



Problemática Ambiental en Bolivia

Jorge Escobari

Viviana Caro

Alfonso Malky

Documento de Trabajo

La Paz, diciembre de 2004

Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN	1
2	PROBLEMAS DE CALIDAD AMBIENTAL EN BOLIVIA	3
2.1	EL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL	4
2.2	EL SECTOR MINERO	5
2.2.1	<i>La Minería Mediana</i>	5
2.2.2	<i>La Minería Pequeña</i>	6
	• Minería Tradicional	6
	• Minería Aurífera	7
2.3	EL SECTOR INDUSTRIAL	8
2.3.1	<i>La Industria Energética y el Ambiente</i>	8
	• Exploración y Explotación de Petróleo y Gas	9
	• Transporte de Petróleo y Gas	9
	• Refinación de Petróleo	10
2.3.2	<i>La Industria Manufacturera y el Ambiente</i>	10
	• Empresas Metalúrgicas	11
	• Empresas del Subsector Mineral Industrial: Cemento	11
	• Curtiembres	12
	• Industria Alimenticia	12
2.4	PROBLEMAS AMBIENTALES URBANOS	12
2.4.1	<i>Residuos Sólidos</i>	12
2.4.2	<i>Contaminación Atmosférica e Hídrica</i>	13
2.4.3	<i>Situación del Saneamiento Básico</i>	14
3	MARCO REGULATORIO Y DE GESTIÓN AMBIENTAL	15
3.1	MARCO NORMATIVO LEGAL	15
3.1.1	<i>Ley del Medio Ambiente (LMA)</i>	15
3.1.2	<i>Reglamentos Sectoriales Específicos y de la LMA</i>	16
3.2	MARCO INSTITUCIONAL	17
3.2.1	<i>Instituciones Públicas</i>	18
	• Instituciones del Gobierno Central	18
	• Instituciones Departamentales y Municipales	18
3.2.2	<i>El Sector Privado, Instituciones Académicas, Científicas y otras Organizaciones</i>	19
3.3	LIMITACIONES DE LA GESTIÓN AMBIENTAL, COMENTARIOS	19
3.3.1	<i>Claridad Funcional</i>	20
3.3.2	<i>Debilidad Institucional</i>	20
3.3.3	<i>Exigencias, Complejidad y Rigor de las Normas Vigentes</i>	21
4	PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS	21
5	BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXO	26	
	<i>Anexo: Contaminación por el Uso del Mercurio</i>	27

1 INTRODUCCIÓN

Las características geográficas, demográficas y socio económicas de Bolivia establecen particularidades en la problemática ambiental. El país es el más pobre de Sudamérica y el tercero más pobre en el hemisferio occidental después de Honduras y Haití. Sin embargo, posee, abundantes RRNN renovables y no renovables. Es el sexto país a nivel mundial con recursos forestales tropicales húmedos; el tercero en el continente americano después de Brasil y México en cuanto a bosques; el séptimo en el mundo en cuanto a biodiversidad; el segundo en Sudamérica en cuanto a reservas gasíferas y; posee reservas importantes de varios minerales (zinc, estaño, plata, litio y otros).

El territorio Boliviano es megadiverso y se encuentra entre los diez países con mayor riqueza en especies de vertebrados, ocupa el cuarto lugar a nivel mundial con mayor riqueza de mariposas y el sexto con mayor número de especies de aves. Tiene 14 eco regiones, 199 ecosistemas, unas 14.000 especies de plantas, 134 especies maderables, más de 2600 especies de animales silvestres superiores, más de 50 especies nativas domésticas y más de 3.000 variedades de plantas medicinales.

Sin embargo, estos recursos se encuentran amenazados por permanentes procesos de degradación por la presión demográfica, la deforestación, quema, extracción selectiva de especies, caza ilegal y, actividades productivas que se desarrollan bajo condiciones específicas de contaminación que dependen de los insumos productivos, los procesos industriales utilizados, el nivel tecnológico y el medio donde se desenvuelven (MDSP, 2002).

Tabla N°1.
Estructura Porcentual del PIB boliviano por Tipo de Actividad. Promedio 1991-2004

Actividad	Promedio % (1990- 2004)
Agricultura, silvicultura, caza y pesca	14,76
Petróleo Crudo y Gas Natural	4,62
Minerales Metálicos y no Metálicos	5,1
Industrias Manufactureras	16,69
Electricidad, gas y agua	1,96
Construcción	3,38
Comercio	8,56
Transporte, almacenamiento y comunicación	10,42
Servicios Financieros	3,28
Servicios de la Administración públicas	9,3
Otros	21,93

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

En Bolivia, la industria manufacturera es muy básica, cuenta con escasos recursos humanos calificados y en general no ha desarrollado economías de escala y ámbito. La industria energética, relacionada a la extracción de petróleo y gas natural, cuenta con tecnología de punta y personal muy calificado. La minería boliviana tiene características disímiles, mientras algunas operaciones de la minería mediana cuentan con tecnología de punta, otras de la minería pequeña normalmente se desarrolla en condiciones muy

precarias. Esta también es una característica de la actividad agropecuaria, que presenta fuertes diferencias tecnológicas y de uso de insumos.

Muchas características urbanas, rurales y de explotación de recursos en Bolivia hacen suponer que las actividades productivas aún tienen, en general, un impacto ambiental leve y/o solamente local. Sin embargo, existen algunos problemas ambientales de magnitudes considerables, como los relacionados a la minería y la industria (manufacturera y energética), que estarían demandando una mayor atención por parte de la población y el Gobierno.

Desde una perspectiva de diseño de políticas públicas, los flujos de residuos generados a partir de las actividades productivas causan una serie de impactos sobre el medio *biótico*¹ y/o *abiótico* que dependen básicamente de la naturaleza del residuo y de las características del medio receptor. De estos mismos factores dependen las medidas de mitigación. La generación de residuos conlleva también una generación de bienestar (producción, extracción), por lo que resulta razonable pensar que existe un nivel aceptable de contaminación para cada una de las distintas actividades productivas. En general, la determinación de este nivel no es sencilla, ya que requiere de mucha información que no está disponible en la mayoría de los casos.

Los trabajos realizados en Bolivia sobre contaminación se concentran en los flujos de residuos y/o contaminantes de algunas actividades ligadas a los distintos sectores de la economía. Casi todos hacen una caracterización general de los *procesos* contaminantes, con pocas referencias a los *residuos y sus efectos* sobre el bienestar de las personas afectadas. Algunos estudios proponen medidas de mitigación de impactos en industrias específicas, y sólo uno ha intentado una evaluación nacional del tema ambiental.

Los estudios que han tratado el tema ambiental han incluido descripciones y análisis sectoriales de la contaminación minera e industrial² y análisis más específicos de la contaminación minera³. Pocos trabajos se han enfocado en impactos sobre la calidad ambiental en el sector agropecuario⁴, y sólo algunos trabajos han tratado la relación entre pobreza y medio ambiente (específicamente la contaminación urbana)⁵, la evaluación de

¹ Que corresponde a los seres vivos.

² Evia, J.L. y Molina, R. 1997; Mc Mahon, G. et. al. 1999; y a MMM y SNMA 1993.

³ Ayres, W. S., Anderson, K., y Hanrahan, D. 1997; Biller, D. 1994 y MEDMIN 2000a.

⁴ Campero, F. y Blesie, B. 1990 y Pacheco, P. 1998, trataron la contaminación generada por los chequeos y el uso de agroquímicos.

⁵ Escobar, J. y Muñoz, J. 1997.

la pérdida de bienestar por exposiciones a contaminantes mineros⁶, y el tema ambiental en conjunto a nivel de país⁷.

Aún considerando las limitaciones de información en los trabajos mencionados, estos pudieron identificar algunos problemas ambientales importantes. En el caso de la contaminación minera: la edad de las minas (generación de pasivos ambientales) y su tamaño; el tratamiento de residuos líquidos (colas); la contaminación por mercurio y la problemática ambiental de la minería pequeña y artesanal (*Mc Mahon, G. et. al. 1999; BM 1997*). En el caso de la industria, la contaminación generada por: refinerías de petróleo, plantas químicas que producen jabón y detergente, plantas textiles, molineras de azúcar, destilerías, fábricas de aceite vegetal y de productos lácteos y, curtiembres (*MMM y SNMA 1993; BM 1997*). Además, se ha identificado el limitado acceso al saneamiento básico (*Escobar, J. Y Muñoz, J. 1997*) junto con serios problemas de congestión urbana y la consecuente contaminación por residuos y aguas servidas (*MMM y SNMA 1993; BM 1997*).

En esta línea, el presente trabajo busca reunir la información existente sobre los problemas de calidad ambiental en el país a fin de discutir una priorización de futuras políticas de mitigación. Con esta misma perspectiva se revisa el marco regulatorio y de gestión ambiental vigente en el país y las implicancias del proceso de descentralización de la gestión ambiental en los niveles departamental y municipal.

