proyectos nuevos con el fin de ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que requiere la Ley de Base de Medio Ambiente en Chile.

MEDIDAS Y RESULTADOS DE ECOMIN

Se ha definido desarrollar el programa a través de cuatro ámbitos específicos de acción cuyos especificaciones figuran en la tabla siguiente:

Ámbitos de acción	Público objetivo	Actividades	Contenidos
Educación y difusión de materias ambientales asociadas al desarrollo de la PyMM	Amplia cobertura en zonas mineras seleccionadas	- Talleres - Publicaciones	- Conceptos básicos de medio ambiente - Impactos ambientales de la actividad minera - Legislación y normativa ambiental - Nociones y estándares de gestión ambiental
Herramientas de Gestión Ambiental para la PyMM	Grupo piloto de empresas	- Talleres en el terreno - Seminarios - Publicaciones - Experiencias piloto	- Reducción y control de emisiones - Manejo de residuos - Cierre y abandono de faenas - Explotación eficiente de mineral - Uso eficiente de agua y energía
Tecnologías limpias para la PyMM	Empresas con potencial de reconversión	- Estudios de prefactibilidad - Acceso a fuentes de financiamiento - Centro Tecnología Apropriada - Proyectos piloto - Capacitación	- Tecnologías limpias disponibles - Alternativas de financiamiento - Adaptación cultural a nuevas tecnologías
Evaluación del impacto ambiental en proyectos de la PyMM	Empresas o personas con nuevos proyectos	- Asesoría o revisión de estudios o declaraciones - Mecanismo de inserción	Impactos ambientales de los proyectos mineros nuevos, en sus distintas etapas de implementación

EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN EN MATERIAS AMBIENTALES

Con el fin de sensibilizar el grupo meta para la temática medio ambiente y proporcionar los conocimientos técnicos-teóricos para la introducción posterior de tecnología limpia de producción así como ayudar en la ejecución de Declaraciones de Impacto Ambiental, ECOMIN comenzó con la realización de un ciclo de talleres participativos de educación y capacitación ambiental, cubriendo todas las temáticas ambientales que tienen directamente o indirectamente una relevancia para el desarrollo del sector. Hasta el momento se llevó a cabo 20 talleres con 9 temáticas diferentes. Para el resto del año 2001 está previsto la realización de otros tres talleres. El resumen de la ejecución de los talleres de capacitación y educación en temas ambientales figura en la tabla siguiente:

TALLERES DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN		
Realizados hasta la fecha	Proyectados hasta fin de 2000	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD
1	-	Uso eficiente de energía, agua e insumos y manejo de los desechos líquidos y sólidos
2	-	Procesos Hidrometalúrgicos en la Pequeña Minería y sus aspectos operativos y ambientales
1	-	Educación Ambiental Para Trabajadores de Faenas Mineras
1	-	Manejo de los relaves en las plantas de la Pequeña Minería con referencia al marco técnico, legal, económico y ambiental
3	1	Condiciones Sanitarias-Ambientales y su relación con la eficiencia en el proceso productivo
4	1	Minería y Medio Ambiente, un enfoque-técnico legal para la Pequeña Minería en Chile
5	-	Manejo de Mercurio en los procesos de amalgamación
1	-	Mantenimiento de instalaciones y equipos mineros
1	-	Minería y Medio Ambiente: Declaración de Impacto Ambiental Práctica
1	-	Utilización de energía alternativa en la operaciones de la Pequeña Minería y Minería Artesanal
-	1	Los instrumentos de fomento para la Modernización. Transferencia Tecnológica y Producción Limpia en la Pequeña y Mediana Minería

Hasta el momento, participaron en los talleres más de 400 mineros y personas ligadas al desarrollo de la pequeña y mediana minería. La buena acogida de los talleres resultó por la alineación participativa y práctica de los talleres y por la manera de tomar en cuenta en la organización las particularidades del sector con la consecuencia que se realizó talleres en el terreno, buscó un horario conveniente para los mineros, facilitó una movilización en el caso que no fue posible para mineros asistir al taller por la distancia al lugar del evento y se realizó los talleres totalmente gratuito. (Foto 1 a 3, realización de los talleres)



