

## **TECNOLOGIAS LIMPIAS EN LA INDUSTRIA MINERA BOLIVIANA**

*Bady I. Mancilla S.<sup>(1)</sup>, Soledad Siñani Q.<sup>(2)</sup>*

<sup>(1)</sup>Carrera de Ingeniería Geológica y del Medio Ambiente –  
UMSA. La Paz – Bolivia. badysol@hotmail.com

<sup>(2)</sup> Conservación Internacional – Bolivia,  
E-mail: soledad@geologist.com

---

### **RESUMEN**

Bolivia se caracteriza por ser un país tradicionalmente minero, la cual fue desarrollada de forma artesanal, lo cual la predispone en especial en la minería chica, a estar expuestos a los diferentes riesgos ambientales, las amenazas y la vulnerabilidad de estas comunidades mineras son excepcionalmente altas, esta situación es acrecentada debido a la falta de incentivos y normativas que promuevan la implementación de tecnología limpia en el ciclo minero principalmente de la pequeña minería, los cuales no tienen acceso, ni recursos para la implementación de tales alternativas .

En el desarrollo del presente documento se realizara un análisis de los principales antecedentes de contaminación en Bolivia, y la necesidad de implementar la tecnología limpia principalmente pequeña minería y minería artesanal, pasando por la descripción de los diferentes tipos de minería o de técnicas que se emplean en el proceso y como estas afectan al medio ambiente, y finalmente se propondrá la introducción de la tecnología limpia como incentivo de gran importancia para un modelo de desarrollo sostenible minero en Bolivia.

### **EL SECTOR MINERO NACIONAL**

El desarrollo económico de Bolivia ha estado íntimamente ligado a la explotación de minerales y por consiguiente las demandas y precios de los mercados internacionales han marcado el ritmo de la vida del país y han sido definitivos para el curso que ha tomado su historia.

Incluso antes de su creación como Republica, el territorio fue conocido mundialmente por sus ricos yacimientos, principalmente de plata, los cuales en lugar de haber dejado riquezas y prosperidad al país se convirtieron en la causa de explotación de sus habitantes y de degradación paulatina de los recursos hídricos, suelos y vegetación.

Durante décadas, el cerro rico de Potosí constituyó el yacimiento de minerales de plata más importante del mundo. Su descubrimiento en 1.545 inició el ciclo de la minería en el territorio que hoy constituye Bolivia. Para aprovechar la plata de Potosí se introdujeron tecnología de punta para su tiempo; pero no consideraron ni los efectos para la población originaria ni los impactos sobre el medio ambiente. La producción se basa en el trabajo de los indígenas bajo el régimen de la mita. Ello conlleva que cada año llegan a Potosí alrededor de 13.500 mitayos con sus familias,

formando un contingente de 40.000 personas. La ciudad así, llega a convertirse en uno de los principales centros urbanos del mundo.

A inicios del presente siglo XX la demanda internacional del estaño reafirmo, el rol monoprodutor del país. Durante siete décadas, la explotación principalmente de estaño pero también de plomo, zinc y wolfram entre otros, permitió amasar grandes fortunas, entre estas la de Simón Patiño, quien se convirtió en uno de los diez hombres mas ricos del mundo. Sin embargo, estas grandes riquezas no fueron reinvertidas en el país, y esta etapa culmino con la revolución de 1952, bajo la consigna de nacionalización de las minas.

De esta manera surgió la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) que controló el 75% de la industria minera nacional y que a pesar de nacer casi sin capital, debido a las indemnizaciones que tuvo que pagar a las grandes empresas nacionalizadas, se constituyo en la principal fuente de ingreso del país. Los recursos captados por estas empresas fueron destinados a desarrollar el oriente del país mediante el apoyo al sector petrolero y agroindustrial y la construcción de caminos para conectarlo con el resto del país.