2 PROBLEMAS DE CALIDAD AMBIENTAL EN BOLIVIA

Los problemas ambientales surgen por la generación de impactos que causan una divergencia entre los costos privados y sociales de producción. En este caso, la producción de bienes está por encima del óptimo social, mientras los precios de los bienes por debajo del mismo. Esto indica la presencia de externalidades negativas, que en muchos casos tienen características de bienes públicos, por ejemplo, la contaminación atmosférica urbana. La magnitud de la externalidad causada por la contaminación depende de las funciones de utilidad o producción de los individuos o firmas afectadas.

Desde el punto de vista económico, primero interesa analizar las posibles variables que afectan o que podrían afectar a las externalidades, y en lo posible, determinar una magnitud aproximada de sus efectos. Después, analizar posibles opciones de política pública guiadas por criterios mínimos de salubridad, condiciones mínimas de seguridad, criterios de costo – efectividad o análisis costo – beneficio.

La preocupación sobre la problemática ambiental en Bolivia es relativamente nueva (década de 1990), a partir del surgimiento del interés sobre el tema en foros internacionales y la participación de Bolivia en éstos. En consecuencia, el país no cuenta con una sistematización de la generación de información que permita evaluar la magnitud de las externalidades ambientales y sólo muy recientemente se han constituido redes de monitoreo ambiental que permitirán una cuantificación exacta de los contaminantes o

⁶ MEDMIN 2000b.

⁷ BM 1997, que llega a establecer ciertas prioridades para la gestión ambiental. Tal vez un segundo estudio interesante dentro del ámbito boliviano es MPE 2000, que presenta una discusión acerca del proceso de descentralización de la gestión medio ambiental en el país.

residuos más importantes a un nivel urbano. Tampoco existen estudios empíricos acerca de los efectos de estos contaminantes sobre la salud, productividad y bienestar. La bibliografía existente responde a intereses y objetivos diferentes.

En este capítulo se revisa los trabajos que tratan los problemas de calidad ambiental en Bolivia, de acuerdo a las actividades que originan los distintos impactos ambientales. Primero se tratan los impactos de los sectores agropecuario, minero e industrial, y después los de las actividades urbanas.

2.1 El Sector Agropecuario y Forestal

Los impactos ambientales que generan las actividades agrícolas se pueden dividir en impactos sobre la calidad ambiental y sobre los recursos naturales. Mientras los primeros se refieren a actividades que usan o generan productos contaminantes, los segundos tienen que ver con la utilización de los recursos tierra y agua.

Los impactos sobre la calidad del medio ambiente que genera la agricultura incluyen el uso de agentes químicos que mejoran la productividad y que tienen asociados importantes efectos sobre la salud y, la generación de gases tóxicos y de efecto invernadero a causa de los chaqueos (estos últimos causan degradación y deforestación). Cabe mencionar que el uso de químicos para el control de plagas no tiene un buen control. El consumo de fertilizantes es aún muy bajo en Bolivia (*SIFOR/BOL 2000; WR 1998-99*).

En cuanto al sector forestal, éste cuenta con 53 millones de hectáreas de bosques, de los cuales, 41,2 están bajo la categoría de Tierras de Producción Forestal Permanente, esto significa que un 50% del territorio nacional está cubierto por algún tipo de bosque. Por otro lado, el sector, genera alrededor de \$US 122 millones al año, los cuales, pueden multiplicarse fácilmente si se toma en cuenta que de 33.5 millones de hectáreas de bosques productivos, sólo 8.4 millones son aprovechados de manera regulada y sostenible.

El potencial de los bosques no está siendo aprovechado de manera adecuada y por tanto es necesario encaminar acciones para alcanzar un desarrollo forestal sostenible y renovable. En este sentido, cabe destacar que la riqueza forestal que tiene Bolivia es tan grande y, con un manejo adecuado, puede convertirse en la segunda fuente de ingresos después del gas.

El 2002 se diseñó el Plan de Zonificación Agro ecológica para una adecuada gestión del recurso suelo y como respuesta a los bajos rendimientos de cultivos, erosión eólica, sobre pastoreo y pérdida de biodiversidad. El mismo año se entregó oficialmente la Política y Plan Estratégico de Desarrollo Forestal, que permitirá la consolidación del régimen forestal, reorientando sus acciones y el financiamiento, de acuerdo a la dinámica de conservación del medio ambiente. Por otro lado, también se entregó la Estrategia Nacional de Biodiversidad, que vincula el uso y conservación de los recursos naturales, con miras a garantizar la conservación y el uso sostenible a largo plazo de la biodiversidad y la distribución equitativa de los recursos generados por su aprovechamiento (MDSF, 2002).

2.2 El Sector Minero

A efectos de evaluar el impacto ambiental de sus actividades, las operaciones mineras en Bolivia se pueden clasificar bajo 2 categorías, la mediana y la pequeña⁸ (*MEDMIN 2000a*).

Durante la década de 1990 la minería mediana representó el 57% de la producción total de minerales en el país, y la pequeña minería 43%. Los principales minerales que se extrae son: zinc, oro, plata, estaño, plomo y ulexita (sal compuesta). La mayor parte de la producción de estaño y la totalidad de ulexita se concentra en la minería chica.

Siguiendo estudios anteriores, a continuación se presentan los impactos ambientales de la minería mediana y pequeña, por separado, dadas sus diferentes características tecnológicas y sociales⁹.

2.2.1 La Minería Mediana

La minería mediana está actualmente constituida por 11 empresas mineras: Inti Raymi, COMSUR, y otras 9 empresas afiliadas a la Asociación Nacional de Mineros Medianos (ANMM). De estas 11 empresas, solamente Inti Raymi y COMSUR utilizan tecnología de punta, la que sumada al uso de instrumentos de gestión ambiental modernos (ISO 9000 e ISO 14000), hace que estas dos empresas puedan cumplir con normas ambientales incluso más estrictas a las bolivianas¹⁰.

Las externalidades ambientales que causa la minería mediana se deben a la generación de distintos contaminantes durante los procesos de extracción y concentración. Las colas que se generan y su inadecuada acumulación son, sin duda, el problema ambiental más serio principalmente en empresas distintas a Inti Raymi y COMSUR.

Algunos casos ayudan a ejemplificar este aspecto. Por ejemplo, en los centros urbanos cercanos a las minas de Oruro y Huanuni, los drenajes ácidos de éstas han deteriorado las tuberías permitiendo la penetración de contaminantes al sistema de agua, generando externalidades negativas sobre la salud de los habitantes de estas poblaciones¹¹. Otro ejemplo esta relacionado al de los ingenios mineros de la ciudad de Potosí, cuyas colas afectan, río abajo, la salud de habitantes y animales y, la productividad agrícola. Finalmente, se menciona el colapso de un dique de colas de COMSUR (Porco, agosto de

⁸ Tradicionalmente se divide al sector minero en minería grande, mediana, pequeña y artesanal dependiendo de la cantidad de toneladas de roca que trata y/o la cantidad de ventas (*Mc Mahon, G. et. al. 1999*). Sin embargo, en Bolivia se ha identificado a la minería estatal de COMIBOL como grande, a las demás operaciones privadas importantes como medianas y a las cooperativas, minería chica y minería informal como minería pequeña.

⁹ Los documentos base de los cuales se ha tomado la información que se presenta son: Evia, J.L y Molina, R. 1997; Mc Mahon, G. et. al. 1999; y MMM y SNMA 1993

¹⁰ Todas las empresas mineras medianas están sujetas al cronograma de cumplimiento de la norma vigente formulado por la autoridad competente.

¹¹ Las externalidades negativas sobre la salud incluyen efectos de morbilidad y mortalidad prematura. Así, la esperanza de vida promedio en Huanuni de sólo 40 años, podría probar el efecto de mortalidad prematura de los contaminantes (aunque también pueden existir otras causas).

1996), que causó un impacto ambiental 300 km río abajo del dique, sobre 50 mil habitantes y varias áreas de cultivo.

Por otro lado, existen problemas ambientales ligados a procesos de cierre de minas, mantenimiento deficiente de estanques y competencia con otros sectores productivos por recursos escasos de agua¹². Por ejemplo, las viejas operaciones paralizadas de Catavi, San José, Colquechaca y Bolsa Negra, entre otras, dejaron socavones como pasivos ambientales, desmontes y relaves con contenidos abundantes de sulfuros y la consiguiente generación de aguas ácidas con contenidos de metales pesados que desembocan en los ríos aledaños a las locaciones de estas minas (por ejemplo, los ríos Siglo XX, Potosí, Telemayo y San José). El problema de la acumulación de colas es aún más delicado en las minas que fueron propiedad del Estado (COMIBOL) y cuyas responsabilidades son difíciles de establecer.

2.2.2 La Minería Pequeña

Todos los estudios que han analizado el impacto ambiental de la minería pequeña en Bolivia han considerado dos subgrupos: la minería tradicional y la aurífera. El primer grupo se dedica a la explotación de minerales de zinc, plomo, plata, estaño y antimonio y el segundo a la explotación de oro. Las diferentes características de los yacimientos explotados y los métodos de extracción utilizados determinan el distinto impacto ambiental de cada uno de los grupos. Por ejemplo, la extracción del oro incluye el uso del mercurio cuyo uso y efectos son distintos a los de otros reactivos utilizados para la extracción de otros minerales.

