

DESARROLLO DE UN PATRON DE ANALISIS AMBIENTAL DE LA PEQUEÑA MINERIA

Introducción

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) está llevando a cabo el Proyecto denominado “Desarrollo de Instituciones del Medio Ambiente”, financiado en parte con un crédito otorgado por el Banco Mundial (BIRF) y con fondos de contraparte nacional.

Dentro de la responsabilidad que le corresponde al Gobierno en la gestión y conservación de los recursos naturales y el enfrentamiento de la contaminación, se sitúa dicho Proyecto, el cual integra una estrategia de Gobierno, coordinada por CONAMA, que pretende impulsar un proceso de introducción de una política ambiental, de nivel nacional y regional, dirigida a fortalecer la institucionalidad ambiental del sector público. En atención a las especialidades técnicas requeridas y las competencias en el área de ciertos Organismos del Estado, se encuentran dentro del Proyecto los componentes sectoriales.

El “Apoyo al Fortalecimiento Institucional en el Sector Minero” es uno de los componentes sectoriales del Proyecto, el cual se materializa a través del Ministerio de Minería, mediante convenio con CONAMA. Inserto en este componente señalado se encuentra el presente estudio, cuyo desarrollo y resultados se incluyen en un informe que se denomina “Desarrollo de un Patrón de Análisis Ambiental de la Pequeña Minería”, al cual pertenece este informe ejecutivo.

El estudio está orientado al Diagnóstico de la Contaminación causada por la pequeña minería mediante una evaluación ambiental de la realidad de las faenas más representativas del sector, generando un patrón o modelo de análisis que aplicado a las faenas permita evaluar el impacto de cada una en particular, la extrapolación de estos resultados aplicados a todo el universo que abarca este tipo de actividad, permite estimar el impacto ambiental global provocado por la pequeña minería en el país.

Impacto Ambiental

Se entenderá por "Impacto Ambiental" la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en una área determinada; y como “Contaminante” todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

Pequeña Minería

La Pequeña Minería se define como la actividad productora que se realiza en minas o plantas de beneficio de mineral, cuya producción en mina o capacidad de tratamiento en planta es menor de 200 toneladas por día, que disponen de una tecnología mínima y su gestión es familiar o con personal muy reducido. Sus dueños son personas naturales o sociedades mineras, con un capital pactado en estatuto social no superior a 70 sueldos vitales anuales. Para establecer el universo considerado en el presente estudio se ha tenido en cuenta sólo el rango de producción, lo que técnicamente es el mejor criterio para definir el sector, ya que los datos relacionados con el capital social no se encuentran en las fuentes de información disponibles que se ha consultado.

Universo Considerado para el Estudio

El universo que se ha considerado para el presente estudio corresponde a todas las faenas mineras existentes en el país que se ajustan a la definición anterior y se encuentran en actual actividad o han paralizado en forma temporal.

Se acordó expresamente no incluir en el universo la minería del carbón dado su singularidad y el tratamiento especial que ha tenido en los planes del Estado Chileno.

Del conjunto de la información recopilada se llegó a un total de 1.907 faenas con capacidad de producción menor a 200 toneladas diarias, correspondiente a 281 plantas y 1.626 minas, que sirvieron como base de datos del universo validado y al cual se extrapola la información ambiental generada por este estudio. Durante su desarrollo, se excluyó del alcance 32 faenas no metálicas, dada las características peculiares de su proceso e impacto ambiental, no extrapolable al resto del universo de la pequeña minería.

La Tabla siguiente muestra la cantidad de plantas y minas distribuidas por región, su producción asociada, y número estimado de trabajadores que ascienden a unas 7.220 personas.

REGION	PLANTAS	MINAS	TOTAL
I	3	27	30
II	11	191	202
III	99	641	740
IV	139	588	727
V	20	95	105
VI	1	55	56
RM	8	29	37
TOTAL	281	1.626	1.907

En el resto de las regiones no se registraron faenas representativas del sector como para ser incluidas dentro del universo del estudio.

Elección de los Tipos de Faenas más Representativos

A partir del universo de faenas se tipificaron los procesos característicos para elegir las faenas más representativas de la pequeña minería.

Se estableció que entre las plantas y la minas existen diferencias substanciales, dado que son faenas cuyo potencial impacto ambiental difiere tanto en el agente contaminante como en el efecto mismo, por lo que su análisis en lo que respecta a esta estudio se realizó en forma separada.