Tras años de gestión desafortunada, el colapso de los precios internacionales del estaño puso de manifiesto la fragilidad fundamental de la economía boliviana y sumió a Comibol y al país en una crisis económica. El Gobierno que llegó al poder en 1.985 abandonó el anterior modelo de desarrollo económico dirigido y dio paso a una nueva política de ajustes macroeconómicos y estructurales. Las costosas minas de Comibol se cerraron y toda su infraestructura de bienestar social se abolió. La nómina laboral se redujo de 30.000 a menos de 5.000, en tanto que la propia Comibol fue reestructurada como sociedad de cartera para los activos mineros estatales. Muchos trabajadores encontraron empleo en cooperativas mineras, donde los salarios son mucho más bajos y el trabajo más peligroso. Una nueva ley de inversiones promulgada a finales de 1.990 incluyó la garantía de los derechos de propiedad, la libertad de repatriación de capital y utilidades, y la igualdad de trato a las compañías nacionales y extranjeras, cambios que dieron lugar a un considerable aumento de la participación privada en el sector minero. Con Inti Raymi a la cabeza, las empresas mineras privadas han apartado desde entonces a la minería boliviana de su secular concentración en el estaño, orientándola a la exploración y explotación de zinc, plata, plomo y oro.

Es en la década de los 80 y principios de los 90 cuando se despierta el interés por la problemática ambiental mediante la realización de diversos estudios sobre impactos ambientales causados por la actividad minera, destacando los trabajos de los especialistas de la Universidad de Stirling, junto con la investigación en 1.991 de la problemática de la contaminación que desencadena la explotación aurífera en la Región de Araras en la zona tropical del noroeste del país. Más tarde en 1.993, la

Secretaría Nacional del Medio Ambiente (SENMA) lleva a cabo una Evaluación Ambiental de los sectores minero e industrial en Bolivia, estableciendo que dicha actividad había causado y continuaba haciéndolo, un gran impacto negativo en el medio ambiente natural y humano, en el que resaltaba que los datos sobre los efectos específicos eran escasos.

Bolivia un país conocido mundialmente como país tradicionalmente minero, arrastra también una gran cantidad de pasivos ambientales, la tecnología empleada en 1956 con el descubrimiento del proceso de amalgamación del mineral de plata con mercurio, hace posible la explotación mucho más provechosa de los yacimientos, quienes recuperan el metal preciosos volatilizando el mercurio, lo cual puede llegar a causar una contaminación masiva. Más de 40.000 toneladas de azogue fueron diseminadas en el medio ambiente sólo durante la época colonial. Además, el uso de leña de keñua y yareta como combustible para los hornos de fundición y de cedro para el maderamen de los socavones, lleva a someter a estas especies a una dramática extracción, causando la degradación sucesiva de los suelos del altiplano y del valle.

Desde la perspectiva ambiental, la actividad minera ocasiona diferentes impactos con distintos niveles de intensidad, entre ellos podemos mencionar la contaminación de grandes extensiones de suelos y cuerpos de agua, así como la transformación del paisaje a través de la destrucción de cerros, la construcción de diques y la acumulación de colas de minerales. También tienen un importante impacto sobre la biodiversidad, ya que utiliza madera para el apuntalamiento de socavones y para alimentar las fundiciones provocando una fuerte presión sobre los bosques y dejando suelos expuestos a los procesos de erosión. Por otra parte, las emisiones de gases tóxicos así como el vertido de residuos líquidos y sólidos amenazan constantemente las formas de vida que se desarrollan en su entorno.

Desde la búsqueda y prospección, pasando por la fase de explotación y concluyendo con el procesamiento, todos los procesos de explotación de metales provocan impactos, ya sea a través de toma de muestras, remoción del suelo, construcción de carreteras e infraestructura, dragado de los lechos de ríos, descargas de agua de mina o emisión de polvo sobre cuerpos de agua y suelos como gases tóxicos, entre otros.