- **Minería Tradicional**

En términos ambientales, la minería pequeña tradicional boliviana (informal o cooperativa) ha sido definida como una minería sumamente sucia, apenas viable, incluso cuando los costos ambientales no están incluidos en los costos totales de estas operaciones (*Mc Mahon, G. et. al. 1999*).

El marco en el que se desenvuelve la *minería cooperativizada*, ausencia de fuentes de financiamiento, costos de producción no competitivos, insuficientes niveles de inversión y reinversión, empobrecimiento de las leyes del mineral y tecnología de operación obsoleta, incide directamente en los impactos ambientales que produce. Por ejemplo, el hecho que los costos de operación no incluyan, en la gran mayoría de las veces, los costos ambientales ocasiona el vertido de las colas directamente a los ríos (incluso sin la consideración de construcción de diques).

Adicionalmente, muchas de las operaciones de las cooperativas que se realizan en el Altiplano involucran la explotación de desmontes abandonados bajo condiciones de trabajo muy riesgosas debido a la continua exposición a contaminantes (drenajes ácidos) y a la falta de cumplimiento de normas básicas de seguridad laboral.

¹² En Bolivia, la región minera más importante, el Altiplano, cubre 13% del territorio del país, pero tiene únicamente el 0,5% del agua.

Aún cuando la contaminación que cada cooperativista causa puede ser pequeña, el número de cooperativistas, y su participación en la producción total, hace que el impacto ambiental sea considerable y proporcionalmente mayor al de la minería mediana. En promedio, la producción de la minería chica y cooperativas representa aproximadamente el 50% de la producción total; en el caso de la extracción de estaño la producción de las cooperativas llega a representar hasta un 62% del total.

Para el segmento de la minería tradicional, las externalidades sobre la salud y seguridad ocupacional de los mineros son tan o más importantes que las externalidades ambientales y son severas en el caso de Bolivia. La importancia relativa de este tipo de externalidades es tal, que en países más desarrollados como EE.UU. los análisis costo-beneficio realizados muestran que un 80% de los beneficios monetizados corresponden a disminuciones en la tasa de mortalidad (*EPA 1997*).

En Bolivia, solamente se ha realizado un estudio (*MEDMIN 2000b*), que trata de valorizar (monetariamente) los efectos de la minería tradicional sobre la salud, mortalidad prematura y morbilidad. Éste, al evaluar mediante un análisis costo-beneficio la construcción del dique de colas San Antonio en Potosí, encuentra que la viabilidad de dicho dique se justifica en gran medida por los beneficios que se obtienen por disminuciones en la tasa de mortalidad. Los beneficios estimados por la construcción del dique, tomando en cuenta la disminución de externalidades negativas, alcanza los \$US 28,4 millones/año versus los costos de construcción, operación y cierre del dique que son de \$US 8 millones/año. Del total de beneficios, el 81% corresponde a disminuciones en la tasa de mortalidad.

- **Minería Aurífera**

Las operaciones mineras de oro se realizan en tres tipos de yacimientos: *aluviales*, *aluviones terciarios* y *aluviones primarios*, ubicados en las laderas orientales de la Cordillera Real y en vastas zonas de los ríos amazónicos (noreste del país). De acuerdo al tipo de yacimiento que se trate, los impactos ambientales son diferentes.

La *explotación aurífera aluvial* se caracteriza por el movimiento de grandes cantidades de material en depósitos que ocupan áreas apreciables¹³. Las externalidades ambientales resultantes incluyen la destrucción de playas fértiles aptas para el cultivo (por ejemplo, Tipuani y Yungas, en el departamento de La Paz), cambios en el bienestar debidos a alteraciones de paisaje, lodificación de ríos, destrucción de la vegetación, pérdidas de suelos y de la capa vegetal y, desplazamiento de la fauna, además de un aumento en el riesgo de navegación en los ríos.

Durante los procesos de concentración del oro proveniente de los yacimientos aluviales, se emiten grandes cantidades de lodos y colas a los ríos por el uso de dragas y balsas, mercurio gaseoso a la atmósfera y mercurio metálico a las aguas¹⁴. La utilización del

¹³ Cientos de metros de largo y de 5 a 10 metros de ancho y desde menos de un metro hasta dos metros de profundidad (*MMM y SNMA 1993*).

¹⁴ Véase el Anexo 1: "Contaminación por el uso del Mercurio".

mercurio en el proceso de extracción del oro produce conocidas externalidades negativas sobre la salud humana.

Por otra parte, la explotación de *aluviones terciarios*, cuando las operaciones se realizan a tajo abierto, produce externalidades ambientales importantes a través de impactos visuales, de alteración de suelos y de la capa vegetal. Cuando las operaciones son subterráneas se registran daños ambientales menores ya que generalmente se extraen menos toneladas de material de alta ley por día que en las operaciones a tajo abierto. Sin embargo, en las operaciones subterráneas existe un alto riesgo de accidentes que supone una alta valoración del riesgo de mortalidad prematura (tan o más importante que las externalidades ambientales).

Finalmente, la explotación de *aluviones primarios* conlleva impactos ambientales importantes en los procesos de concentración con mercurio (véase el Anexo 1), menores en las etapas de la concentración gravimétrica donde se emiten menos lodos y colas a los ríos que en la minería aluvial, y mínimos durante la extracción del mineral.

2.3 El Sector Industrial

La industria es la causante, en parte, de la polución de los ríos, la generación de residuos sólidos y peligrosos y de la polución atmosférica. Al igual que en muchos países en desarrollo la industria se encuentra ubicada en los principales centros urbanos del país (La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y El Alto).

Los residuos industriales, causantes de la polución hídrica, atmosférica y la generación de residuos sólidos, junto a diversas actividades productivas, como la exploración petrolera sísmica, producen diversos impactos ambientales. Estos han sido analizados considerando dos tipos de industria: la energética y la manufacturera. La consideración de estos dos tipos obedece a las distintas características de las actividades, las materias primas utilizadas y los procesos a las que estas se someten.

Aparte de estas diferencias, algunos criterios como la ubicación o los volúmenes y tipo de residuos generados, permitirían identificar a las industrias más contaminantes en el país, que serían: las refinerías de petróleo, las plantas químicas que producen jabón y detergente, las plantas textiles, molinos de azúcar, cervecerías, destilerías, fábricas de aceite vegetal y de productos lácteos y, curtiembres.

2.3.1 La Industria Energética y el Ambiente

Las actividades más contaminantes de la industria energética en Bolivia son las ligadas a la explotación, transporte y refinación de petróleo y gas natural, ya que la generación de electricidad está normalmente ligada a combustibles limpios (hidro y termoeléctricas a gas). Las externalidades medioambientales negativas que se generan a partir de la explotación y construcción de ductos para el transporte de petróleo y gas son localizadas (en los pozos o a lo largo de los ductos) y, por lo tanto, sujetas a planes de mitigación específicos y de más fácil implementación, en comparación a las externalidades negativas generadas por los procesos de refinación de petróleo, cuyos impactos son mayores y son más dispersos debido al transporte de contaminantes a través de la atmósfera y ríos.

- **Exploración y Explotación de Petróleo y Gas**

Dentro de la exploración y explotación de petróleo y gas en el país se registran distintos tipos de impactos ambientales, tanto sobre el medio biótico (flora y fauna) como sobre el abiótico (agua, aire, suelos). Estos impactos están relacionados a la exploración sísmica, instalación y operación de los campamentos, y actividades específicas a la perforación e intervención.

Entre estas últimas destacan los impactos causados por la generación de lodo de perforación (que puede contener varios aditivos químicos) y derrames de petróleo provenientes de los procesos de explotación y de cañerías deterioradas en pozos abandonados (problema de pasivos ambientales). En ambos casos, hidrocarburos y compuestos orgánicos diversos contaminan aguas y suelos. Por ejemplo, en el caso de las cañerías del campo abandonado de Sanandita, 290 Km. al sureste de Tarija, se demostró la presencia de metales pesados, grasas y aceites en suelos y aguas que dañan la fauna y flora silvestre del Chaco.

Otro ejemplo, es el derrame de 29.500 barriles de petróleo, registrado en enero de 2000 en la cuenca del río Desaguadero (ducto Transredes), que afectó a 18 municipios en los Departamentos de Oruro y La Paz, lo cual generó daños al medio ambiente y afectación socioeconómica a los pobladores de las comunidades. La auditoria ambiental de este desastre, determinó un costo de \$US 3,7 millones por daños a comunarios y \$US 2,2 millones destinados a recuperación de praderas nativas afectadas.

Por otra parte, el tipo de producto extraído tiene ligado un alto riesgo de manejo, así, en algunos casos, se han dado accidentes incendiarios en los pozos. Por ejemplo, el pozo de gas Madrejones (pozo X-1001 de Pluspetrol) ardió sin control durante varios días en febrero de 2000. Los daños medioambientales ocasionados por este incendio, fueron calculados en \$US 372.212, (\$US 212,812 de daños a comunidades campesinas y privadas, y \$US 159.400 de daños a praderas nativas o áreas de propiedad del Estado), más \$US 1,2 millones calculados como costo de restauración (MDSP, 2002).