Desarrollado así estos criterios se identificaron los procesos característicos para las plantas y minas de la pequeña minería que representan a los tipos de faenas a estudiar en este trabajo y su potencial impacto ambiental considerando los diversos medios afectados (Aire - Agua - Suelo - Flora - Fauna - Paisaje - Medio Humano) de acuerdo al agente contaminante involucrado (Polvo - Basura Industrial - Vibraciones - Vapores Tóxicos - Aguas Servidas - RILES - Restos Líticos - Ruidos - Olores - Elementos Tóxicos del Suelo).

a) Plantas

Las plantas tienen la función de beneficiar o enriquecer los minerales originarios, a través de procesos que tienden a separar los minerales valiosos del material estéril, llamados procesos de concentración de minerales. Las etapas básicas de esta concentración la conforman la reducción del mineral en base a un chancado y molienda, la separación del material valioso por gravedad y/o medios de reactivos y la descarga del estéril a depósitos especiales.

Es de amplio conocimiento que toda esta actividad puede ser una fuente significativa de contaminación ambiental. En el caso de la pequeña minería este impacto depende de la ubicación de la planta, del proceso de concentración de minerales usado y del manejo que este proceso tenga. Los medios principales que pueden ser afectados son el agua, suelo y aire. El paisaje y el medio humano serán afectados dependiendo de la ubicación espacial de la faena, al igual que la flora y fauna si las faenas están emplazadas en zonas de actividad agrícolas o protegidas. Los agentes contaminantes más significativos serán las sustancias asociadas a las descargas del proceso de concentración (relaves), en forma de residuos industriales líquidos. Otros agentes, como el polvo (producto del manejo del material rocoso seco), el ruido de la operación de los equipos y basuras industriales son de menor magnitud; siendo las vibraciones, vapores tóxicos (salvo, en el caso del mercurio en el proceso de recuperación de oro), olores y aguas servidas casi despreciables en este tipo de faenas.

Los principales procesos utilizados en la pequeña minería aquí estudiada son: Amalgamación, Flotación y Lixiviación.

b) Minas

La explotación minera es el proceso que pretende recuperar los minerales de los depósitos económicamente extraíbles. Estos depósitos o yacimientos se encuentran en la naturaleza en variadas formas, a saber: vetas, mantos, pórfidos, aluviales. Este aspecto, junto a la profundidad del cuerpo, las características estructurales de la roca son fundamentales para la elección del método de explotación.

Debido a las actividades mineras, y de acuerdo al método de explotación utilizado para la extracción del mineral, el medio ambiente se ve afectado en mayor o menor medida, tanto en la superficie como en el subsuelo. Sin embargo, la experiencia demuestra que el nivel de contaminación provocado directamente por la pequeña minería, del tamaño definido en este estudio, es muy poco significativo. En este sentido, se pueden identificar tres medios principales afectados: el aire, el agua y el suelo. Otros medios secundarios afectados pueden ser el paisaje y el humano, cuando la faena se encuentra muy cercana a una población.

Los métodos de explotación utilizados en la pequeña minería y que definen el tipo de faena a seleccionar son los siguientes: Subterráneas, Cielo Abierto o Canteras, Lavaderos y Desmontes.

A partir de los criterios de selección señalados se eligieron 10 tipos de faenas más representativas de la pequeña minería, que se muestran en el Cuadro siguiente, las cuales representan un 99% del universo original, y se presentan fotografías de una planta de tratamiento de minerales y una mina, típicas de la pequeña minería.

Identificación, Valoración y Cuantificación de Impactos Ambientales

La identificación de los impactos potenciales resulta del análisis de la interrelación existente entre las acciones de las faenas que podrían causar algún impacto ambiental (fuente de emisión), los agentes contaminantes y los medios ambientales afectados.

La valoración de los impactos se realiza evaluando la relevancia con que se manifiestan de acuerdo al tipo de faena estudiada. El grado de valoración del impacto ambiental corresponde a un análisis cualitativo y/o cuantitativo del conjunto de factores o agentes contaminantes sobre una componente ambiental específica.

La valoración así definida para cada una de los tipos de faenas estudiados se representa en la matriz presentada en la página siguiente.

Para cuantificar cada uno de los agentes y su impacto potencial se consideraron los resultado de análisis químicos realizados, de interpretaciones teóricas, estimaciones empíricas y observaciones realizadas en terreno.

Estimación de Consecuencias Actuales y Futuras

Las consecuencias de la actividad de la pequeña minería relacionadas con la contaminación del medio ambiente que se estima en forma general, se resumen a continuación. Estas se asocian principalmente a plantas, por los impactos respectivos que ellas producen, como se comentó anteriormente, y éstas son:

- Parcial infiltración de aguas del descarte con contenido de elementos tóxicos, en zonas con alta transmisividad hidráulica, como las correspondiente a plantas con sus lugares de descartes ubicados

en los márgenes de algún río (ver fotografías en página siguiente). Para el caso de la lixiviación se hace más crítico por la acidez de las descargas y alto contenido de cobre, fierro y sulfatos.