La generación de lixiviados, produce los mas altos impactos ambientales de la minería y es un proceso que ocurre cuando el agua, generalmente de lluvia entra en contacto con los desmontes o colas acumulados, cuyos contenidos elevados en pirita acidifican el medio y favorece la movilización de metales pesados que al fluir contaminan todo a su paso. El alto grado de toxicidad de los metales pesados se debe en parte a su baja degradación y alta capacidad de fijación en la cadena trófica: flora y fauna terrestre y acuática. Los lixiviados son producidos tanto por la minería tradicional como por la moderna, así como por las minas e ingenios

que ya no están en funcionamiento y que, con la desaparición de COMIBOL, no hay quien asuma.

Tanto las actividades productivas de los cooperativistas como las grandes empresas mineras, producen altos impactos al ambiente, por el mal uso del mercurio, el ingreso de colas a los ríos, la sedimentación de material fino en los cauces, el vertimiento de combustibles y aceites, la destrucción del paisaje, la producción de desechos sólidos y aguas negras en poblaciones mineras, la presión sobre flora y fauna, etc.

Además en los últimos años, la utilización de xantato y cianuro se ha generalizado, principalmente para la recuperación de plomo, zinc y plata. Las investigaciones realizadas por Quiroga y Salinas (1996) dan ejemplos patéticos del nivel de contaminación de nuestros recursos, describen por ejemplo, como el lago Poopo agotado y contaminado hasta el límite, prácticamente desapareciendo sin que se haya establecido responsabilidades. Con relación al lago Titicaca, advierten sobre una catástrofe ecológica que sucederá de persistir la continua contaminación que le ocasiona la mina Matilde, mediante el aporte de aguas y sedimentos que contienen niveles relativamente altos de zinc, plomo y manganeso. También está el caso del río Pilcomayo que a través de sus efluentes, provenientes de las zonas mineras de Potosí, recibe contaminación de toneladas de lodo y lama saturadas por reactivos que contaminan sus aguas y afectan a miles de hectáreas de cultivo.

En La Paz, de acuerdo a investigaciones realizadas por Zelaya las aguas acidas provenientes de la mina Milluni, actualmente abandonada, afectan a la red de agua potable que abastece a casi un cuarto de sus habitantes.

Por otra parte, en lo que hace a la salud se destaca dramáticamente el caso de la ciudad de Oruro donde, entre 1980 y 1985, se realizaron estudios que demostraron que el 9,5 de cada mil nacidos tenían malformaciones congénitas relacionadas con la contaminación minera.

Sin embargo la industria minera a pesar de los importantes impactos ambientales producidos, percibe millones de dólares/año por exportaciones de minerales, el 2004, la minería fue el segundo exportador generando 457 millones \$US. (21% total exportaciones del país); \$US. 9.879,0 miles por regalías; 50,000 empleos directos (en su mayoría cooperativistas); Participación del PIB minero en un 4.4% del PIB total, las reservas probadas y probables del zinc en 1.990 alcanzaban para 41 años de explotación, a la tasa de extracción de ese año, y las reservas posibles para 52 años de explotación. Las reservas probadas y probables del estaño, del oro, de la plata y del plomo alcanzaban para 65, 222, 120 y 28 años de explotación, respectivamente, por lo cual es importante el desarrollo de esta industria pero con un nuevo enfoque de desarrollo sostenible de la minería, a través de la implementación de una política

minera que permita que esta actividad siga desarrollándose pero con un enfoque de desarrollo sostenible, a través de la aplicación de tecnología limpia, que sea sustentada por el estado, e incentivado como de prioridad nacional.

Este apretado resumen de la historia y situación minera del país, nos permite abordar con más claridad, la necesidad de la implementación de una política minera, como prioridad nacional que contemple la mitigación de pasivos ambientales dejados durante décadas, la implementación de tecnología limpia con bajo coste para la minería pequeña.

### **CARACTERIZACION DE PROCESOS MINEROS EN BOLIVIA**

Uno de los más importantes sectores en la minería en Bolivia está constituido por la minería cooperativizada y artesanal, la generación de empleo en cooperativas mineras es importante, ya que estas generan entre el 66% y 85% del empleo del sector minero, la minerva mediana entre el 6% y 19%, las cooperativas son altamente intensivas en trabajo y, por el contrario, poco intensivas en capital.