- **Transporte de Petróleo y Gas**

El transporte de petróleo y gas natural, puede, potencialmente, generar una serie de impactos ambientales sobre el área circundante a las redes de ductos, que en el caso boliviano incluyen 2.296 km. de oleoductos, 3.875 km. de gasoductos y 1.509 km. de poliductos¹⁵.

En Bolivia, la construcción de ductos ha generado impactos ambientales relacionados principalmente a las actividades de apertura y nivelación de vía para el ducto. Estas actividades causan alteraciones del paisaje, flora, fauna e impactos sobre el suelo, agua y aire. Por ejemplo, durante la construcción del gasoducto Río San Miguel – Cuiaba en 1998, la empresa Gas Oriente Boliviano abrió una brecha de 30m de ancho y 360 Km. de largo que afectó directamente al bosque seco Chiquitano (cuyo ecosistema es muy frágil). La mitigación de impacto ambiental realizada incluyó un proceso de reforestación.

¹⁵ Sin considerar ramales y paralelos

Por otra parte, durante la operación de los ductos la preocupación más importante recae en la probabilidad de la ocurrencia de accidentes y del derrame de hidrocarburos que ello implicaría. Si ocurre un derrame, la magnitud del impacto generado puede llegar a ser muy importante, y la externalidad negativa cuantiosa. Este tipo de accidentes ambientales ya se ha dado en Bolivia, cuando 29 mil barriles de petróleo se derramaron en el río Desaguadero durante el año 2000, afectando a los lagos Poopo y Uru Uru y 80 mil hectáreas de pastizales.

- **Refinación de Petróleo**

En Bolivia existen cinco refinerías, estas son: Gualberto Villarroel en Cochabamba, Reficruz, Oro Negro y Guillermo Elder en Santa Cruz y, Carlos Montenegro en Chuquisaca.

El impacto de estas refinerías sobre el ambiente está relacionado principalmente a la eliminación de aguas residuales (por las diferencias químicas entre estos residuos y el agua) y, en menor medida, a la generación de contaminantes atmosféricos.

Las aguas residuales de la refinería de Santa Cruz son elevadas, y aunque existe un sistema de tratamiento de residuos, cada día se descargan cientos de kilos de compuestos orgánicos disueltos junto a ciertos volúmenes de petróleo y grasas sobre el río Grande. Por otra parte, la refinería de Cochabamba también emite elevados flujos de residuos líquidos, que son tratados y reciclados de modo que la concentración de hidrocarburos en los efluentes de la refinería que desembocan en el río Rocha es baja (*MMM y SNMA 1993*). Estas refinerías también emiten hidrocarburos y solventes a la atmósfera, se presume que su impacto sólo es local.

2.3.2 La Industria Manufacturera y el Ambiente

Alrededor de 1466 establecimientos legales conforman al sector industrial manufacturero, cerca del 80% de éstos se ubican en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz y la mayoría emplea entre 5 a 14 empleados en industrias muy básicas, como las imprentas o las fábricas de productos de arcilla.

Además, se estima que a fines de la década de 1990, existían hasta 95.000 establecimientos manufactureros informales (*Larrazabal, H. 1997*), ubicados mayoritariamente en las ciudades del eje (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz) y con características productivas de sólo sobrevivencia.

El impacto ambiental de los residuos de las industrias manufactureras tiene una gran variación, de acuerdo al grupo de actividad industrial, las materias primas y los procesos utilizados. A pesar del gran número de establecimientos informales, no se dispone de información sobre el probable impacto ambiental negativo que estos tengan, vistas las prácticas productivas, el acceso limitado a tecnología y los bajos niveles de ingreso que los caracterizan.

Trabajos anteriores sobre Bolivia han considerado a las industrias metalúrgicas, minerales industriales, curtiembres y calzado, alimenticias, de la construcción, y otras en sus estudios por un doble motivo: estas industrias son las más intensivas en uso de materias primas nocivas al medio ambiente y la salud, y son las industrias sobre las que se tiene mayor información.

A continuación se presenta una revisión de los impactos ambientales identificados en las distintas ramas de la manufactura¹⁶.

- **Empresas Metalúrgicas**

Entre las industrias metalúrgicas se encuentran algunas fundiciones de chatarra para la producción de accesorios de bronce, latón, aluminio y hierro, además del reciclado de baterías de plomo y zinc gastadas y, chatarra de estaño y wólfram que producen tubos de plomo, baterías reconstituidas y soldaduras.

Estudios realizados en la ciudad de El Alto dan cuenta de la existencia de empresas, que durante la producción de concentrados de wólfram y, refinado de plomo y estaño generan contaminantes que producen efectos negativos para la salud humana, directamente relacionados a sus procesos industriales.

Los concentrados de wolfram contienen arsénico; ante cuya exposición se producen efectos agudos y crónicos en la salud humana. Las emisiones de arsénico, junto con las de plomo y azufre producen efectos severos sobre la salud. Estas emisiones han originado registros elevados de estos compuestos en la sangre de la población infantil en la zona de Alto Lima II, en la ciudad El Alto. Además, algunas empresas presentan un deficiente manejo de sus residuos, en algunos casos existen desechos se vierten directamente al cauce natural del río más cercano.

- **Empresas del Subsector Mineral Industrial: Cemento**

La industria del cemento se caracteriza por la generación de contaminación atmosférica a través de la emisión de grandes cantidades de polvo con sílice. Estas emisiones tienen un impacto ambiental adverso sobre la población humana y animal local y, la agricultura circundante. En el primer caso, se verifican efectos nocivos sobre el aparato respiratorio de personas y animales, mientras que en el segundo disminuciones en los niveles de productividad agrícola.

En Bolivia existen 7 fábricas de cemento, todas ubicadas en áreas urbanas o periurbanas de las capitales de departamento¹⁷. Lamentablemente, los estudios de impacto ambiental de esta actividad fueron hechos a principios de la década de 1990 y sólo se refieren a las emisiones de polvo de 2 fábricas, una en Viacha (SOBOCE) y otra en Cochabamba (COBOCE) (*MMM y SNMA 1993*).

Además de la contaminación atmosférica, las plantas de cemento generan residuos líquidos, que provienen de las torres de enfriamiento, y bastante ruido. Desafortunadamente no existen mediciones de los parámetros de calidad ambiental ligados a estos contaminantes en Bolivia.

¹⁶ Los estudios base de los cuales se ha tomado la información que se presenta son MMM y SNMA 1993 y Benavides, L. 1994.

¹⁷ Tres fábricas pertenecen a SOBOCE, en Viacha, Tarija y Warnes; FANCESA en Sucre; COBOCE en Cochabamba; ITACAMBA en Santa Cruz y EMISA en Oruro

Aparte de la industria del cemento, existen otras industrias relacionadas al subsector mineral industrial, como la del vidrio y la del cemento asbesto (por ejemplo, los productos de la empresa Duralit), pero no se cuenta con datos a cerca de su impacto ambiental.

- **Curtiembres**

Los residuos que generan las curtiembres incluyen: efluentes líquidos, desechos sólidos, emisiones olorosas a la atmósfera y ruido, los que se traducen en efectos negativos sobre el bienestar de la población. Los efluentes líquidos incluyen las descargas de flujos de los procesos de lavado y remojado y, de los efluentes ácidos (del curtido con cromo) y alcalinos (sulfuros) en los ríos. La emisiones olorosas corresponden principalmente a las de ácido sulfhídrico.

En la ciudad de La Paz, la Cámara de Industrias calculó que en 1993 más de 60 curtiembres clandestinas y 24 legales que trabajan en la ciudad utilizando procesos industriales altamente contaminantes. La mayoría vierte sus desechos al río Choqueyapu, que atraviesa la ciudad. En el departamento de Cochabamba, en la zona de Villa Tunari, varias curtiembres contaminan el río Hernani, y algunas plantas utilizan un ácido para fijar los colorantes del teñido que causa problemas a la salud humana. La contaminación del río Rocha a causa de las curtiembres es también importante, aunque el impacto de algunas de ellas se mitiga a través de unidades de tratamiento de residuos líquidos.

- **Industria Alimenticia**

El tipo de contaminantes que generan varias industrias alimenticias (cervecerías, azucareras y procesamiento de aceite comestible) puede ser identificado a partir de los procesos estándar que estas utilizan (The World Bank Group 1998). En Bolivia existen muy pocos estudios que incorporen referencias a los volúmenes y/o concentraciones de los residuos de estas industrias, que permitan evaluar los niveles y el tipo de contaminación que generan estas actividades. Empero, se ha podido encontrar información puntual en otros trabajos, como el de la contaminación del río Choqueyapu realizado por JICA en 1993, que estima que la mitad los residuos industriales que recibe este río provienen de la cervecería (CBN).

2.4 Problemas Ambientales Urbanos

El impacto ambiental de las diversas actividades urbanas, como las domésticas, industriales, de transporte y en algunos casos hasta mineras, se puede analizar considerando la generación de residuos sólidos, contaminación atmosférica e hídrica y la situación del saneamiento básico. Algunos de los impactos ya se discutieron en las secciones de minería e industria, por lo que no se volverá a hacer referencia a ellos.