Foto 1: Taller de capacitación realizado en Copiapó



Foto 2: Visita del terreno en el marco de un taller



Foto 3: Práctica en el marco del taller de manejo del mercurio

En particular en los 5 talleres con la temática del manejo del mercurio en los procesos de amalgamación, que se llevaron a cabo en Diego de Almagro, Inca de Oro, Domeyko y Copiapó, ubicados en la III Región, así como en Illapel de la IV Región asistieron alrededor de 100 microempresarios, pirqueneros y operadores de plantas de amalgamación.

El objetivo general de este taller fue capacitar a los participantes dando conocimientos de procesos de amalgamación que son técnica- y ambientalmente aceptables, así como promover las alternativas viables de amalgamación.

Específicamente se persigue que el participante conozca:

- Las características generales del mercurio y su impacto sobre salud y medio ambiente.
- La aplicación adecuada de la amalgamación en la Pequeña Minería.

- Las estrategias para evitar o reducir la contaminación por mercurio.
- Algunas técnicas de optimización del proceso de amalgamación.

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

A pesar de que en principio por falta de recursos sólo se contempló ejecutar la promoción y transferencia de tecnología limpia a través del Proyecto “Centro de Tecnología Apropriada (CTA)”, ya se comenzó con la realización de una pequeña cantidad de proyectos piloto de producción limpia, impulsada por la voluntad de los mineros de llevar al efecto lo enseñado en los talleres de capacitación.

Hasta el momento se inició en cooperación con mineros de la III Región la planificación y ejecución de 4 proyectos piloto mayores con el fin de crear experiencias reconocidas en el sector en lo que concierne la introducción de tecnología limpia, incorporando también en una manera integral el manejo ambiental adecuado en las distintas etapas de la planificación y realización de los proyectos.

Además, se está divulgando con base ancha herramientas y tecnología para el manejo del mercurio, como por ejemplo trampas de mercurio de diferentes diseños, retortas de mercurio, activadores de mercurio, prensa de amalgama y equipos de protección personal.

LOS CUADRO PROYECTOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

El Programa ECOMIN apoya a la Cooperativa Minera Diamantina en el desarrollo de un proyecto piloto “Planta Chanchero” con el propósito de desarrollar una planta de concentración gravimétrica de oro que funciona principalmente sin amalgamación. Para la etapa de preconcentración está previsto la utilización de una centrífuga de técnica sencilla así como de un espiral de tipo Humphrey que se va a fabricar localmente. Por el concepto de explotar minerales que tienen altas leyes en oro grueso y esperando una recuperación del oro alrededor de 60 %, se intenta, a parte de la producción de un preconcentrado que contiene el oro grueso, generar también como subproducto arenas auríferas que contienen el oro fino para la venta a plantas de flotación o de lixiviación, evitando así la producción de residuos sólidos y en particular la construcción de un tranque de relaves en el sitio de la planta, que estimadamente podría devorar hasta 50% de la inversión inicial prevista para el proyecto. Para la realización de este proyecto de cooperación, ECOMIN dispondrá de un aporte del Fondo para la Transferencia Tecnológica de ENAMI con un valor hasta 10.000 \$ US.