Las cooperativas mineras "tradicionales" explotan yacimientos de estaño, wolframio, complejos de plomo-plata-zinc, antimonio y bismuto. En la mayoría de los casos trabajan en minas antiguas de Comibol, y están conformadas por los mismos ex- trabajadores de esta empresa estatal.

Mientras una parte de los mineros vende el mineral extraído a ingenios mecanizados particulares, que procesan la carga utilizando equipos como chancadoras, molinos, mesas concentradoras, etc., o más sofisticadamente mediante flotación (en el caso de complejos en la ciudad de Potosí), otra parte realiza su propia concentración rústicamente utilizando quimbaletes (son molinos rústicos usados para moler el mineral aurífero y recuperar el oro con mercurio), champalavadores, maritales y buddles, sobre todo en la minería del estaño y wolfram.

Existe un número considerable de pequeñas empresas (minería chica), que trabajan en minerales tradicionales. Sus actividades se centran en minas de antimonio (parcialmente con oro), complejos (plomo-plata-zinc) y alguna en estaño y wolframio. Generalmente estas empresas trabajan en forma mecanizada, tanto en la explotación o extracción de la carga como en la concentración, tratando poco tonelaje (<50 t/día). Aunque existen algunas operaciones que cuentan con diques de colas rústicos, el impacto ambiental de estas minas (emisión de aguas ácidas de mina, efluentes de flotación y de sólidos a los ríos, etc.) es grave. Muchas de estas empresas disponen de ingenieros mineros o metalurgistas, que solamente se preocupan de la producción, no del medio ambiente.

En Bolivia, la pequeña minería aurífera comprende tanto la explotación de yacimientos primarios como secundarios, cada uno con sus

características y problemas propios. Se estima que la producción anual excede las 10 toneladas métricas, y la población que vive de esta actividad alcanza a las 70.000 personas (mineros, sus familias y otra gente dedicada a actividades complementarias o periféricas).

Normalmente los mismos mineros en forma individual o en pequeños grupos procesan su propia carga extraída de la mina, en ingenios rústicos. No disponen de ningún sistema de retención de sus colas, que en la mayoría de los casos son piritosas y son descargadas directamente a los ríos. Los "relaveros", que retratan colas antiguas, utilizan la misma tecnología rústica descrita. Estos destruyen además diques antiguos de colas- que las ex -empresas construyeron- para recuperar algo del mineral valioso aún contenido, para luego descartar las nuevas colas a los ríos.

Por otro lado, las Cooperativas Auríferas Aluviales, que operan en casi todo el territorio de Bolivia, lo hacen muy especialmente en la región de la pendiente oriental de los Andes, y en la parte baja hasta la frontera con Brasil. Los aluviones son generalmente explotados por medio de minería a cielo abierto, en algunos casos por cuadros profundos enmaderados que atraviesan capas de grava suelta. Desde el punto de vista netamente minero, se utilizan toda la gama de posibilidades técnicas, desde la picota y pala, hasta equipos pesados para el movimiento de grandes volúmenes de tierra, con valores de cientos de miles de dólares; desde socavones donde solo se pueden avanzar a gatas, hasta pozos de extracción muy grandes o cuadros verticales hasta de varios cientos de metros. Para el transporte del material aurífero, se utiliza desde bolsas metaleras o carretillas hasta palas cargadoras (frontales) y camiones de volteo grandes. Para la separación de oro de la grava utilizan canaletas (lavaderos), después de un descarte por clasificación del material grueso estéril, mediante cribas estáticas o vibratorias.

Las cooperativas grandes disponen de moderna maquinaria pesada (tractores, palas frontales, retroexcavadoras, volquetas, etc.) que mueve grandes volúmenes de material (estéril y aurífero), que generalmente es "empujado" a los ríos después del proceso de extracción del oro. Esta práctica está causando un grave impacto ambiental por la lodificación de los ríos y la alteración de sus cursos. También se altera el paisaje, por la destrucción de terrazas y fértiles, sin ninguna intención de restauración. La capacidad de estas cooperativas en algunos casos llega hasta 1000 m<sup>3</sup>/día en materiales extraídos.