2.4.1 Residuos Sólidos

El volumen de residuos sólidos que generan las actividades domésticas en los centros urbanos es importante. Algunos estudios particulares, dan cuenta de un 64% y 33% de basura de origen doméstico en La Paz y El Alto respectivamente. Sin embargo, en general, sólo se cuenta con datos agregados de generación de residuos sólidos a nivel ciudad, es decir datos acerca del volumen de residuos sólidos industriales y domésticos, generados en las 9 capitales de departamento y El Alto (Escóbar, J. y Muñoz, J. 1997; MMM y SNMA 1993). Según estos, existe una clara concentración de generación de

residuos sólidos en Santa Cruz, La Paz, El Alto y Cochabamba. De acuerdo a una estimación propia el volumen de residuos generado por día se habría incrementado en 193% entre 1993 y 2004, (Tabla N° 2) solamente como efecto del crecimiento poblacional.

Tabla N°2.
Generación de Residuos Sólidos en las Principales Ciudades de Bolivia

Ciudad	Residuos Sólidos 1993 (Ton/día)	Residuos Sólidos 2004 (Ton/día)
La Paz	333	751
El Alto	210	479
Oruro	77	180
Potosi	45	155
Cochabamba	170	429
Sucre	83	190
Tarija	63	271
Santa Cruz	550	1982
Trinidad y Cobija	31	210
TOTAL	1562	4647

Fuente: 1993: Asociación Boliviana de Entidades de Aseo Municipal, ASEAm y (*) MMM y SNMA (1993). 2004 Estimación propia en base a tasa de crecimiento poblacional.

El impacto ambiental de los residuos sólidos incluye impactos sobre la salud, visuales y de malos olores. Los impactos sobre la salud son los más importantes y están relacionados al tiempo de exposición y naturaleza de los residuos. El Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos de la Ley de Medio Ambiente establece una clasificación de residuos según su procedencia y naturaleza. Otras clasificaciones más sencillas incluyen sólo dos grandes categorías: orgánicos (residuos de alimentos, heces fecales) e inorgánicos (plásticos, vidrios, metales, áridos).

Los problemas del sistema de recolección, transporte y ubicación de basura en muchas zonas de las ciudades de Bolivia, particularmente en El Alto, prolongan el tiempo de exposición a esta. Además, aunque la mayoría de los residuos que se genera son orgánicos, existen zonas industriales que generan residuos inorgánicos que introducen un riesgo adicional a la salud (véase impactos del sector industrial, parte b), que en algunos casos sólo son perceptibles en el largo plazo (por ejemplo, plomo).

2.4.2 Contaminación Atmosférica e Hídrica

Varios estudios atribuyen un buen porcentaje de los impactos ambientales urbanos en Bolivia a la contaminación generada por los residuos domésticos, principalmente aguas negras o servidas (*Escóbar, J. y Muñoz, J. 1997; UMSA 1997; MMM y SNMA 1993*).

En el caso de la ciudad de La Paz, varios estudios relativos a la contaminación de la cuenca del Choqueyapu¹⁸, muestran que la polución de este río ha persistido a lo largo de

¹⁸ Estudios realizados por: (i) el Instituto de Ingeniería Sanitaria de la UMSA entre 1976 y 1978; (ii) Espinoza del Instituto de Química de la UMSA en 1987; (iii) Franken y Silila del Instituto de Ecología de la UMSA, entre 1988 y 1990; (iv) la cooperación japonesa – JICA en 1993; y (v) Gary R. Anze de la UMSA en 1997.

las últimas décadas y atribuyen cerca del 50% de la contaminación a los residuos domésticos y el 10% a los desechos sólidos (UMSA 1997).

En Cochabamba y Santa Cruz, los ríos Rocha, Grande y Piraí, aumentan drásticamente su carga poluyente al atravesar dichas ciudades. Sin embargo, el tratamiento parcial que reciben las aguas del parque industrial, en Santa Cruz, y del sistema de alcantarillado, en Cochabamba, mitigan en alguna medida su impacto.

El impacto de la contaminación atmosférica, ya sea por resuspensión de polvo o emisión de gases tóxicos es importante en Cochabamba; un estudio reciente realizado por la Universidad de Graz (Austria), la UMSA y la Alcaldía de Cochabamba mostró que los niveles de resuspensión de polvo registrados sobrepasaron los límites permisibles en varios puntos de control (*La Razón*, 3/7/2000). El impacto de la contaminación atmosférica es importante también en La Paz, donde el estudio realizado por Rafael Anze de la UMSA recolectó datos de niveles de contaminación de consideración (*La Prensa* 7/11/2000).

Por otra parte, en las ciudades de Potosí y Oruro existen impactos de las actividades mineras sobre los centros urbanos. En Potosí las actividades de los ingenios mineros, contaminan la cuenca del río La Ribera imponiendo serios riesgos ambientales sobre la población urbana de la ciudad. En Oruro la emisiones de la fundición de Vinto (antes a causa de la fundición de Pero) que llegan a la ciudad, imponen riesgos de naturaleza similar a los de Potosí (riesgos de acumulación, daño y difusión).

2.4.3 Situación del Saneamiento Básico

El acceso al agua, alcantarillado y tratamiento de residuos brindan condiciones de salubridad, que disminuyen el riesgo ambiental, por lo que la provisión de estos servicios determina un cierto nivel de calidad ambiental.

En el caso de Bolivia aproximadamente un 90% de las viviendas urbanas tiene acceso a agua potable a través de conexiones dentro y fuera de la vivienda, este número cae dramáticamente a 35% en las áreas rurales¹⁹. Este acceso limitado se debe a diversas causas: la falta de infraestructura física (en El Alto), problemas de abastecimiento del recurso agua (en Cochabamba), o la contaminación (minera en Oruro y Potosí, y del agua de pozos subterráneos en partes de Santa Cruz).

El 86% de la población urbana boliviana y 36% de la población rural cuenta con acceso a redes de alcantarillado, pozos o cámaras sépticas. En Trinidad, Cobija y otras ciudades menores, casi no existen sistemas de eliminación de aguas servidas, mientras que en La Paz, El Alto, Oruro y Potosí cerca de un cuarto de los hogares carece de dicha infraestructura.

Finalmente, el tratamiento de aguas servidas sólo se realiza parcialmente en Santa Cruz, Cochabamba y Tarija. En Santa Cruz sólo el parque industrial de la ciudad cuenta con una planta de tratamiento de aguas y, en Cochabamba y Tarija existen algunas unidades de tratamiento de residuos líquidos.

¹⁹ Datos para el año 2000 (Encuesta MECOVI, INE).

3 MARCO REGULATORIO Y DE GESTIÓN AMBIENTAL

El desarrollo de la gestión ambiental en Bolivia se ha dado en gran parte durante la década de los noventa. Durante este periodo se adoptó un marco legal general, se desarrollaron reglamentos específicos para la concesión de licencias ambientales de actividades contaminantes, y se promulgaron reglamentos ambientales sectoriales que norman de manera específica la calidad ambiental en los sectores de hidrocarburos y minería. A nivel de estructura gubernamental se creó un Ministerio sectorial para el tema ambiental.

3.1 Marco Normativo Legal

El marco legal del sector medio ambiental está determinado básicamente por las normas que se enumera en la Tabla N° 3.

Tabla N°3.
Legislación Boliviana en Materia Ambiental: Calidad Ambiental

Nombre de la Norma	Rango y Número de la Norma	Fecha
Ley del Medio Ambiente	Ley N° 1333	Abril de 1992
Ley que Ratifica la Convención Marco sobre el Cambio Climático	Ley N° 1576	Julio de 1994
Reglamentos de la Ley de Medio Ambiente	DS 24176	Diciembre de 1995
Reglamento Ambiental para el Sector Hidrocarburos	DS 24335	Julio de 1996
Reglamento Ambiental para el Sector Minero	DS 24782	Julio de 1997
Reglamento Ambiental para el Sector Manufacturero	DS 26736	Julio de 2002
Reglamento de Ley N° 2341 para el sistema de regulación de Recursos Naturales Renovables - SIRENARE	DS 27171	Septiembre de 2003
Reglamento de gestión ambiental de sustancias agotadoras de ozono	DS 27562	Junio de 2004

Fuente: UDAPE

Sin embargo, a pesar de que Bolivia es un país reconocido en el contexto internacional por los avances demostrados en la formulación de normas destinadas a lograr el aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales, se requiere de un proceso de perfeccionamiento para garantizar su cumplimiento y adecuarlas a los cambios experimentados en el país a partir de la puesta en vigencia de las leyes de Participación Popular y Descentralización Administrativa (MDSP, 2002).

3.1.1 Ley del Medio Ambiente (LMA)

Con la promulgación de la LMA N° 1333 de abril de 1992, se estableció el marco regulador general para proteger y conservar el medio ambiente y los recursos naturales promoviendo un desarrollo sostenible. Para tal efecto, la LMA crea un marco institucional para la planificación y gestión ambiental, reconoce derechos y deberes de la sociedad y el Estado para la conservación de la calidad ambiental y, establece una base para el aprovechamiento racional y óptimo de los recursos naturales. Además la LMA considera temas de educación y salud ambiental y, ciencias y tecnología en materia ambiental que son consecuentes con el desarrollo sostenible. Desde un punto de vista económico del

desarrollo sostenible, la LMA establece directrices adecuadas en tanto se refiere a la conservación de los recursos naturales y la distribución de bienestar intergeneracional.