- Potencial deslizamiento o rebalse de depósitos de relave deficientes y abandonados con riesgo para la población y las actividades agrícolas y ganaderas, especialmente aquellos construidos en la ladera de un río (ver fotografías en página siguiente).
- Cambio permanente de la calidad del suelo, producto de los depósitos de relave, descargas descontroladas de productos tóxicos, basura industrial y propias de las instalaciones permanentes requeridas en cada proceso.
- Envenenamiento con vapor de mercurio a través de un proceso de reabsorción por inhalación, producto de la liberación en la destilación de la amalgama en circuito abierto, en el proceso de recuperación de oro.
- Intoxicación por transformaciones bacteriales anaeróbicas del mercurio que pueden conducir a su metilación, llegando al cuerpo humano o animales por medio del agua potable, de la alimentación y del aire que se respira.
- En la etapa de abandono de minas, potencial peligro a futuro para las personas y animales que transitan por zonas con piques o labores de explotación sin señalización ni protección. Este riesgo es difícil cuantificar, pero se estima de mayor relevancia en las minas más pequeñas y de menos recursos.
- Junto a las otras actividades de las respectivas zonas, contribuir a la presencia de material particulado y sólidos en suspensión en vías de tránsito por caminos no pavimentados, desmejorando la calidad de vida para los habitantes de los alrededores.
- Molestias y posible daño del sistema auditivo por emisión de ruidos molestos sobre las personas que viven en poblados ubicados cerca de las faenas.
- Impacto en la calidad de vida de las personas, trabajadores y a veces también sus familias, que viven en campamentos situados dentro del área industrial, cerca de las fuentes generadoras de polvo y ruido.
- Contaminación de suelos y cauces de agua por un manejo descuidado de las basuras industriales y domésticas y desechos orgánicos.

Medidas de Prevención, Mitigación y Control

De acuerdo a la estimación de consecuencias actuales y futuras, que se ha identificado como resultado de impactos contaminantes, se propone las siguientes medidas de prevención, mitigación y control:

Construcción o reparación de los tranques de relaves. Ubicarlos en lugares adecuados, fuera de las laderas de los ríos, localidades agrícolas no autorizadas y poblaciones urbanas. Impedir que los residuos sólidos y líquidos se descarguen a cauces de agua de cualquier uso.

- Construcción de drenes y sistemas de reciclaje de aguas, como forma de disminuir el consumo de agua fresca y la contaminación producto de filtraciones. En plantas de amalgamación, dado el gran contenido de líquido de las descargas, debería establecerse como obligación del proceso.
- Reparación o construcción de estanques impermeabilizados para evaporación de la descarga líquida ácida del proceso de lixiviación, que permitan un tiempo de operación prolongado (uno a dos años).
- Reubicación de plantas de tratamiento de minerales que estén emplazadas en sitios de riesgo ambiental como riberas de río y zonas urbanas.
- Estudio para forestación de los tranques de mayor tamaño, una vez abandonados, para aumentar su estabilidad, controlar la erosión y mejorar el paisaje en zonas aptas para el desarrollo de la vegetación y las que estén en un lugar de inminente riesgo para la población.
- Operación con "trampas" en la descarga de los trapiches amalgamadores para aumentar la recuperación del mercurio que se pierde por este concepto.
- Implementar sistemas para la recuperación de mercurio mediante la destilación de la amalgama en circuito cerrado (retortas de destilación).
- Protección con cubiertas de lona u otro material similar de las tolvas de camiones cargados, para evitar la emisión de polvo durante el transporte.
- Construcción de sistemas de supresión de polvo en chancadores, como por ejemplo humedecer el mineral o cerrar los recintos.
- Ubicar los campamentos fuera del recinto industrial para disminuir los efectos del ruido, polvo, etc.
- Construcción de supresores de ruido o "encerramiento" para chancadores y, eventualmente trapiches ubicados en zonas urbanas o cercanas a habitaciones.
- Construcción de servicios higiénicos (excusado, lavatorios y duchas) en toda las faenas de acuerdo a la norma (Decreto 745, Ministerio de Salud).
- Construcción de recintos adecuados o sistemas para manejo de abastecimiento de materiales (especialmente reactivos y otros contaminantes) y basura industrial.

- Hacer cumplir la legislación asociada a la etapa de abandono de las minas normada en el D.S. N° 72 del Ministerio de Minería.

Extrapolación de la Información

Para extrapolar la información de los tipos de faenas al universo definido, se ha considerado el impacto identificado, su correspondiente medida de mitigación, el número de faenas asociadas y el costo de inversión unitario de las correspondientes medidas de mitigación propuestas.