Respecto a las Cooperativas Auríferas Primarias se debe destacar que trabajan sobre yacimientos primarios (roca dura), que contienen vetas de cuarzo aurífero, acompañados generalmente de sulfuros metálicos o sus óxidos. El oro se presenta tanto como oro visible macroscópicamente sobre el cuarzo, como también entrecrecido con los sulfuros. Las vetas son explotadas manualmente y con la ayuda de compresoras de aire y perforadoras neumáticas; el uso de explosivos también es común.

Generalmente el desarrollo de la explotación no avanza sistemáticamente, preferentemente se arrancan las zonas enriquecidas, explotándolas a veces en una forma sumamente peligrosa (sin dejar puentes de seguridad, y vaciando grandes rajos).

La preparación del material y el beneficio del oro se lleva a cabo utilizando diferentes esquemas.

Además en la minería aurífera existe un fuerte componente informal, expresado en los denominados "barranquilleros".

En general, las técnicas de procesamiento utilizadas por el sector de la pequeña minería aurífera primaria muestran una gran variedad de técnicas individuales, que dependen especialmente de la situación financiera de los mineros y de sus conocimientos tecnológicos. La gama va desde la más primitiva (molinos de piedra), pasando por métodos como bateas, canaletas, etc., hasta equipos modernos que se diferencian muy poco de los utilizados por la minería sofisticada (mesas concentradoras, espirales concentradoras, centrífugas, etc.).

La última etapa se suele realizar sin ningún equipo para recuperar mercurio, y sin utilizar implemento de seguridad alguno contra los vapores de éste. Suelen utilizar varias fuentes de calor que van desde el carbón vegetal a sopletes a gas oil, gas propano o acetileno, hasta hornillas a querosén muy comúnmente utilizadas en las cocinas de los mineros. Otro sistema de procesamiento, también rudimentario, utiliza una especie de mortero grande de piedra llamado "toloca" (piedra hueca y un bloque que se mueve en su interior), donde se muelen y amalgaman simultáneamente porciones pequeñas y ricas de material triturado, prescindiendo de una etapa adicional de amalgamación. En este proceso combinado, se produce mucho mercurio atomizado, que se pierde irremediamente en las colas durante el proceso de lavado en batea para separar la amalgama gruesa. Luego, la amalgama es quemada al aire libre para evaporar el mercurio.

Así mismo es empleado el llamado "molino chileno" o "trapiche", donde utilizan placas amalgamadoras o una canaleta empedrada, o también es común el uso de pequeñas trituradoras de mandíbulas, mesas concentradoras, etc. Generalmente, la recuperación de oro en las plantas de procesamiento en las minas primarias es baja, debido a que parte del oro muchas veces no es recuperable con sus métodos rústicos de concentración gravimétrica o por amalgamación. Además se pierde oro liberado en las colas, especialmente oro fino y oro laminar (laminado en la molienda). Alguna parte del oro también se pierde debido a la insuficiente liberación. La combinación de molienda y amalgamación ocasiona altas pérdidas de pequeñas partículas de oro atrapadas en la harina de mercurio o bajo la forma de flóculos de amalgama-oro, que a veces contienen burbujas de aire o agua atrapadas. Estos flóculos, en general, tienen un peso específico relativamente menor y una gran superficie, por lo que son fácilmente arrastrados a las colas. Generalmente, en sistemas combinados

de molienda-amalgamación en flujo abierto, se pierden de 5 a 10 kg de mercurio por kg de oro recuperado. Estas pérdidas son varias veces mayores a las ocasionadas por la quema de amalgama al aire libre (en Bolivia la pequeña minería aurífera no utiliza aún la lixiviación cianurante en sustitución de la amalgamación).