Al ser promovida la LMA, ésta preveía publicar en 180 días sus reglamentos, y en un plazo de cinco años, adecuar ambientalmente todas las actividades y proyectos, sin embargo, recién en 1996 se logro publicar los reglamentos y, la adecuación ambiental de las actividades, obras o proyectos parece muy lejana (apenas entre un 3 y 5 por ciento de las actividades, obras o proyectos cuentan con licencias ambientales). Esta situación motivó a la realización de trabajos de evaluación y diagnóstico de la ley, con el fin de elaborar propuestas de modificación del Reglamento General de Gestión Ambiental y del de Prevención y Control Ambiental. Estas modificaciones tienen el objetivo de plantear una nueva concepción de la gestión ambiental, más simple administrativamente, pero a la vez, más definida y estructurada técnicamente (MDSP, 2002).

3.1.2 Reglamentos Sectoriales Específicos y de la LMA

Tanto la LMA como sus reglamentos (RLMA) son generales, no sectoriales y como tales determinan que las autoridades ambientales, en coordinación con las autoridades sectoriales, establezcan normas específicas para regular temas no cubiertos o incompletamente tratados en la legislación general. Así el sector minero cuenta con el Reglamento Ambiental de su sector y el hidrocarburífero lo propio. Además cada uno de los sectores tiene referencias a temas ambientales en sus leyes sectoriales, por ejemplo, el Código de Minería, Ley N° 1777 de marzo de 1997, define conceptos de contaminación.

Los reglamentos de la LMA, que son seis, están enmarcados dentro de una corriente mundial de regulación directa o de comando y control, que busca limitar la discreción del que contamina. Sin embargo, la LMA también incluye la posibilidad de desarrollo de instrumentos de regulación indirecta o incentivo económico. De los 6 reglamentos, 2 tratan los procesos de concesión de licencias o permisos ambientales (General de Gestión Ambiental y de Prevención y Control Ambiental) y 4 que regulan el control de la contaminación (calidad de agua, aire, sustancias peligrosas y residuos sólidos).

El sistema de control de la contaminación ambiental en Bolivia se basa en licencias o permisos ambientales: Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) y Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) para actividades nuevas e iniciadas antes de la entrada en vigencia de los RLMA respectivamente. Estas licencias establecen las condiciones, acciones y medidas específicas de control ambiental que una operación industrial debe observar y cumplir (entre ellas las especificadas en los reglamentos que regulan el control de la contaminación). Para obtener la DIA y la DAA se necesita presentar la Ficha Ambiental (FA) y del Manifiesto Ambiental (MA) respectivamente. Mientras la FA determina la categoría de Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) a realizar, el MA evalúa los impactos producidos y se propone un plan de adecuación ambiental. Tanto la FA como el MA tienen categoría de declaración jurada.

Los procedimientos para la concesión de licencias ambientales incluyen una serie de requisitos, que pueden considerarse como excesivos por la sobrecarga de funciones y responsabilidades que el Estado debe asumir, sobretudo si se considera la capacidad institucional actual o la que se podría desarrollar en el corto o mediano plazo. Además, los reglamentos de control de la contaminación (calidad de agua, aire, sustancias peligrosas y residuos sólidos) y los sectoriales específicos establecen un sistema complejo de normas ambientales y de emisión (como los límites máximos permisibles de contaminantes en el

agua) que necesitan de planificación y fiscalización por parte del Estado e inversiones para el control de los contaminantes por parte de la comunidad regulada.

La combinación entre los excesivos requisitos y el sistema de normas ambientales y de emisión podría llevar a una inadecuada aplicación de la LMA, debido a las limitaciones de gestión ambiental del ente regulador y a una falta de transparencia en la gestión ambiental. Por ejemplo, la fiscalización del cumplimiento de la LMA en el sector minero (que supone inspecciones, muestreos, monitoreos y auditaje ambiental) es inadecuada, ya que sólo se realiza en casos de emergencias ambientales o denuncias de poblaciones o comunidades.

A pesar de las limitaciones de la LMA ya mencionadas, existen muchas empresas en proceso de obtención de Fichas, Manifiestos y estudios ambientales referidos a la adecuación a la LMA, existiendo 2.423 (aprobados 2.234 y homologados 189)²⁰ empresas que cuentan con sus Manifiestos Ambientales. Esto sugiere que la aplicación de la LMA se está llevando a cabo, aunque su costo-efectividad podría ponerse en duda debido a los excesivos requisitos.

Por otra parte, la legislación boliviana ha ratificado la Convención Marco sobre el Cambio Climático (Ley N° 1576 de julio de 1994) a través de la cual se han establecido las bases para que Bolivia participe de las reducciones de gases efecto invernadero, ya sea mediante reducciones voluntarias o a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio establecido, en el Protocolo de Kyoto, ratificado por Bolivia en 1999.

3.2 Marco Institucional

Las instituciones bolivianas encargadas de la aplicación de las políticas ambientales, a través de la implementación de programas y sistemas de monitoreo, control y fiscalización ambiental, se han basado en un modelo organizacional con un ministerio especializado a la cabeza. Alternativamente, otros países han desarrollado agencias de protección ambiental (EE.UU.) y otros consejos o comisiones coordinadoras (Chile).

Por otra parte, Bolivia está inmersa en procesos de descentralización administrativa y participación popular²¹ que han afectado la división de responsabilidades de la gestión ambiental llevada a cabo por los diferentes niveles y sectores del Gobierno. Todos estos procesos han puesto énfasis en la transmisión de capacidades y toma de decisiones del poder ejecutivo central hacia la administración departamental, los gobiernos municipales y la sociedad civil afectando el marco institucional inicialmente previsto en la LMA. Además, debido a los procesos de capitalización y privatización (más intenso entre 1992 y 1997), el Estado ha asumido la responsabilidad sobre la gestión de remediación de pasivos ambientales.

²⁰ El Manifiesto Ambiental es el documento que inicia el proceso de adecuación ambiental, que si cumple con los requisitos técnicos – legales, deriva en una Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA), misma que es un tipo de licencia ambiental, por lo que el número de empresas con DAA no refleja el grado de cumplimiento total a la Ley N° 1333, Ley de Medio Ambiente

²¹ Leyes: 1551 de Participación Popular de 1994; y 1654 de Descentralización Administrativa de 1995.

3.2.1 Instituciones Públicas

Los organismos gubernamentales encargados de la gestión ambiental se pueden dividir en dos grupos: organismos a nivel del Gobierno Central y, administraciones departamentales y municipales.

- **Instituciones del Gobierno Central**

Desde 1993, el organismo de planificación estratégica del Estado en materia de gestión ambiental es el Ministerio de Desarrollo Sostenible (MDS)²². Este Ministerio, a través de la Dirección General de Medio Ambiente (DGMA) del Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal (VMARNDF), se ocupa principalmente de la conservación del medio ambiente y su calidad. Para ello tiene delegadas por ley, entre otras, funciones de regulación, control, fiscalización, aprobación de licencias ambientales y documentos técnicos (DIA, DAA, EEIA y MA).

Dentro del Gobierno Central también existen los denominados Organismos Sectoriales Competentes en los Ministerios sectoriales que formulan propuestas relacionadas a políticas y planes ambientales. La participación de estos Organismos en los procesos de concesión de licencias ambientales se limita básicamente a la revisión y evaluación de documentos técnicos (Ficha Ambiental, EEIA y MA). Actualmente los Organismos Sectoriales Competentes para los sectores hidrocarburífero (energético), minero e industrial son los Viceministerios de Energía e Hidrocarburos, de Minería y de Industria y Comercio Interior respectivamente, los tres cuentan con unidades medioambientales.

Además, existe el Programa Nacional de Cambio Climático, dependiente del VMARNDF, cuyo objetivo es supervisar y fiscalizar la aplicación y desarrollo de los diferentes programas y proyectos del Plan Nacional de Acción sobre el Cambio Climático para la reducción de gases de efecto invernadero y la certificación de la reducción de estos gases en el país.

- **Instituciones Departamentales y Municipales**

Los organismos prefecturales encargados de la gestión ambiental son las Direcciones de Recursos Naturales y Medio Ambiente²³. Entre las funciones de las Direcciones destacan el apoyo a la concesión de las Ficha Ambientales (mediante la aprobación de EEIA y MA), la fiscalización y control a nivel departamental sobre actividades relacionadas con la contaminación del medioambiente y los recursos naturales (mediante la ejecución de auditorías ambientales) y la ejecución de programas y proyectos para la prevención y control de la calidad ambiental.

Aunque las responsabilidades de las Prefecturas en materia de gestión ambiental están definidas por ley, todavía no existe una visión clara de cómo deberían funcionar las

²² En un principio se creó la Secretaría Nacional de Medio Ambiente (1992) y luego el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (1993), el mismo que entre 1997 y 2002 se denominó Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSP).

²³ Establecidas por el DS 25060 del 2 de junio de 1998.

Direcciones de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Si bien esa es la situación general, cada Prefectura tiene problemas particulares ligados a su geografía y condiciones urbanas de contaminación.