En la Sierra Jesús María y en Diego de Almagro se ubican dos proyectos piloto de producción limpia con la finalidad de establecer complejos minas – plantas, que se están operando de momento artesanalmente. Para el diseño de las plantas de concentración de oro se previó un proceso no-contaminante, consistiendo de una etapa de clasificación con harneros y tamices y una molienda con un molino a bolas. En la etapa de concentración de oro, se va a utilizar un sistema de canaletas y elutriadores. Para ambos proyectos se

desarrolló una canaleta con piso de alfombra sintética, que se mostró muy apropiado para la concentración de oro grueso y mediano. (ver Foto: Lavadero de oro)



Foto: Planta Lavadero de Oro

En cooperación con un empresario de la zona Copiapó se contempla el desarrollo y construcción de un sistema portátil de elusión de carbón y de la electrodeposición del oro disuelto en celdas electrolíticas así como la prueba del sistema en una planta de lixiviación por percolación en pilas que pertenece a la pequeña minería. Además, se intenta proporcionar al sector de la pequeña minería con medidas de capacitación técnica comprendiendo el manejo del sistema poniendo énfasis en la seguridad industrial así como también en la protección del medio ambiente. En la última etapa del proyecto se va a elaborar una propuesta para definir un esquema administrativo bajo que el sistema puede ser operado en el sector de la pequeña minería. Para la realización de este proyecto de cooperación ECOMIN dispondrá de un aporte del Fondo para la Transferencia Tecnológica de ENAMI con un valor hasta 10.000 \$ US.

Otro proyecto técnico de ECOMIN es el saneamiento del tranque de relaves de una planta de flotación y amalgamación ubicada en la cercanía de Copiapó. El tranque actual está a punto del quiebre, principalmente por deficiencias en la repartición de relaves así como en el manejo de las aguas residuales. Para mejorar el manejo de los relaves de la planta se construyó en cooperación con el dueño de la planta una canaleta en forma de abanico que se va a utilizar para la clasificación de material de relaves según granulometría que es necesario en la construcción adecuada del muro del tranque con arenas. La construcción del equipo fue financiada en forma mixta con una participación considerable del dueño de la planta. Otras medidas previstas para fomentar la estabilidad del tranque son la compactación de las arenas de construcción del muro así como un sistema nuevo de drenaje del tranque.

EVALUACIÓN ADECUADA DEL IMPACTO AMBIENTAL

Como parte de la tarea de crear experiencias en la introducción integral de la variable medio ambiente en proyectos de la Pequeña Minería Artesanal, se ayudó a un pequeño minero en la elaboración de la Declaración del Impacto Ambiental para la modernización de su planta de concentración de oro, que se ubica en la comuna de Diego de Almagro. El concepto nuevo de la planta figura en el diagrama de flujo siguiente. La Comisión Nacional de Medio Ambiente aprobó este proyecto en el enero de 2001.

Cooperando con el dueño de la Planta Santa Rosa, ubicada en la Comuna de Copiapó, se desarrolló un concepto para preparar la inserción del proyecto de la ampliación de la planta en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental mediante una Declaración de Impacto Ambiental. El concepto elaborado prevé cambios en el manejo de los residuos del proceso resultando en un mejoramiento de la estabilidad del tranque de relaves.

Además, todos los proyectos de la Transferencia Tecnológica que ECOMIN está llevando a cabo van a ser sometidos en una manera adecuada al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que está vigente en Chile.

ESTUDIOS CIENTÍFICOS PATROCINADOS POR ECOMIN

En el año 1998 ECOMIN tomó la iniciativa para llevar a cabo, en cooperación con la Universidad de Atacama, un estudio con la temática "Comparación de los efectos ambientales de la pequeña, mediana y gran minería en la región de Atacama". Este trabajo sirvió como diagnóstico ambiental para la planificación de las acciones de ECOMIN.

Bajo la guía de ECOMIN se realizó una tesis en la Universidad de Atacama con la temática, „Estudio de los instrumentos de fomento para la modernización y transferencia tecnológica en la Pequeña Minería" esperando del desarrollo de esta tesis un respaldo científico y un impulso para el progreso del Proyecto "Centro de Tecnología Apropiada".

Además, ECOMIN participó en la propuesta metodológica para la regulación del Cierre de Faenas Mineras de Pequeña Escala cuya mandante fue el Ministerio de Minería de Chile.