A su vez el proceso de amalgamación puede ser "in situ", en canaletas, molinos, en amalgamadores tipo "jackpot", con planchas amalgamadoras, de forma manual, o bien en tambores amalgamadores. La amalgamación "in situ" se aplica solamente en la minería aluvial. El mercurio es echado directamente a la poza de excavación, luego con el movimiento y el transporte de la carga, el oro libre existente se amalgama parcialmente. Esta técnica es utilizada frecuentemente en minas aluviales que tienen el sistema monitor-bomba de grava-canaleta. La amalgamación se realiza tanto en la poza o tajo, como durante el paso de la pulpa por la bomba y la tubería hacia la canaleta. Por la fuerte agitación de la pulpa durante el transporte, una gran parte del mercurio se pulveriza y se pierde en las colas junto con los flóculos de amalgama. Ni el mercurio pulverizado, ni los flóculos de amalgama pueden ser recuperados eficientemente por la canaleta. Las pérdidas de mercurio son sumamente altas y la recuperación de oro fino es baja.

La amalgamación en canaletas es practicada tanto en la minería de oro aluvial como en la primaria. En este caso, el mercurio se coloca entre las rejillas de una canaleta o en depresiones del piso de la misma. La canaleta se opera entonces de la misma manera que para una separación gravimétrica normal. El oro fino, cuando tiene una superficie limpia, se amalgama en lugar de ser transportado fuera de la canaleta. Sin embargo en muchos casos, el oro pasa por la canaleta sin amalgamarse para luego perderse en las colas (porque la superficie del oro o del mercurio está sucia). Este proceso al margen de producir una recuperación limitada - emite grandes cantidades de mercurio. Muchas veces, la pulpa pasa por un barril de retención antes de llegar a la canaleta, donde se coloca mercurio para una amalgamación previa. Con este dispositivo adicional, las pérdidas de mercurio son aún más altas.

Si se utilizan molinos, el mercurio se vierte dentro del equipo de molienda y la amalgamación del oro se lleva a cabo en circuito abierto. Este tipo de amalgamación se puede realizar en molinos a bolas, de pisones, chilenos, manuales o a martillos.

En este proceso, una parte de la amalgama se queda en el recipiente del molino (tambor, tazón, etc.). Otra parte sale del molino y es parcialmente recuperado por métodos gravimétricos (canaletas, trampas, etc.) o planchas amalgamadoras. Sin embargo, las pérdidas de mercurio en las colas, especialmente en forma de mercurio finamente molido o harina de mercurio, son muy altas.

El oro también puede ser amalgamado en dispositivos del tipo "jackpot", estas son trampas llenas de mercurio, generalmente instaladas a la salida de los molinos o antes de las canaletas. Estos amalgamadores deberían ser evitados por sus altas pérdidas de mercurio, especialmente con carga gruesa.

En cuanto a las planchas amalgamadoras, éstas se utilizan en la minería primaria para la recuperación de oro fino (molido); por esto, se colocan a la salida del molino. La pulpa (mezcla de mineral con agua) corre sobre las planchas de cobre o metal (60 % cobre, 40 % zinc) ligeramente inclinadas, que tienen una capa de plata aplicada electrolíticamente. Sobre la plata se aplica una capa de mercurio o amalgama (de plata o de oro). El oro al hundirse en la pulpa, se pone en contacto con el mercurio y se queda formando amalgama. Para mantener su funcionamiento, las planchas deben ser "activadas" periódicamente, es decir que necesitan una nueva carga de mercurio para que el atrapamiento de oro no cese y la amalgama tenga una consistencia favorable (especie de masa plástica). Cuando la capa de amalgama es bastante apreciable, esta se remueve y separa con una espátula de goma. Las planchas tienen que ser limpiadas varias veces al día y ser reacondicionadas para su reutilización, tales operaciones demandan bastante tiempo e implican - por el alto valor del producto - bastante riesgo de robo.

En algunos casos en minería aluvial se utilizan también planchas amalgamadoras, por lo que se requiere eliminar las piedras gruesas, a fin de disminuir el efecto del arrastre mecánico.