A nivel de Gobiernos Municipales la ley no crea instancias específicas como las Direcciones en las Prefecturas. Sólo algunas Alcaldías, de acuerdo a los niveles de contaminación locales, han creado unidades específicas de Medio Ambiente (La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, El Alto). Las funciones de estas Unidades en materia medioambiental son generales, aunque los RLMA establecen algunas funciones en el proceso de la concesión de Fichas Ambientales (revisión de los EEIA y MA), así como su participación en los procesos de seguimiento y control ambiental y ejecución de acciones de prevención y control de la calidad ambiental en coordinación con las Prefecturas.

3.2.2 El Sector Privado, Instituciones Académicas, Científicas y otras Organizaciones

En la LMA se resaltan las responsabilidades de la comunidad normada (cumplimiento de estándares de calidad ambiental y reglas de uso de recursos naturales), y el rol de la ciudadanía. En este sentido la participación ciudadana, juega un rol de promoción de iniciativas para la protección del medio ambiente y de denuncia medio ambiental, ya sea a través de los Comités de Vigilancia de las Organizaciones Territoriales de Base (OTBs), o a través de las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) que han tenido un rol activo en la organización de eventos y cursos sobre gestión ambiental desde los 80's (Lidema y Redesma).

Las Cámaras de Industria nacional y departamentales cuentan con unidades ambientales cuyos objetivos incluyen la preparación de reglamentos y estrategias específicas, provisión de asesoramiento técnico, programas de capacitación y concientización y, obtención de apoyo económico y técnico para la adopción de tecnologías limpias. El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles de la Cámara Nacional de Industrias, con apoyo de USAID y el Banco Mundial, hasta septiembre de 2001 desarrollo 26 estudios de producción más limpia en distintos sectores.

Adicionalmente, las Cámaras de Comercio, Forestal y Minería junto a instituciones académicas, universidades²⁴ y Academia Nacional de Ciencias, han realizado varios estudios sobre el tema ambiental. La UMSA, a través de distintas facultades, ha realizado estudios de polución de ríos entre 1976 y 1997.

3.3 Limitaciones de la Gestión Ambiental, Comentarios

Las distintas limitaciones de la gestión ambiental en Bolivia, relacionadas a la introducción de la LMA y su cuerpo reglamentario, junto a deficiencias en el acceso a recursos humanos y financieros, obstaculizan el desarrollo de un sistema de gestión ambiental eficiente y sostenible en el tiempo. A continuación se señalan las limitaciones más importantes, para después sugerir algunas propuestas que ayudarían a superarlas.

²⁴ Entre ellas destacan el Instituto de Ecología, la Facultad de Ingeniería y de Ciencias Puras de la UMSA en La Paz.

3.3.1 Claridad Funcional

Las reformas estructurales realizadas desde 1994 (procesos de participación popular y descentralización administrativa,) han afectado la división de responsabilidades. La normativa vigente no asigna claramente las distintas funciones de gestión ambiental a los diferentes niveles en las instituciones públicas. Existe *confusión en los roles* prefecturales e institucionales no prefecturales, incluso con roles del Viceministerio de Medio Ambiente Recursos Naturales y Desarrollo Forestal. Por ejemplo, el Reglamento de Prevención y Control Ambiental de la LMA establece que la aprobación o rechazo de los EEIA y MA está a cargo tanto del Viceministerio como de la Prefectura.

Más aún, en muchas ocasiones el marco legal establece funciones enunciativas, sobretudo a nivel municipal²⁵. Esto genera deficiencias en la implementación de proyectos, en el control ambiental, la ejecución de acciones de prevención y control de la calidad ambiental y el manejo de recursos naturales. Con respecto a este último tema, la legislación vigente establece funciones ambiguas y hasta repetitivas del MDSP y del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA), en tanto el primero tiene tuición sobre la conservación, restauración y *desarrollo sostenible* de los recursos naturales, mientras que el segundo tiene tuición sobre la *explotación integral* de los recursos naturales renovables.

3.3.2 Debilidad Institucional

Ante una legislación ambiental relativamente nueva, la situación general de las instituciones públicas, tanto a nivel central como departamental y municipal, muestra deficiencias en cuanto su capacidad de recursos humanos y recursos económicos para asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

Las exigencias teóricas y prácticas establecidas en el marco normativo para las auditorias ambientales y estudios de evaluación de impacto ambiental necesitan de conocimientos técnicos específicos y de manejo de herramientas de gestión ambiental. En este aspecto resulta paradójico que en Bolivia no se estén formando, sino hasta hace muy poco, profesionales en el área de Ingeniería Ambiental. Esta deficiencia en la formación de profesionales hace que en la actualidad exista un personal con limitados conocimientos técnicos y conceptuales, que limita el marco de acción de las instancias ejecutoras.

Por otro lado, la mayoría de las instituciones encargadas del control y vigilancia del impacto ambiental no cuentan con los recursos económicos necesarios para medir la polución ambiental y, por lo tanto, no disponen de información suficiente para evaluar posibles impactos que conlleven pérdidas / ganancias económicas para la sociedad.

Finalmente, un aspecto adicional que limita la fiscalización ambiental es el número de fuentes que contaminan y su ubicación territorial. En el caso del sector minero, el gran número de operaciones de la minería cooperativizada y pequeña, hacen que sea muy difícil cumplir con las normas de control ambiental establecidas. Este también es el caso de la agricultura, mientras que en el caso de la industria el elevado número de empresas

²⁵ Por ejemplo, la “participación” Municipal en los procesos de seguimiento y control ambiental.

informales dificulta el diseño de mecanismos de monitoreo y evaluación, la realización de estudios y la elaboración de políticas de intervención gubernamental.

3.3.3 Exigencias, Complejidad y Rigor de las Normas Vigentes

La normativa ambiental vigente considera instrumentos de gestión que introducen altos costos de transacción, tanto para el sector regulado como para el regulador. Esto se verifica en tanto las exigencias y la complejidad de los procedimientos para la obtención de licencias ambientales son excesivos, lo que finalmente se traduce en altos costos de implementación de la norma para el sector regulado y demoras causadas por la debilidad institucional.

Al respecto, resulta cuestionable la aplicación de los Reglamentos a la Ley del Medio Ambiente que, en muchos casos fijan normas excesivamente rigurosas para las emisiones y medio ambiente, considerando las condiciones y recursos en Bolivia. Tal vez sólo las normas primarias, relacionadas a estándares de salubridad mínima, debieran ser rigurosas, ya que las otras normas podrían ajustarse a la realidad boliviana.

Más aún, en los sectores minero e industrial, estas exigencias junto a la alta vulnerabilidad social, sugieren que la normativa ambiental probablemente está siendo ignorada, y/o aplicada deficientemente.

4 PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS

La descripción de los impactos que producen las actividades agropecuaria, mineras, industriales y urbanas en Bolivia muestra una amplia gama de problemas ambientales de control de la contaminación. Algunos de estos problemas son más fáciles de tratar (abatir) debido a su localización específica y a las características de las zonas afectadas (importancia ecológica limitada).

Algunos problemas ambientales son importantes: los pasivos ambientales, el manejo de las colas y la problemática ambiental de la minería pequeña y artesanal, en el caso de la contaminación minera; la contaminación industrial de las refinerías de petróleo, plantas químicas, textiles, moliendas de azúcar, fábricas de aceite vegetal y de productos lácteos y curtiembres; limitaciones en el acceso al saneamiento básico junto con serios problemas de contaminación por residuos y aguas servidas en el caso de los problemas ambientales urbanos.

Tanto el MDSP como el BM identificaron los problemas citados en el párrafo anterior. Sin embargo, un trabajo del BM (*BM 1997*) determinó las prioridades para el tratamiento de los problemas de calidad ambiental en Bolivia a partir de criterios de impacto en la salud, la ecología y el medio socio cultural y, costos, factibilidad y eficiencia de las medidas de remediación. Según ese estudio existen tres áreas prioritarias : (i) flujos de colas y aguas residuales en Potosí; (ii) contaminación, en especial aguas residuales, en el sector hidrocarburífero; y (iii) impactos de ductos en las regiones de la Amazonía y del Chaco (Véase la Tabla N°4).

Tabla N°4.
**Prioridades de Inversión en Programas Ambientales de Minería, Energía,
 Manufactura y Saneamiento Básico**

Problema	Prioridad
1. Minería	
Existencia de stocks de colas y roca estéril en áreas pobladas	2
Existencia de stocks de colas y roca estéril en áreas no pobladas	3
Impactos en el Lago Poopo	3
Flujos de colas y aguas residuales en Potosí	1
Stocks de mercurio	2
Flujos de mercurio	2
Polvo	3
Salud ocupacional y seguridad en la pequeña minería	2
2. Energía	
Aceites residuales en el sector energía	2
Contaminación (esp. Aguas residuales) en el sector hidrocarburífero	1
Ductos en las regiones de la Amazonía y del Chaco	1
3. Manufactura	
Aguas residuales industriales	2
Contaminación del aire	3
4. Urbana	
Aguas residuales domésticas	2

Fuente: BM (1997)

La madurez actual de los instrumentos de gestión ambiental para el control de la contaminación tiene todavía mucho camino por recorrer. Este proceso debe comenzar por lograr una mayor legitimidad de la LMA, que implica el considerar esta norma con preferencia a las normas sectoriales (por ejemplo, el Código de Minería) en todo lo relacionado a los requerimientos y procedimientos ambientales.