La inversión global nacional que se requiere para ejecutar las medidas de mitigación en la pequeña minería chilena asciende a los US\$ 9.200.000 (nueve millones doscientos mil dólares) aproximadamente. De este total un 91% corresponde a las medidas aplicables a las plantas y el restante 9% a las minas.

En tabla siguiente se resume los resultados de la extrapolación, en la cual se muestra los impactos definidos, la cantidad de faenas que presenta cada impacto, las correspondientes medidas de mitigación y su costo de inversión.

IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN	CANTIDAD DE FAENAS	INVERSIÓN REQUERIDA (US\$)
Riesgo por ubicación planta en zona urbana y/o cauces naturales.	Traslado de la planta.	106	5.563.125
Contaminación de suelos y cauces por descarga de riles.	Construcción tranque de relave o estanque evaporación.	93	2.188.813
Contaminación de suelos y cauces por derrames y filtraciones.	Reparación tranque de relave o estanque evaporación.	81	263.138
Filtraciones a aguas subterráneas	Sistema recirculación agua del tranque.	85	162.000
Contaminación de suelos por la acción humana	Sistema sanitario y depósito basuras (baños, agua potable, choquera)	1.648	861.000

Conclusiones y Recomendaciones

- Una gran cantidad de las plantas procesadoras de menor tamaño no están ubicadas necesariamente cerca de las minas, sino que en lugares donde disponen de recursos y accesos con relativa facilidad y de menor costo, como ocurre en las zonas urbanas (agua, luz, mano de obra, alojamiento, etc.) y cercanas a cauces de agua.
- No existen antecedentes sobre las condiciones ambientales de dichas faenas, salvo estudios locales y no sistemáticos. No se conoce de seguimiento realizados a este sector por un tiempo prolongado que permita proyectar efectivamente la dimensión del problema.
- Sin perjuicio de lo anteriormente señalado, del estudio se puede concluir que la pequeña minería en Chile no es un factor relevante de contaminación ambiental. Esto se debe principalmente a su bajo nivel operacional y a su dispersión en una gran extensión del territorio nacional. Las faenas que deben ser analizadas con mayor detalle son las ubicadas en zona urbanas o próximas a ella y las que se encuentran emplazadas en la ribera de un cauce natural. En el primer caso, se observa una mayor concentración en las localidades de Diego de Almagro en la III Región y Andacollo en la IV. En el segundo caso están las plantas ubicadas en la orilla del río Copiapó y las emplazadas en la cuenca del río Illapel.
- No se detectó contaminación provocada por impactos asociados a la actividad de la pequeña minería nacional que correspondan a situaciones que no estén consideradas en los reglamentos ambientales vigentes o en estudio. Su incumplimiento, por lo general, se debe a la falta de recursos económicos de la faena, a una débil o nula conciencia ambiental, y en al desconocimiento de las normas existentes.
- El impacto identificado como de mayor importancia cuya consecuencia produce o puede producir contaminación es las descargas de residuos líquidos, provenientes de las plantas de tratamiento de mineral, por involucrar un gran volumen que en general tiene elementos en concentraciones que sobrepasan la norma. El resto de los impactos se puede considerar que corresponden a los comúnmente generados por cualquier actividad industrial y en este caso tienen un efecto local y de menor importancia.
- Otro impacto de difícil cuantificación y solución es la disposición de basuras y desechos propios de la acción humana, ligados a la actividad itinerante de la explotación de pequeñas minas.
- De los análisis químicos realizados se desprende que las aguas de descartes de las plantas no son recomendables para ningún otro uso que no sea su recirculación para su reutilización en el proceso, dado el contenido de elementos contaminantes que poseen.
- En Chile no existe una legislación en torno a la disposición de residuos industriales sólidos, especialmente con respecto a su almacenamiento, tratamiento y disposición final, no existiendo basureros industriales para ellos. Así mismo, no existe una normativa respecto de calidad de

suelos.

- Aún cuando existe una amplia normativa sobre la calidad de las aguas, la reglamentación referida a descargas de residuos industriales líquidos directamente a cursos y masas de aguas superficiales y subterráneas no ha entrado en vigencia.
- Como los temas ambientales tienen siempre un carácter local, aun cuando se trate de problemas globales, cualquier extrapolación regional, provincial y comunal de los impactos y medidas de mitigación propuestas deberían realizarse a partir de un catastro que mejore la calidad de la información existente, con el fin de eliminar el error sistemático del análisis estadístico desarrollado en el trabajo e implementar las soluciones acorde a la realidad específica de cada faena.
- Finalmente, se recomienda crear un cuerpo normativo acorde con la características particulares de este sector, tanto para el establecimiento de las normas específicas que lo rijan como los procedimientos y organismos de control y fiscalización responsables.