### **PRODUCCIÓN LIMPIA EN LA INDUSTRIA MINERA**

El artículo 22 del Código de Minería destaca que el Estado establecerá mecanismos de fomento, asistencia técnica y políticas de financiamiento para el desarrollo de la minería chica y cooperativa. Asimismo, establecerá sistemas de incentivos para la protección ambiental en las operaciones de la minería, y el art 85 establece que: *el estado establecerá mecanismos financieros o tributarios para facilitar el control de flujos contaminantes.....*, Sin embargo este no fue cumplido ya que actualmente los pasivos ambientales producto de esta actividad, se encuentran en una gran parte del país, sin ningún tipo de remediación o mitigación de estos, por lo cual es importante que Bolivia incorpore una política de Estado para la incorporación de Tecnologías Limpias a la industria minera.

Así mismo debemos hacer notar que dentro de la política ambiental de los últimos años implementada por el gobierno se intento hacer cumplir la legislación ambiental vigente, sin resultados aparentes, a pesar de los esfuerzos de las autoridades. Con este fin se promulga el Decreto Supremo 25419 de 11 junio de 1999 en el que establecen plazos para la presentación de Manifiestos Ambientales (obtención de la licencia

ambiental de funcionamiento) para operaciones mineras, dividiéndolas en tres categorías: explotación de áridos hasta el 31 de agosto de 1999, explotación a cielo abierto y aluvial hasta el 29 de octubre de 1999 y explotación tradicional hasta el 31 de diciembre de 1999. Pese a haber hecho una gran campaña de difusión de este Decreto, no se lograron los resultados esperados con su promulgación y hasta la fecha la mayor parte de las operaciones mineras en general y de la pequeña minería en particular siguen funcionando sin ningún tipo de licencia ambiental. Siguiendo los mismos procedimientos, se promulga el Decreto Supremo 25877 del 24 de agosto de 2000, que refiere a un nuevo plazo para la presentación de Manifiestos Ambientales. El plazo dado en este último Decreto es el 23 de agosto de 2001.

Desde esta perspectiva, desarrollar una política que fomente la producción limpia representa un gran reto al sector minero de forma de lograr actividades mineras que sean efectivas, tanto productiva como ambientalmente.

El tema de la producción limpia debe necesariamente reconocer las diferencias entre grandes, medianas y pequeñas empresas mineras. Las grandes empresas poseen los recursos económicos y humanos para implementar políticas de producción limpia, sin embargo, la pequeña minería no están en condiciones de hacerlo, es aquí donde el Estado juega un Rol relevante para difundir y apoyar a los cooperativistas mineros, y minería artesanal ya que estos se constituyen en la actualidad en la principal fuente de contaminación por minería en Bolivia.

La implementación de una política de Estado que patrocine e implemente una gestión ambiental integral, desde la etapa de planificación hasta el cierre de las faenas mineras, promoviendo una producción limpia en el sector minero que permita a la vez mejorar la eficiencia productiva y operacional de este sector así como también, mejorar su desempeño ambiental, con una permanente aplicación de una estrategia ambiental preventiva, aplicada a los procesos, productos y servicios relacionados al sector minero, con el fin de aumentar la eficiencia y competitividad de las empresas, prevenir la generación de residuos en la fuente y reducir el riesgo sobre la población y el medio ambiente.

- Esta política minera de producción limpia debe contemplar los siguientes aspectos:
- Prevenir la contaminación en el origen.
- Generar mecanismos de Transferencia Tecnológica (Aplicación de Tecnologías Limpias).
- Incorporar en la gestión global de las empresas el concepto de producción limpia
- Generar un de mecanismos de incentivo

- Reforzamiento de la capacidad institucional del estado en materia minera y ambientales
- Transferencia de Tecnologías Limpias desde países desarrollados, así como también, promover el desarrollo de Tecnologías Limpias nacionales. Se deberá contemplar la oportunidad de promover la transferencia tecnológica en el ámbito de la minería, fundición y refinación, a través de tecnologías tanto pirometalúrgicas como hidrometalúrgicas. En este contexto, se coordinarán actividades con Universidades y Centros de Investigación en el ámbito nacional e internacional.