La evolución hacia un sistema con mayores niveles de costo efectividad se podría lograr siguiendo una revisión periódica de los estándares de acuerdo a análisis costo – beneficio, una priorización de mandatos de concesión de licencias, verificación de cumplimiento y simplificación de las exigencias que pesan sobre la comunidad regulada. Esto se podría complementar con una implementación progresiva de los reglamentos, incentivos para el cumplimiento voluntario (por ejemplo etiquetas verdes que identifiquen procesos que siguieron las normas ambientales), incentivos para lograr una mayor participación de la sociedad civil en la gestión ambiental (por ejemplo, divulgando públicamente los resultados de la comunidad regulada en forma periódica) y mayor participación de instrumentos basados en el mercado en el sistema regulatorio actual.

Por otra parte, dadas las limitaciones actuales de gestión ambiental, existe el peligro de desacreditar los sistemas de concesión de licencias y cumplimiento de estándares. Esta desacreditación podría causar serios problemas en el futuro, ya que el sistema perdería legitimidad. Por ello, es preciso garantizar la continuidad de los programas de fortalecimiento institucional de las instituciones del sector público, y en particular del nivel

central (MDSP) ya que tiene mayores responsabilidades en la concesión, control y fiscalización de los instrumentos de gestión ambiental.

El desafío de descentralizar las responsabilidades ambientales a los gobiernos departamentales y municipales, necesita atención especial por parte del Gobierno en dos aspectos: (i) aclarar las funciones y responsabilidades de los distintos niveles, y (ii) optimizar la asignación de recursos humanos y financieros. Una definición más específica de las funciones y responsabilidades coadyuva a una gestión ambiental más eficiente y reduce los costos de transacción relativos al cumplimiento de la norma ambiental (información, trámites, fiscalización). Dadas las restricciones de recursos humanos y financieros, especialmente en el nivel municipal, la definición del marco institucional para el medio ambiente debe estar en función a las características, capacidades y prioridades locales.

5 BIBLIOGRAFÍA

ANMM (1999) "Memoria e Informe Anual", Asociación Nacional de Mineros Medianos. Edición 2000, Depósito legal 4-1-488-00. Gráfica Latina.

Ayres, W. S., Anderson, K., y Hanrahan, D. (1997) "Setting Priorities for Environmental Management: An Application to the Mining Sector in Bolivia" Technical Paper N° 398, World Bank, Washington, D.C.

Barragán, J., Crespo, C., et. al. (1998) "Mercados e Instituciones de Aguas en Bolivia" Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE), La Paz.

BM (1997) "Bolivia. Aspectos de Gestión Ambiental: Consolidando Resultados Pasados y Garantizando su Sostenibilidad en el Futuro", Washington, D.C.

Benavides, L. (1994) "Gestión Ambiental en la Industria Boliviana: Propuesta a la Cámara Nacional de Industrias" Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), abril 1994.

Biller, D. (1994) "Informal Gold Mining and Mercury Pollution in Brazil", Policy Research Working Paper N° 1304, World Bank, Washington, D.C.

CONAMA (1997) "Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA)", Santiago de Chile.

EPA (1997) "The Benefits and Costs of the Clean Air Act, 1970 to 1990", U.S Environmental Protection Agency.

Escóbar, J. y Muñoz, J. (1997) "Marco Regulatorio e Instrumentos de Mercado de la Política Ambiental en Bolivia", Documento de Trabajo 55/97. Unidad de Análisis de Políticas Sociales (UDAPSO), La Paz, julio 1997.

Evia, J.L. y Molina, R. (1997) "Estudio Medio-ambiental de la Minería Mediana, Pequeña y Artesanal en Bolivia", Instituto de Investigaciones Socio Económicas. Documento de Trabajo N° 02/97, Universidad Católica Boliviana. La Paz, marzo de 1997.

Field, D.C. y Azqueta, O.D. (1996) "Economía y Medio Ambiente", Mc Graw Hill.

Hentschel, T., Hruschka F. Priester, M. Y Wotruba H (1998). "Manejo Ambiental en la Pequeña Minería". MEDMIN/COSUDE, La Paz 1998.

IENIM (1996) "A Mining Strategy for Latin America and the Caribbean", Technical Paper N° 345, Industry and Mining Division, Industry and Energy Department, World Bank, Washington, D.C.

Larrazabal, H. (1997) "La Microempresa Ante los Desafíos del Desarrollo, Encuentro Nacional Microempresa Versus Pobreza ¿Un Desafío Posible?" Manuscrito, CEDLA, La Paz.

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, MDSP, (2002) "Informe de Gestión 2002". Artes Gráficas Sagitario, La Paz – Bolivia.

Mc Mahon, G., Evia, J.L., et. al. (1999) "An Environmental Study of Artisanal, Small, and Medium Mining in Bolivia, Chile, and Peru", Technical Paper N° 429, World Bank, Washington, D.C.

MMM y SNMA (1993). "Evaluación Ambiental Sectorial de los Sectores Minero e Industrial", Borrador, marzo 1993, Ministerio de Minería y Metalurgia, Secretaría Nacional de Medio Ambiente La Paz, 1993. Confidencial

MEDMIN (2000a) "Problemas Ambientales en la minería Boliviana: Estudio de Caso de la Minería en el Area de la Ciudad de Potosí". Proyecto CIPMA. La Paz, 2000.

MEDMIN (2000b) "Valorización de los Impactos Ambientales de la Minería en la Cuenca del Río Pilcomayo". Proyecto CIPMA. La Paz, 2000.

MPE (2000) "Sistema de Seguimiento y Evaluación del Proceso de Descentralización del Sector Medio Ambiente" Ministerio de la Presidencia, Viceministerio de Coordinación Gubernamental. Dirección general de Coordinación con la Administración Nacional. La Paz, agosto de 2000.

Onursal, B. Y Gautam, S. P. (1997) "Vehicular Air Pollution, Experiences from Seven Latin American Urban Centers", Technical Paper N° 373, World Bank, Washington, D.C.

Pacheco, P. (1998) "Estilos de Desarrollo, Deforestación y Degradación de los Bosques en las Tierras Bajas de Bolivia". CIFOR/CEDLA/TIERRA. La Paz, abril 1998.

Shi, Anqing (2000) "How Access to Urban Potable Water and Sewerage Connections Affects Child Mortality", Policy Research Working Paper N° 2274, World Bank, Washington, D.C.

Solow, R. (1991) "Sustainability, An Economist's Perspective" The Eighteenth J. Seward Johnson Lecture, June 14 1991, Woods Hole, Massachusetts, EEUU.

Taucer, E. (2000) "Descripción de la Legislación Ambiental que Afecta al Sector Minero", documento presentado en el Seminario "Resultados del Estudio que Identifica los Impactos Económicos y Ambientales de la Liberación del Comercio: Una Aplicación al Sector Minero" organizado por MEDMIN Y COSUDE. La Paz 15 de diciembre de 2000.

The World Bank Group (1998) "Pollution Prevention and Abatement HandBook 1998: Toward Cleaner Production", The International Bank for Reconstruction and Development/THE WORLD BANK 1818 H Street, N.W. Washington, D.C. 20433 U.S.A.

UMSA (1997) "Las Aguas Servidas, Principal Factor de Contaminación", Apuntes no publicados del Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés.

SIFOR/BOL (2000) "Memoria Forestal Proyecto SIFOR/BOL 1998 - 2000". Proyecto Sistema Nacional de Información Forestal.

WR 1998-99 (1998) "World Resources 1998-99 A Guide to the Global Environment, Environmental Change and Human Health", New York, Oxford University Press 1998.

ANEXO

Anexo: Contaminación por el Uso del Mercurio

En Bolivia el 64% de las explotaciones auríferas grandes y pequeñas, incluidas en una encuesta realizada por MEDMIN, usa mercurio en sus operaciones. El uso de este metal se da únicamente en los procesos de concentración, muy similares en las operaciones de aluviones terciarios y primarios, donde se emite mercurio tanto a la atmósfera como a las aguas (durante estos procesos también se producen grandes cantidades de lodos).

Cuando el mercurio se descarga al agua y penetra en la cadena alimentaria, se registra la principal causa de contaminación crónica humana no ligada a los mineros. Por otra parte, el mercurio que se emite al aire (entre 55 y 60% del mercurio usado para la concentración) causa un impacto directo sobre la salud de los mineros y los ecosistemas, incluso los lejanos.

Un estudio realizado por LIDEMA en 1992 acerca de las condiciones de trabajo a lo largo de río Madera concluyó que entre 100 y 500 ton. de mercurio se habían emitido hacia el río Madera desde fines de los años 70 y que la mayor parte de éste se había adsorbido a partículas y transportado a toda la cuenca Amazónica (*MMM y SNMA 1993*). En tanto los niveles de extracción de oro en esta cuenca se han mantenido durante la década de 1990, se esperaría que el deterioro ambiental de la región se haya acentuado, dado que los efectos del mercurio son acumulativos en el tiempo.